

PROPUESTA DE MEJORAS AL PROCESO DE FABRICACIÓN DE EMPAQUES, CON EL FIN DE DISMINUIR LAS CONSECUENCIAS POR EXPOSICIÓN AL TOLUENO, EN LOS TRABAJADORES DE TALLER DE LA EMPRESA TECNIMAQUINADOS SAS, DURANTE EL PROCESO DE DISOLUCIÓN DE CAUCHO.

ANGIE LIZETH PEÑA FIGUEROA

PATRICIA ANGELICA OSORIO PARRA

UNIVERSIDAD ECCI

DIRECCIÓN DE POSGRADOS

ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

2022

PROPUESTA DE MEJORAS AL PROCESO DE FABRICACIÓN DE EMPAQUES, CON EL FIN DE DISMINUIR LAS CONSECUENCIAS POR EXPOSICIÓN AL TOLUENO, EN LOS TRABAJADORES DE TALLER DE LA EMPRESA TECNIMAQUINADOS SAS, DURANTE EL PROCESO DE DISOLUCIÓN DE CAUCHO.

ANGIE LIZETH PEÑA FIGUEROA Cod.: 111665

PATRICIA ANGELICA OSORIO PARRA Cod.: 111936

*Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Especialistas en Gerencia de la Seguridad y Salud en el Trabajo*

UNIVERSIDAD ECCI

DIRECCIÓN DE POSGRADOS

ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

2022

## **Agradecimientos**

En primer lugar, a Dios por permitirnos llegar a este momento, a nuestras familias quienes con su apoyo y amor nos han ayudado a estar aquí.

## Tabla de Contenido

1. Título.....	10
2. Problema de investigación .....	11
2.1 Descripción del problema .....	11
2.2. Formulación del problema.....	12
3. Objetivos de la investigación .....	13
3.1 Objetivo General.....	13
3.2 Objetivos Específicos.....	13
4 Justificación y delimitación de la investigación .....	14
4.1 Justificación .....	14
4.2 Delimitación.....	15
4.3 Limitaciones.....	16
5. Marcos referenciales de la investigación .....	16
5.1 Estado del arte.....	16
5.1.1 Enfoque internacional.....	17
5.1.2 Enfoque Nacional.....	26
5.2 Marco teórico.....	34
5.2.1 Higiene industrial.....	35
5.2.2 Ramas de la higiene industrial .....	35
5.2.3 Exposición a sustancias químicas .....	36
5.2.4 Conceptos básicos sobre el riesgo por contaminantes químicos .....	37

	5
5.2.5 Forma de presentación del contaminante.....	39
5.2.6 Vías de ingreso.....	40
5.2.7 Muestreo ambiental laboral.....	42
5.2.8 Disolventes.....	43
5.2.9 Valores límites ambientales (VLA) .....	44
5.2.10 Exposición diaria (ED) .....	45
5.2.11 Exposición de corta duración (EC) .....	45
5.2.12 Valores límites biológicos (VLB).....	45
5.2.13 El tolueno .....	46
5.2.14 Identificación del tolueno .....	47
5.2.15 Síntesis del tolueno .....	48
5.2.16 Propiedades físicas del Tolueno.....	48
5.2.17 Principales usos de tolueno.....	49
5.2.18 ¿Cómo actúa el tolueno en el organismo? .....	50
5.2.19 Síntomas por exposición al tolueno .....	50
5.2.20 Concentración y efecto del tolueno.....	54
5.2.21 Criterios de exposición .....	55
5.2.22 Pruebas diagnósticas para el tolueno .....	56
5.2.23 Test Neurológicos .....	57
5.2.24 Cuestionario de Síntomas Neurológicos y Psicológicos (PNF).....	58
5.2.25 Equipos de protección personal .....	61
5.2.26 Guías de Atención en Seguridad y Salud en el Trabajo.....	63

	6
5.2.27 Propuesta de Mejora .....	64
5.3 Marco legal .....	66
6. Marco Metodológico.....	68
6.1 Tipo de investigación.....	68
6.2 Enfoque o paradigma de la investigación .....	68
6.3 Método de la investigación .....	69
6.4 Hipótesis .....	69
6.5 Fuentes información.....	70
6.5.1 Fuentes primarias .....	70
6.5.2 Fuentes secundarias .....	70
6.5.3 Fuentes terciarias .....	70
6.6 Población y la muestra .....	71
6.6.1 Población.....	71
6.6.2 Muestra .....	71
6.7 Instrumentos de recolección de datos .....	72
6.8 Fases de la investigación.....	73
6.9 Cronograma de actividades.....	74
6.10 Análisis de la información .....	76
7. Resultados.....	76
7.1 Análisis e interpretación de los resultados.....	76
7.1.2.1 Proceso de Disolución de caucho utilizado actualmente en la empresa Tecnimaquinados SAS.....	76

	7
7.1.2.2 Determinación de ácido hipúrico en orina del trabajador expuesto.....	80
7.1.2.3 Diagnóstico inicial del conocimiento en materia de riesgo químico .....	81
7.1.2.4 Cuestionario PNF.....	83
7.1.2.5 Medidas de intervención.....	89
7.2 Discusión.....	91
8. Análisis financiero .....	92
8.1 Costo del proyecto .....	93
8.1.1 Recursos Humanos.....	93
8.1.2 Recursos Físicos.....	93
8.1.3 Recursos de implementación propuesta de mejora al proceso de disolución del caucho, con tolueno.....	93
8.1.4 Costo total .....	94
8.2 Análisis costo beneficio .....	95
9. Conclusiones y Recomendaciones .....	97
9.1 Conclusiones .....	97
9.2 Recomendaciones .....	98
Lista de referencias .....	100
Apéndice .....	107
<b>Anexo 2.</b> Cuestionario de evaluación inicial para riesgo químico .....	108
<b>Anexo 3.</b> Cuestionario PNF-Versión 3 .....	110
<b>Anexo 4.</b> Interpretación de las puntuaciones del cuestionario Psicológico Neurológico PNF ..	113

**Lista de Tablas**

Tabla 1 .....	48
Tabla 2 .....	54
Tabla 3 .....	60
Tabla 4 .....	60
Tabla 5 .....	62
Tabla 6. ....	75
Tabla 7 .....	84
Tabla 8 .....	85
Tabla 9 .....	85
Tabla 10 .....	86
Tabla 11 .....	86
Tabla 12 .....	87
Tabla 13 .....	88
Tabla 14 .....	89
Tabla 15 .....	93
Tabla 16 .....	93
Tabla 17 .....	93
Tabla 18 .....	94
Tabla 19. ....	96



## Lista de Figuras

<b>Figura 1:</b> Esquema de gestión sobre la higiene industrial. ....	36
<b>Figura 2.</b> Corte del caucho en pequeños trozos. ....	77
<b>Figura 3.</b> Montaje del envase para el proceso de disolución. ....	78
<b>Figura 4.</b> Montaje del envase para el proceso de disolución. ....	79
<b>Figura 5.</b> Demostración de lona con y sin aplicación del caucho disuelto. ....	80
<b>Figura 6.</b> Nivel de conocimiento por trabajador. ....	82
<b>Figura 7:</b> Porcentaje de conocimiento del grupo de trabajadores. ....	83

## **1. Título**

Propuesta de mejoras al proceso de fabricación de empaques, con el fin de disminuir las consecuencias por exposición al tolueno, en los trabajadores de taller de la empresa Tecnamaquinados SAS, durante el proceso de disolución de caucho.

## **2. Problema de investigación**

### **2.1 Descripción del problema**

Tecnimaquinados SAS es una empresa ubicada en la localidad de Puente Aranda de la ciudad de Bogotá, dedicada a la fabricación de piezas mecánicas y accesorios industriales en material de bronce, cobre, acero, plata, aluminio, carbón grafito, cerámica, nylon, teflón, PVC, acrílico entre otros; además de la fabricación de empaques en poliuretano, silicona, caucho de etileno propileno dieno o EPDM, nitrilo y vitón; especialmente para satisfacer las necesidades de diferentes sectores de la economía nacional.

Para la fabricación de piezas en material de caucho el personal de taller hace uso del disolvente tolueno, también llamado metilbenceno. A temperatura y presión ambiente el tolueno es un líquido transparente, volátil e inflamable que forma mezclas explosivas con el aire. Es un hidrocarburo de la serie aromática y posee un olor dulce e irritante característico en compuestos con anillos bencénicos. (Tolueno, s. f.)

El tolueno puede ingresar al cuerpo humano a través del aparato respiratorio, digestivo y en menor proporción a través de la piel, donde la absorción se produce principalmente por exposición a los vapores, que se absorben en un 50% vía respiratoria cuando hay contacto directo del tolueno líquido con la piel. Cuando se trabaja con solventes que contienen tolueno, esta sustancia puede pasar a través de la piel directamente a la corriente sanguínea; una vez en el cuerpo, el Tolueno sufre diferentes cambios específicos para cada persona de acuerdo con factores como edad, sexo, composición corporal y estados de salud. (Tolueno, s. f.)

De forma general, cerca del 75% del Tolueno que ingresa al cuerpo luego de una exposición se devuelve al medio en el transcurso de 12 horas por vía urinaria o respiratoria. El Tolueno que permanece en el organismo se degrada en otros materiales, se metaboliza y se elimina de tal manera que el Tolueno no es una sustancia que se acumule en el organismo. La inhalación de grandes cantidades de Tolueno por períodos de tiempo cortos afecta de forma adversa el sistema nervioso, los riñones, el hígado y el corazón. Los efectos adversos que se presentan dependen del tiempo y cantidad o concentración en la exposición; éstos pueden incluir temblores musculares, hormigueo en los dedos, fuertes dolores de cabeza, convulsiones, somnolencia, ausencia de sensaciones, pérdida de la conciencia y en casos la muerte de la persona expuesta. (Tolueno, s. f.)

Según las cifras publicadas por el Instituto Nacional de Salud (INS, 2020), se presentaron en Colombia 377 casos de intoxicaciones por solventes en Colombia, que representaron el 4.7% del total de intoxicaciones entre el 03 de marzo y el 15 de junio de 2020. Es importante tener en cuenta que el tolueno se encuentra presente en muchos de los solventes usados en procesos industriales de disolución del caucho y que tras la reactivación económica que está afrontando el país en este momento, estas cifras actualmente pueden ser mayores.

## **2.2. Formulación del problema**

La manipulación del tolueno puede generar efectos adversos en la salud, ¿Qué mejoras se pueden realizar al proceso de fabricación de empaques, con el fin de disminuir las consecuencias

por exposición al tolueno, en los trabajadores de taller de la empresa Tecnimaquinados SAS, durante el proceso de disolución de caucho?

### **3. Objetivos de la investigación**

#### **3.1 Objetivo General**

Proponer mejoras al proceso de fabricación de empaques, con el fin de disminuir las consecuencias por exposición al tolueno, en los trabajadores de taller de la empresa Tecnimaquinados SAS, durante el proceso de disolución de caucho.

#### **3.2 Objetivos Específicos**

Evaluar las condiciones actuales del proceso utilizado por la empresa Tecnimaquinados SAS para la disolución del caucho a través del tolueno.

Determinar los posibles efectos en la salud por la exposición al tolueno como disolvente del caucho en las actividades de fabricación de empaques.

Establecer medidas de mitigación en el proceso que permita disminuir el riesgo por exposición al tolueno en los trabajadores del taller.

## **4 Justificación y delimitación de la investigación**

### **4.1 Justificación**

El desarrollo industrial mundial ha promovido no sólo afectaciones a nivel ambiental, sino también a la salud. La salud es un derecho humano que debe ser avalado en todos sus aspectos; en este sentido el Gobierno Nacional ha legislado y creado normas para contribuir a velar por la preservación de la salud de todos los trabajadores. Dentro de la gran cantidad de productos químicos que han sido necesarios en este desarrollo industrial, los solventes orgánicos ocupan un papel relevante ya que son compuestos con múltiples usos a escala industrial, representando un gran factor de riesgo en el área de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Los solventes orgánicos más comunes pueden alcanzar al Sistema Nervioso Central (S.N.C.) o periférico después de haber sido inhalados y absorbidos en la sangre, lo cual se traduce en alteraciones neuropsicológicas, afectivas y de la personalidad (Zuluaga, Valencia & Ortiz, 2009). Se ha encontrado que los trabajadores expuestos a solventes orgánicos presentan mayores alteraciones psicológicas que los no expuestos (Almirall, Franco, Martínez, Noriega, Villegas & Méndez, 1999 & Caraballo & Blanco, 2005).

Es así, que tomando en cuenta los efectos agudos y crónicos resultado a la exposición de solventes orgánicos y las estadísticas del Instituto Nacional de Salud del año 2008, donde se reportaron 211 casos por exposición a solventes; surge la necesidad de implementar medidas

preventivas para disminuir el riesgo por exposición al tolueno en los trabajadores involucrados en el proceso de disolución del caucho llevado a cabo en la empresa Tecnimaquinados SAS, garantizando la calidad de vida y el derecho a la salud, previniendo el posible desarrollo de enfermedades de origen laboral

Por consiguiente, esta investigación se considera un aporte para la preservación de la salud de los trabajadores de la empresa, ya que permitirá generar estrategias oportunas que conlleven el mantenimiento de adecuadas condiciones de salud en los mismos. Desde el punto de vista legal, se considera de gran importancia ya que complementa al Sistema de Gestión de Seguridad y Salud implementado en la organización y podría evitar que se generen sanciones o multas por incumplimiento o inobservancia de la normatividad legal con respecto al almacenamiento y manipulación del tolueno en sus procesos.

Desde el punto de vista académico, constituye un aporte para futuros proyectos referentes al problema y puede servir como base de estudio para la implementación de medidas preventivas en cuanto al uso del tolueno en actividades de diferentes índoles, teniendo así -una pertinencia social y empresarial.

#### **4.2 Delimitación**

Este proyecto de investigación se llevará a cabo en las instalaciones de la empresa Tecnimaquinados SAS, ubicada en la carrera 31 # 29- 33 del Barrio Pensilvania de la Ciudad de Bogotá en un período aproximado de cuatro (4) meses, a partir del mes de octubre del año 2021.

### **4.3 Limitaciones**

Para la ejecución del proyecto se contemplan las siguientes limitaciones:

Económica: debido a que no se han cotizado los análisis e instrumentos necesarios para la recolección de datos que permitan identificar la presencia del Tolueno en los trabajadores y en el ambiente.

Tiempo: los colaboradores del taller cuentan con contratos por prestación de servicios lo cual no los obliga a destinar tiempo para la ejecución de los análisis médicos (De sangre o de orina).

## **5. Marcos referenciales de la investigación**

### **5.1 Estado del arte**

Tras la revisión documental a continuación se relacionan ocho investigaciones internacionales realizadas en países como Perú, Ecuador, Venezuela y España. Así mismo, siete investigaciones nacionales las cuales presentan en común el uso del Tolueno en diferentes procesos industriales.



### 5.1.1 Enfoque Internacional.

En Perú, se realizó la cuantificación de los niveles de ácido hipúrico en relación a la creatinina urinaria en 50 maquinistas. Los niveles de ácido hipúrico en orina fueron menores a 1.6g ácido hipúrico/g creatinina, límite máximo permitido, dado por la American Conference Of Governmental Industrial Hygienists. El promedio de la concentración de ácido hipúrico en orina del grupo expuesto es de  $0.758 \pm 0.275$  g ácido hipúrico/g creatinina. Sin embargo, estos valores están ligeramente elevados con respecto al grupo control, cuyo promedio es  $0.422 \pm 0.036$  g ácido hipúrico/ g creatinina. El análisis toxicológico se realizó en el Laboratorio de Toxicología y Química Legal de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. (Junes Rosmery & Lookuy Cristina, 2009).

En este trabajo investigativo se comprenden las concentraciones de sustancias químicas que son expulsadas por la orina tras una exposición a contaminantes químicos, tras una serie de análisis toxicológicos.

También en Perú, se desarrolló la investigación “Relación entre la exposición a solventes orgánicos aromáticos desprendidos en grifos y las alteraciones neurológicos-comportamentales nocivos en sus trabajadores Lurín, 2017”. Consistió en un estudio descriptivo correlacional en una población de 66 trabajadores de los 22 grifos en el distrito de Lurín; usando un muestreo no probabilístico por conveniencia encuestando a 36 trabajadores y 36 personas del grupo control, divididos en 7 grupos etarios entre las edades de 18 a 66 años, determinando los efectos

neurrológicos-comportamentales generales, sensitivos, motores, cognitivos, estados de ánimo y la personalidad. Los resultados obtenidos al 100% del personal que trabaja en grifos presentaban olor a gasolina, no poseían los equipos de protección personal y reportaban derrame de gasolina en manos y/o en el suelo. Los resultados de los efectos neurrológicos-comportamentales nocivos generales en los trabajadores es de 56% a diferencia del 44% del grupo control; efectos sensitivos en los trabajadores es de 52% a diferencia del 48% del grupo control; efectos motores en los trabajadores es de 57% a diferencia del 43% del grupo control; efectos cognitivos en los trabajadores es de 47% a diferencia del 53% del grupo control; estados de ánimo y la personalidad en los trabajadores es de 57% a diferencia del 43% del grupo control. Además, se observó que los efectos generales aumentan en relación al tiempo de 6 a 12 meses tienen un 14% de efectos generales a diferencia del personal que laboran de 13- 36 meses que tiene un 15% y los que laboran de 37-72 meses tiene 17%, resultados que se repiten en efectos sensitivos, de estado de ánimo y la personalidad, efectos motores y efectos cognitivos.

Concluyendo que existe relación entre la exposición a solventes orgánicos aromáticos desprendidos en grifos y las alteraciones neurrológicos-comportamentales nocivos en sus trabajadores, los cuales se incrementan por los años de servicio. (Ramos S, 2017)

Esta investigación encontramos la incidencia de la exposición a solventes orgánicos aromáticos y los efectos neuro-comportamental en los trabajadores, desarrollando un análisis en el grupo de trabajadores expuestos, en el que se concluye que la exposición se ve reflejada en el

100% de los trabajadores según el nivel de exposición, por lo que se espera que entre mayor sea la exposición los efectos sean también representativos.

En Ecuador, se realizó otra investigación cuyo objetivo fue el de proponer un conjunto de medidas preventivas y correctivas para el riesgo químico de exposición a tolueno y hexano en el área de tapicería de una fábrica ecuatoriana de muebles. El fundamento teórico se enfocó en lo referido a los factores de riesgo químico de los solventes orgánicos, con énfasis particular en los riesgos por aspiración. La presencia de niveles de exposición inaceptables a tolueno fue determinada por la Subdirección de Riesgos del Trabajo del IESS, que detectó una concentración promedio durante la jornada laboral de 80 ppm, que superó la concentración tolerable media (TLV-TWA) de 20 ppm (IESS, 2012, p. 12). Así mismo, un segundo informe (Ecuador Ambiental, 2013, p. 35) señaló la presencia de riesgo inaceptable de exposición a tolueno y hexano, con una sumatoria de índice de riesgo de 10,62; 9,62 por encima de lo admisible. En función de esta situación, se realizaron acciones para disminuir la exposición a estos agentes.

En 2016 se realizaron nuevas mediciones y se robusteció el estudio por medio de una encuesta para trabajadores, una lista de verificación para el área en análisis y un examen de causa raíz de factores de riesgo (diagrama de espina de pescado). Los datos obtenidos globalmente sirvieron de base para diseñar un plan de prevención para el área objeto de estudio que comprende la clasificación y resguardo de los materiales, las medidas sobre el foco de contaminación, los equipos de protección personal necesarios y los elementos de formación a considerar con sus respectivas descripciones de actividades, responsables y sujetos involucrados.

De esta forma, el objetivo planteado fue alcanzado. La principal conclusión obtenida fue que debido a las bajas concentraciones de los agentes en el último diagnóstico se puede disminuir el riesgo de exposición de manera importante (e incluso erradicarse) con medidas de bajo costo y de fácil implementación. Asimismo, se recomienda siempre la educación en prevención para transformar la cultura industrial y orientarla al bienestar de los trabajadores, ya que la meta es la disminución de los riesgos a su mínima expresión (Salazar W., 2017). La investigación nos muestra como las medidas de prevención pueden disminuir los riesgos en la salud de los trabajadores por exposición, y como tras la implementación de un plan de prevención se obtienen resultados positivos que minimizan los riesgos.

Asimismo en este país, se realizó el trabajo de grado “Evaluación de riesgos químicos por Benceno, Tolueno y Xileno en los puestos críticos de los laboratorios de la Universidad Técnica de Ambato efectuó un análisis de evaluación de compuestos orgánicos volátiles (COV's) producidos por los distintos laboratorios de la Universidad Técnica de Ambato empleando la Normativa de calidad para ambientes internos ISO 171330”. Se muestreó del benceno, tolueno y xileno (BTX) utilizando la Norma de Evaluación de Riesgos Químicos UNE 689. Se efectuó ensayos de medición en los laboratorios de Físico Química y Análisis Instrumental, Química General y el Centro de Investigación de Alimentos durante 90 días laborables. Para las mediciones se usó el BriD MX6 (medición directa-fotoionizada). Los índices de exposición en partes por millón (ppm) fueron: Análisis Instrumental: benceno 10.35, tolueno 0.12, xileno: meta 0.08, orto 0.07, para 0.08, Química General: benceno 22.13, tolueno 0.13 , xileno: meta 0.17,

orto 0.17 y para 0.12; y el Centro de Investigación de Alimentos: benceno 17.74 , tolueno 0.14, xileno: meta 0.13, orto 0.17 y para 0.15; determinando un valor del índice de exposición total en ppm: Análisis Instrumental de 10.54, química general de 22.71 y el Centro de investigación de alimentos 22.76. Sobrepasando el Valor límite Ambiental recomendado (VLA). Para finalizar se desarrolló un sistema de atenuación calculando un caudal total de ventilación para cada uno de los laboratorios en metros cúbicos por hora. Los laboratorios utilizan BTX en diferentes concentraciones esto hace que varíe sus concentraciones. Para finalizar se obtuvo la tasa de evaporación total calculado en litros por hora. Se utilizó los parámetros que exigen el Instituto de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) (Peralta, 2021)

Tras el análisis de esta tesis se evidencia la importancia de las mediciones ambientales para establecer una ruta de trabajo que permita identificar el valor límite de exposición y establecer medidas de ventilación en el área de los laboratorios de la Universidad de Ambato y así mitigar la exposición a él tolueno como una medida de mitigación a la exposición.

En España, se realizó un trabajo de grado para determinar los marcadores genéticos en el control biológico de la exposición laboral a disolventes en el sector del calzado. El objetivo del estudio fue estudiar la utilidad del genotipado y fenotipado de enzimas responsables de la metabolización de tóxicos: la isoforma del citocromo P450 (CYP2E1), y la glutathion-S-transferasa (GSTM1, GSTT1, GSTP1) como herramienta para la evaluación de los riesgos de exposición laboral a disolventes (n-hexano, tolueno, xilenos) en trabajadores del calzado y

correlacionar los datos obtenidos con los indicadores biológicos habitualmente utilizados en los programas de vigilancia de la Salud Laboral.

La muestra consistió en 167 trabajadores expuestos, procedentes de 21 diferentes empresas del calzado ubicadas en la provincia de Alicante, que utilizaban disolventes dentro del proceso de producción (hexano, tolueno, xileno). El grupo control estaba constituido por 105 trabajadores pertenecientes a empresas que realizan actividades en las que no se emplea ningún tipo de agente químico. Los datos y las muestras fueron obtenidos durante los exámenes de vigilancia de la salud realizados a estos trabajadores de forma periódica por los Servicios de Prevención correspondientes. Se les informó a los trabajadores participantes del objetivo del estudio y se les solicitó autorización para formar parte del estudio, mediante la firma del documento de consentimiento informado. Se les pasó una encuesta en la que se recogían aspectos médico clínicos; se les realizaron análisis clínicos en sangre y orina para determinar el estado de salud y su pertinencia en el estudio y se tomaron muestras de mucosa bucal, sangre y orina para el análisis del genotipado y fenotipado de las enzimas estudiadas y para la determinación del posible efecto citogenético mediante el test de los micronúcleos (MN) en linfocitos de sangre periférica.

La determinación de los contaminantes presentes en el ambiente laboral en los trabajadores expuestos se realizó mediante monitorización ambiental y análisis cuantitativo utilizando la técnica de Cromatografía de gases (GC). Se llevó a cabo el control biológico de los disolventes, mediante la determinación de los indicadores biológicos en orina propuestos por el INSHT: para el tolueno, se determinó el ácido hipúrico por HPLC; para el n-hexano, la 2,5-hexanodiona por

GC-MS y para los xilenos, los ácidos orto, meta y para metilhipúricos mediante HPLC. (Poveda, 2017).

En este trabajo de grado se contempla el estudio de muestras de sangre de 167 trabajadores expuestos a disolventes de caucho, se evidencia la problemática del uso de estas sustancias en el manejo del caucho en el sector manufacturero e industrial.

Otro estudio, se realizó al proceso de fabricación de sanitarios portátiles a partir de resina de poliéster reforzado con fibra de vidrio y otros reactivos, confeccionados en una empresa ubicada en la ciudad de Santiago de Chile. Se efectúan visitas a terreno para conocer el proceso de fabricación, determinar lugar de toma de muestras y proceder al muestreo ambiental, determinando la exposición vía respiratoria y cutánea de los trabajadores a vapores de solventes orgánicos. Estos solventes afectan el sistema nervioso central e irritan las vías respiratorias, especialmente por vapores de estireno, componente principal de las resinas utilizadas. Los muestreos ambientales y personales identifican y cuantifican los solventes orgánicos presentes en el ambiente de trabajo, detectándose acetona, tolueno, etilbenceno, xileno y estireno; estos últimos presentaron concentraciones ambientales más altas, en las que solo el estireno superó el Límite Permisible Temporal y el Límite Permisible Ponderado, presentando elevadas concentraciones en todos los resultados de las muestras y representando un riesgo para la salud por exposición aguda. Se propone un sistema de extracción de solventes para corregir los

problemas detectados y la utilización de elementos personales de protección para los maestros moldeadores (Urrea V, 2003).

Se reafirma el riesgo para la salud de los trabajadores la exposición a los vapores solventes necesarios en los procesos de fabricación industrial, siendo el tolueno una de las sustancias estudiadas, y se plantea un sistema de ventilación apropiado y la utilización de elementos de protección adecuados para la ejecución de estas actividades.

En Venezuela, se evaluaron los potenciales efectos a la salud de los solventes orgánicos en 36 trabajadores de una empresa de calzado en Valencia, Estado Carabobo, mediante la aplicación de encuesta personal y ocupacional. Se les practicaron examen físico, análisis de indicadores biológicos de exposición (tolueno en sangre; metiletilcetona, metil-isobutil cetona, acetona y ácido hipúrico en orina), y de efecto (creatinina en orina, análisis hematológicos, bilirrubina, transaminasas y fosfatasa alcalina). El promedio de tolueno en sangre fue 0,16 mg/L, significativamente superior ( $P < 0,01$ ), al límite permisible adoptado por la American Conference of Governmental Industrial Hygienists de Estados Unidos, (0,05 mg/L). El resto de las pruebas resultaron con valores no significativos ( $P < 0,05$ ) en relación al límite permisible. El valor promedio de eosinófilos fue de 4,2 % (Valor referencial V.R: 0 %-4 %), y el de linfocitos 37,6 % (V.R: 23 %-35 %). Aunque estos promedios estuvieron por encima de los V.R., no fueron estadísticamente significativos. Se observó un aumento significativo (de los valores promedio de bilirrubina directa (0,23 mg/dL) con relación con los V.R., (0,2 mg/dL). No se encontró relación



entre los valores promedio de tolueno y los síntomas reportados con mayor frecuencia (agotamiento físico, pérdida de peso, mareo y dolor de cabeza). Sin embargo, se estableció una relación directa entre los valores de tolueno y los de fosfatasa alcalina ( $r= 0,348$ ;  $P < 0,05$ ). En relación con los trabajadores que manejan pegamentos ( $n = 19$ ), se observó mayor prevalencia de agotamiento físico y de dolor de cabeza y agotamiento físico en las mujeres, en comparación con los hombres. (Rodríguez M., Squillante G., & Rojas M., 2001).

En esta tesis se evidencia que la muestras en sangre y orina son un factor determinante para validar la incidencia de la exposición.

También, en el mismo país se evaluó la exposición a solventes aromáticos BTX (Benceno, Tolueno, Xileno) y efectos a la salud de los trabajadores de una industria petrolera del Estado Carabobo. Estudio descriptivo, de campo, transversal, donde la muestra estuvo representada por 180 trabajadores, a los cuales se les aplicó una encuesta; igualmente se realizó inspección de las áreas, determinación de la concentración de indicadores biológicos de exposición a los solventes aromáticos y se aplicó el Cuestionario PNF, previa exclusión de 26 trabajadores. Los trabajadores expuestos presentaron concentraciones significativamente menores a los valores de referencia de fenol, ácido hipúrico y ácido metil hipúrico en orina ( $P < 0,001$ ); el 33,3 % no utiliza guantes de seguridad; el 46,1 % tiene antigüedad en la empresa de 10 a 12 años; entre los hábitos psicobiológicos el 46,1 % consume licor socialmente. Con la aplicación del Cuestionario PNF se consiguió mayor compromiso neuroconductual de los trabajadores evaluados en las

dimensiones de concentración y memoria. Se debe realizar monitorización permanente a los trabajadores, con énfasis en los signos y síntomas precoces. Se recomienda la capacitación, vigilancia y exigencia en cuanto al uso de todos los equipos de protección personal, así como el uso de pruebas neuroconductuales para ayudar al diagnóstico y guiar el tratamiento de una posible enfermedad ocupacional, en el marco de un programa de vigilancia epidemiológica de la exposición ocupacional a BTX. (Bracho Uzcátegui, 2015)

En este trabajo se evidencia la importancia del uso de los elementos de protección personal en los trabajadores expuestos a solventes orgánicos y la relación de la exposición con los hábitos de vida, pues la combinación de estas dos desencadena enfermedades laborales.

### **5.1.2 Enfoque Nacional**

En nuestro país, se realizó un estudio donde se revisaron recomendaciones nacionales e internacionales donde se evidenció que no hay un modelo estándar que permita establecer un seguimiento de las condiciones de trabajo y las condiciones de salud que afectan los trabajadores expuestos a hidrocarburos aromáticos BTX. Este estudio señaló las directrices a seguir para implementar el programa de vigilancia médica incorporando los aspectos clínicos y de diagnóstico de laboratorio para generar estrategias oportunas que conlleven al mantenimiento de adecuadas condiciones de salud de los trabajadores y que permitirá detectar las alteraciones producidas por los mismos en un estadio reversible. Esta vigilancia médica debe ajustarse a las distintas necesidades y los recursos de las industrias en cuyos procesos se utilizan los

hidrocarburos aromáticos. (Fonseca P., Heredia J. & Navarrete D., 2010). En esta investigación se analiza la importancia de la implementación de un programa de vigilancia médica que ayude a las organizaciones a identificar oportunamente, las enfermedades laborales y la importancia de la identificación de las necesidades de cada organización, pues las industrias que dentro de sus procesos usan disolventes orgánicos deben contemplar diagnósticos de laboratorio.

Así mismo, estudiantes de la Universidad Uniminuto realizaron proyecto de investigación con el fin de identificar los efectos para la salud generado por el uso del tolueno en las actividades de limpieza industrial en una microempresa de la ciudad de Bogotá, teniendo en cuenta la revisión documental y normatividad vigente en materia de seguridad y salud en el trabajo en riesgo químico. Se obtiene como resultado que el Tolueno, componente principal del Thinner, se utiliza de manera inapropiada, sin tener en cuenta los graves efectos que impactan en la salud del personal expuesto, tales como: episodios depresivos, neurastenia, entre otros trastornos mentales. La propuesta de este proyecto investigativo consistió en presentar un plan de acción para prevenir las enfermedades causadas por el uso del Tolueno y sugiere la implementación del Sistema Globalmente Armonizado (SGA), con el fin de identificar las sustancias que se utilizan dentro de este tipo de actividades y darles un manejo adecuado, teniendo en cuenta la información contenida en las fichas técnicas y hojas de seguridad, contribuyendo así a la prevención de accidentes y enfermedades laborales causadas por almacenamiento y manipulación inapropiada de las sustancias químicas. En este trabajo de grado evidenciamos el uso de las sustancias químicas sin la comprensión por parte del trabajador de su peligrosidad y forma adecuada de uso, la implementación del Sistema Globalmente Armonizado

con el fin de controlar su uso y establecer concientización en los trabajadores de las consecuencias del uso de las sustancias químicas.

En la ciudad de Bogotá se determinaron los niveles de benceno, tolueno y xilenos (BTX) en el aire de una industria de pinturas adscrita al Instituto Colombiano de Seguros Sociales, con el propósito de evaluar el riesgo ocupacional ocasionado por el uso de estos solventes. Se compararon estos resultados con los valores límite umbral (Threshold Limit Value, TLV). Se escogió como estrategia de muestreo la metodología de período parcial con muestras consecutivas y se utilizaron tubos de carbón activado como medio de captación de solventes. La extracción se hizo con disulfuro de carbono y se utilizó como método de análisis la cromatografía de gases con detector de ionización de llama. Se encontró que el método es altamente selectivo porque aún en presencia de otros 10 solventes utilizados en la industria de pinturas, fue posible encontrar una buena separación para BTX. La precisión, expresada como coeficiente de variación, fue menor al 10%, la exactitud varió entre 85 y 99% para los tres disolventes. Se encontraron concentraciones en aire que variaron entre no detectable y 55,1 mg/m<sup>3</sup> para el benceno; entre 18,3 y 253 mg/m<sup>3</sup> para tolueno; entre 11,8 y 122,2 mg/m<sup>3</sup> para xileno. Los valores TLV de benceno, tolueno y xilenos, corregidos de acuerdo con el modelo de Brief y Scala para una jornada diaria de 10 horas fueron de 1,1, 132 y 304 mg/m<sup>3</sup> respectivamente. Se encontró que existe riesgo ocupacional por benceno en algunos puestos de trabajo, lo cual es preocupante si se tiene en cuenta que éste no es utilizado como materia prima en la fabricación de pinturas. El tolueno presenta riesgo ocupacional en menor proporción mientras que la presencia de xilenos no genera riesgo porque las concentraciones encontradas no superaron el valor TLV. Se determinó que existe riesgo ocupacional en la mayoría de los puestos de trabajo de la industria estudiada cuando se considera la mezcla de los tres disolventes (Rubiano M., Marciales C., & Duarte M., 2010)

Las conclusiones de este trabajo investigativo determinan que en las industrias podemos encontrar la presencia de distintos disolventes lo que afecta considerablemente los factores de exposición, encontrando que el tolueno en bajos niveles de exposición no supone un riesgo para los trabajadores.

En la universidad ECCI, los estudiantes Laura Paipa, Jairo Torres y Yormary Huertas en su trabajo de grado “Análisis cualitativo de los riesgos asociados a la exposición a sustancias químicas, en los trabajadores del proceso de fabricación del calzado en la empresa Inversiones Palacio SAS”, quienes teniendo en cuenta la resolución 0312 de 2019, se evaluaron los estándares mínimos del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud para la empresa Inversiones Palacio SAS, y el diseño de la matriz IPEVR de identificación de peligros, evaluación y valoración de riesgos según la GTC 45. La inspección inicial se hace de manera visual, de las condiciones de seguridad en la empresa y la percepción de los trabajadores de su entorno laboral y el conocimiento de la normatividad vigente. En la fase 1 del proyecto se recolecta la información de las sustancias químicas peligrosas usadas en el proceso de fabricación del calzado. Se realiza una visita a una peletería, que comercializa la mayor cantidad de insumos de la industria del calzado en el Restrepo. Se realiza una caracterización de dichas sustancias según su composición y su peligrosidad. Al realizar un inventario y clasificación de agentes químicos mediante sus frases R o H, correspondientes al daño para la salud, la frase H336 (puede provocar somnolencia o vértigo) es la que agrupó mayor cantidad de sustancias con un 66% de un total de 50 componentes analizados. En la fase 2 se hace una valoración cualitativa de la exposición a agentes químicos por el método COSHH Essentials, para dar asesoramiento práctico y fiable, principalmente a pequeñas y medianas empresas.

Las variables utilizadas del método son las bandas de peligrosidad en función de las frases R o indicaciones de peligro H de la sustancia, la concentración, el tiempo de exposición potencial y la tendencia a pasar al ambiente o volatilidad del agente químico. Se seleccionaron los adhesivos de PCP (policloropreno) o "Pegante amarillo" 11 por usarse en mayor proporción, un promedio de 100 litros mensuales y como resultado de la valoración en la fase 3, se recomienda implementar controles de ingeniería como ventilación por extracción localizada o campana de extracción, así como disponer de lavajos y duchas, y equipos de protección personal adecuados para su manejo en caso de emergencias. (Paipa et al., 2021)

Esta investigación aborda la clasificación de las sustancias usadas en la industria del caucho, tras el análisis de las frases R y H de las sustancias químicas entre las que se encuentran los disolventes usados concluyendo que el tolueno es una sustancia algo peligrosa dependiendo de las concentraciones y tiempo de exposición.

Asimismo, los estudiantes Lina Ramírez y David Castro en su trabajo de grado para obtener el título de especialistas en gestión de la seguridad y salud en el trabajo "Propuesta de un programa de prevención de riesgo químico en la empresa industria química colombiana S.A.S "INQUIMICOL", plantea y desarrolla el diseño de un programa de prevención de riesgo químico para la organización INQUIMICOL SAS, ya que, debido a su objeto social, los empleados de esta organización están expuestos constantemente a peligros derivados de las actividades de recepción, manipulación, almacenamiento, alistamiento y despacho de estos productos químicos en sus bases o diluidos, escenario crítico que requiere la determinación de medidas eficaces de prevención, enfocadas en

la mitigación de los posibles impactos que este peligro representa para las personas, instalaciones y equipos. El proyecto se desarrolló sistemáticamente asegurando la consolidación de información que permitiera conocer el escenario real de exposición de la organización, como un historial de accidentalidad por este tipo de peligros, informes de inspección de la ARL, el inventario de productos almacenados, el perfil sociodemográfico de los empleados, los controles actuales y otra información clave, que se trató consistentemente para formular las estrategias y actividades de este programa, que de implementarse ordenada y eficazmente, permitirán a la organización mitigar los peligros intrínsecos que dichos productos químicos les presentan. (Ramírez & Castro, 2021)

En este trabajo investigativo se desarrolla un programa de prevención al manejo y almacenamiento de las sustancias químicas, en donde encontramos el tolueno con el objetivo de preservar la salud de sus trabajadores con la implementación de controles operacionales.

Asimismo, en el estudio de Cruz y Turriago (2015) en su trabajo de grado se presentan las condiciones laborales a las que están expuestos en el área de producción los trabajadores de la empresa PRODUCTOS BOXEADOR DE COLOMBIA S.A.S en su actividad de transformación del caucho natural y sintético en productos primarios para diversas actividades económicas. Si bien es cierto Colombia no es un país productor en potencia de caucho o materias primas para la realización de elementos a base de caucho, de hecho, importa materias primas para la elaboración de sus productos; las empresas que aún realizan esta actividad económica presentan condiciones laborales precarias por el inadecuado manejo de sustancias químicas, así como el

uso de maquinaria y equipos obsoletos que generan un impacto en la salud de los trabajadores y el medio ambiente. Los diversos riesgos catalogados de tipo físico, químico y biológico que allí se identifican son analizados y priorizados mediante una matriz de riesgos bajo la metodología ARIANNA, mediante la cual es posible generar recomendaciones de tipo estructural, procedimental y ergonómico para mejorar las condiciones ocupacionales deficientes identificadas en el presente diagnóstico. Una vez identificados los peligros y valorado los riesgos se pudo establecer que la empresa presenta diversas debilidades en términos de condiciones ocupacionales, dado que los puestos de trabajo no están dotados de manera que otorguen al empleado el confort necesario para llevar a cabo sus actividades en un turno de 12 horas, adicional a esto la planta de producción de PRODUCTOS BOXEADOR, presenta un serio problema en cuanto a emisión de material particulado, para el cual no ofrece las medidas de protección adecuadas al personal de planta. Otros factores de importancia identificados a través del diagnóstico, son dirigidos a la falta de ventilación, iluminación, ruido excesivo, temperaturas importantes, sobrecarga laboral, hiperextensión, entre otros. Finalmente, el documento establece varias recomendaciones, algunas de tipo estructural y otras dirigidas al establecimiento de procedimientos y protocolos que apoyan la gestión ocupacional de la organización para cada una de las falencias identificadas, con las cuales es posible realizar los ajustes respectivos para hacer de la planta de producción un lugar seguro para el personal.

Esta investigación identifica la importancia de los controles ambientales que se puedan realizar en la industria tras las recomendaciones planteadas para el manejo adecuado de las sustancias químicas, con el fin de establecer un ambiente seguro para el personal que labora en esta organización.



En la tesis desarrollada por Diana Castro en el año 2017 como opción de grado en la especialización de Higiene, seguridad y salud ocupacional de la Universidad Distrital “Implementación de un sistema de evaluación, identificación y comunicación de los riesgos y controles asociados a las sustancias químicas”, describe las sustancias químicas y sus derivados en la actualidad son utilizados en diferentes actividades laborales, razón por la cual es necesario conocer los peligros a los cuales pueden estar expuestos los usuarios de estas sustancias en las diferentes etapas del ciclo de vida y tomar las medidas de control necesaria para prevenir accidentes de trabajo, enfermedades laborales y afectaciones al medio ambiente. En el país se han venido desarrollando diferentes actividades orientadas a mejorar la gestión de las sustancias químicas, por ejemplo, en temas normativos, de atención de emergencias y la gestión de residuos peligrosos, entre otros; dentro del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el trabajo (SG-SST por la ley 1562 de 2012), las organizaciones deben establecer estrategias de prevención con el fin de realizar un manejo seguro de las sustancias químicas que utilicen, y de ser necesario generar controles para evitar accidentes y enfermedades laborales, estas actividades parten de la identificación y clasificación de las sustancias químicas. En los diferentes sectores entre ellos el sector industrial, se utilizan diariamente una amplia gama de productos químicos y las consecuencias que generan, han llevado a la necesidad de establecer metodologías de prevención y control de los riesgos mediante el aseguramiento de la disponibilidad de información durante la actividad laboral. La implementación de un sistema de evaluación identificación y etiquetado de Sustancias Químicas para garantizar el acceso oportuno de la información de los riesgos permite a la organización brindar atención para la correcta y oportuna respuesta a emergencias con productos químicos y especialmente la prevención de las mismas. (Castro, 2017)

En este trabajo de grado se identifica la protección de la salud como derecho fundamental, y la importancia del conocimiento de las sustancias químicas usadas en los procesos industriales por los trabajadores, así como la implementación del sistema globalmente armonizado en estos espacios, pues también ayudan a dar una respuesta inmediata en caso de alguna eventualidad.

## **5.2 Marco teórico**

El empleo de sustancias químicas en todas las actividades humanas, se ha incrementado de acuerdo con las exigencias de la productividad que día a día, incorpora este tipo de sustancias, como materia prima o como insumo en sus procesos. Desafortunadamente, el avance investigativo de sus características y efectos ha quedado rezagado por la necesidad de conocer su comportamiento a través del tiempo, lo que impide dictaminar en forma anticipada sus efectos sobre los trabajadores, y por su responsabilidad ante el sector productivo. Estas condiciones hacen necesario que se obre con la mayor precaución frente a las sustancias químicas que se manejen y se establezca su similitud con aquellas que han sido estudiadas y tienen valores límites establecidos.

Por todo esto, el riesgo químico es un factor de gran importancia dentro de la higiene industrial, porque puede afectar la salud de los trabajadores a nivel local o sistémico dependiendo de las características de la sustancia química como son su agresividad, concentración, tiempo de exposición y las características individuales del trabajador.

### **5.2.1 Higiene industrial**

La higiene industrial es la ciencia y el arte dedicados al reconocimiento, evaluación y control de aquellos factores ambientales que se originan en o por los lugares de trabajo, los cuales pueden ser causa de enfermedades, perjuicios para la salud o el bienestar, incomodidades o ineficiencia entre los trabajadores, o entre los ciudadanos de la comunidad. (Mancera, M., Mancera, M. T., Mancera, M. R., & Mancera, J. R., 2012)

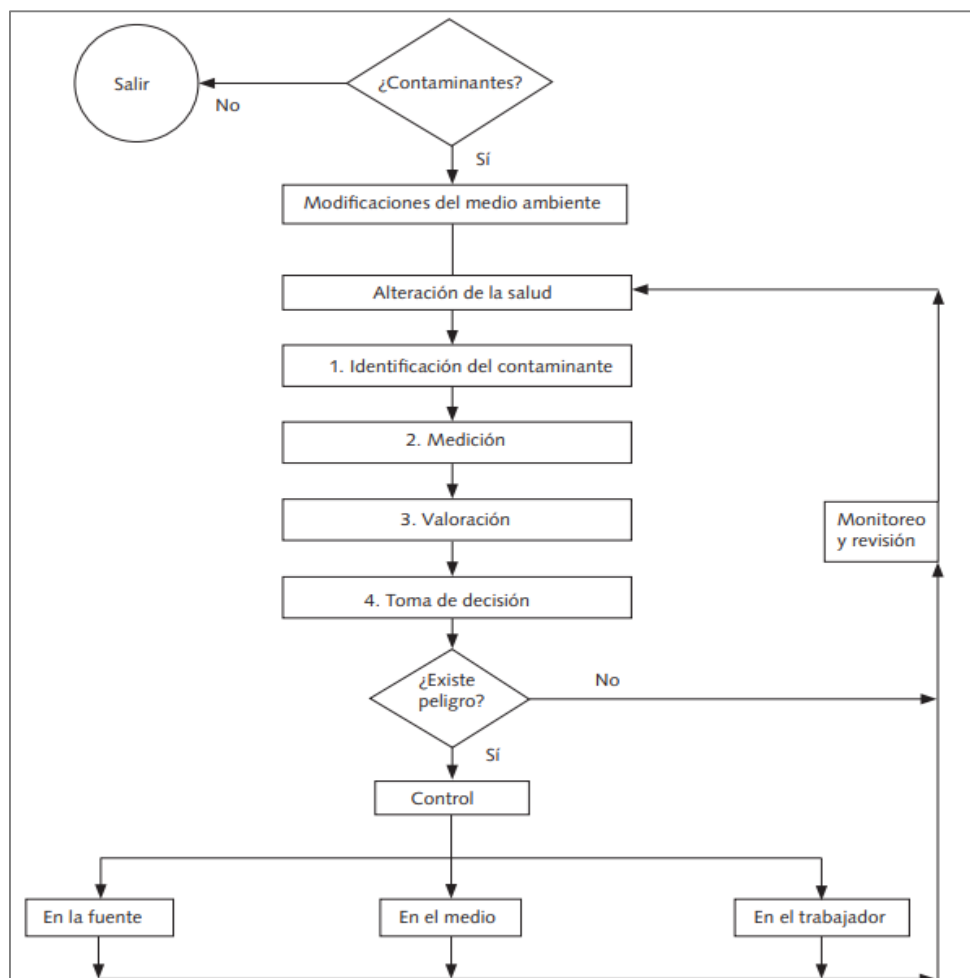
### **5.2.2 Ramas de la higiene industrial**

Con el objeto de organizar su gestión, la higiene industrial se divide de la siguiente manera:

- Higiene teórica: es la fuente de información sobre características y efectos de los contaminantes, valores límites permisibles y métodos de medición.
- Higiene de campo: identifica, toma muestras y mide los contaminantes en los ambientes de trabajo.
- Higiene analítica: aplica los protocolos para identificar y cuantificar las concentraciones de los contaminantes presentes en las muestras. Estos análisis deben ser realizados en laboratorios debidamente autorizados por las autoridades competentes de cada país.
- Higiene operativa: es la encargada de seleccionar los métodos de control para minimizar o eliminar las concentraciones de contaminantes, y de realizar los seguimientos periódicos encaminados a comprobar la eficiencia de los sistemas de control.

Los procedimientos de higiene industrial, así como las cuatro ramas que la componen, se enfocan a la práctica siguiendo el esquema que aparece a continuación:

**Figura 1:** Esquema de gestión sobre la higiene industrial.



Fuente: (Mancera, M., Mancera, M. T., Mancera, M. R., & Mancera, J. R., 2012)

### 5.2.3 Exposición a sustancias químicas

Cuando el empleado está expuesto a diferentes sustancias químicas se debe tener en cuenta si el efecto de estas es entre sí excluyente o aditivo; además, cuando se trata de sustancias

inflamables se puede presentar incendio y/o explosión. Un factor que ha cobrado importancia reciente tiene que ver con el hecho de que toda empresa ha de contribuir a que sus procesos sean sostenibles frente al entorno natural, de modo que en la empresa debe existir conciencia sobre los efectos producidos cuando se manipulan sustancias químicas dentro de los ambientes laborales, y que ellos pueden modificar la atmósfera, el suelo y las aguas, alterando el equilibrio natural e incrementando el riesgo para toda la comunidad. (Mancera, M., Mancera, M. T., Mancera, M. R., & Mancera, J. R., 2012)

#### **5.2.4 Conceptos básicos sobre el riesgo por contaminantes químicos**

Los contaminantes químicos son sustancias orgánicas e inorgánicas, naturales o sintéticas que, durante su fabricación, manejo, transporte, almacenamiento, uso y desecho, pueden ingresar al organismo en forma de líquido, sólido, aerosol, gas o vapor, y producir efectos irritantes, corrosivos, asfixiantes, cancerígenos, mutagénicos, teratogénicos, narcóticos, alérgicos o sistémicos, que pueden alterar la salud de las personas expuestas. (Mancera, M., Mancera, M. T., Mancera, M. R., & Mancera, J. R., 2012)

La cantidad de sustancia absorbida por el organismo se denomina “dosis” y está relacionada con la concentración del contaminante y el tiempo de exposición. Muchas sustancias químicas son necesarias para el funcionamiento normal del organismo humano, pero en cantidades mínimas. Estas mismas sustancias en cantidades superiores a las requeridas pueden ocasionar alteraciones. Los contaminantes químicos actúan de forma diversa dependiendo de las

condiciones y de los individuos expuestos, por tanto, es necesario analizar circunstancias ambientales e individuales determinadas por:

- Factores que dependen del medio ambiente: presión atmosférica, temperatura, actividad lumínica, humedad relativa, velocidad del aire.
- Factores que dependen del individuo: género, edad, estado de nutrición, enfermedades, estado de salud, metabolismo, actividad física, susceptibilidad individual, hábitos, antecedentes de salud y laborales.
- Factores de la propia intoxicación: vía de ingreso, concentración del contaminante, efectos aditivos y potenciadores, tiempo de exposición y períodos de descanso, nivel de toxicidad, órgano diana (se denomina así al órgano al que se proyecta, en forma más directa, la agresión del contaminante).
- Ciclos biológicos: ciclo circadiano, turnos de trabajo.

El grado de agresión de los contaminantes depende de:

- La toxicidad.
- La concentración de la sustancia en un medio (aire, agua, suelo).
- El tiempo real durante el cual el trabajador está expuesto.
- El sistema de ingreso al organismo: Inhalación (vías respiratorias), contacto (piel y mucosas), ingestión (vías digestivas), parenteral (por heridas abiertas o en forma que traspase la barrera de la piel).

- Vías de eliminación.
- Capacidad de acumularse en el organismo.
- Actividad física del trabajador.
- Susceptibilidad individual).

### **5.2.5 Forma de presentación del contaminante**

En condiciones normales (1 atmósfera de presión, 25°C de temperatura) se presentan como:

- Líquidos: son sustancias que tienen la capacidad de fluir y adaptarse a la forma de los recipientes que la contienen y cuya superficie libre se mantiene horizontal.
- Sólidos: los sólidos se caracterizan por ser sustancias con forma definida, donde las fuerzas de atracción intermolecular son superiores a las de repulsión, presentando una estructura molecular cristalina.
- Aerosoles: se considera como aerosol a una dispersión de partículas sólidas o líquidas, cuyo tamaño es inferior a 100 micras en un medio gaseoso. Los aerosoles se presentan como: sólidos (polvo, fibra, humo) o líquidos (niebla). Por el tamaño de la partícula se clasifican en:
  - a. El polvo es una suspensión de partículas sólidas en el aire, con un tamaño entre 0,1 y 60 micras.

- b.** Las fibras son partículas cuya longitud es tres veces mayor que el diámetro.
  - c.** El humo está conformado por partículas sólidas suspendidas en el aire. Dichas partículas son originadas en procesos de combustión incompleta y su tamaño es inferior a 0,1 micras.
  - d.** Los humos metálicos corresponden a partículas sólidas metálicas suspendidas en el aire, con un tamaño inferior a 0,1 micras.
  - e.** Las nieblas corresponden a gotas de líquido en suspensión en el aire. Su tamaño oscila entre 0,01 a 10 micras. Algunas son apreciables a simple vista.
- Gases: son fluidos amorfos que ocupan el espacio que los contiene y pueden cambiar de estado físico, mediante una combinación de presión y temperatura. Los átomos o moléculas del gas se encuentran virtualmente libres, dado que la cohesión es mínima.
  - Vapores: corresponde a la fase gaseosa de una sustancia sólida o líquida. El tamaño de las partículas es molecular. (Mancera, M., Mancera, M. T., Mancera, M. R., & Mancera, J. R., 2012)

### **5.2.6 Vías de ingreso**

Las vías de ingreso de las sustancias químicas al organismo son básicamente cuatro: dérmica, sistema respiratorio, sistema digestivo y parenteral.



- **Dérmica:** la epidermis de la piel presenta una capa superficial protectora que corresponde a una emulsión de lípidos y agua, por tanto, la capacidad de penetración de las sustancias a través de la piel dependerá de la solubilidad del tóxico en agua o en lípidos.
- **Sistema respiratorio:** por ser la inhalación de aire fundamental para el funcionamiento normal del organismo, el ingreso de contaminantes por vía respiratoria se convierte en la más importante desde el punto de vista de la higiene industrial. Al estar el contaminante químico suspendido en el ambiente, la facilidad para ingresar al organismo es evidente, posibilitando el contacto del tóxico con áreas vascularizadas o incluso con los alvéolos, en donde se realiza el intercambio gaseoso entre la sangre y el aire. El tamaño y densidad de las partículas es fundamental, ya que la posibilidad de que el contaminante llegue hasta los alvéolos disminuye al aumentar el tamaño de éstas.
- **Sistema digestivo:** el ingreso de contaminantes químicos por esta vía no es de gran importancia para la higiene industrial, salvo en los casos de ingestión accidental de contaminantes o por trabajadores que suelen fumar, ingerir bebidas o alimentos dentro de áreas de trabajo o salir de la empresa sin efectuar un aseo personal adecuado, como baño general, si hay posibilidades altas de contaminación; también, por el cambio de indumentaria de trabajo o lavado de manos utilizando cepillo para uñas. Pero por esta vía sí es posible la ingestión de los contaminantes disueltos en las mucosas del sistema respiratorio, los cuales pasan al sistema digestivo para ser absorbidas por éste. Es decir, los contaminantes químicos que ingresan por vía respiratoria tienen una alta posibilidad de terminar en el sistema digestivo.

- Vía Parenteral: es la penetración directa del contaminante al organismo por inoculación, cuando la piel es permeada por la sustancia o a través de heridas. (Mancera, M., Mancera, M. T., Mancera, M. R., & Mancera, J. R. , 2012)

### **5.2.7 Muestreo ambiental laboral**

Los resultados de las mediciones ambientales de contaminantes químicos son un insumo para la toma de decisiones por parte de los higienistas, con todos los elementos que componen el cuadro del diagnóstico. El muestreo se hace con el fin de establecer la concentración de un determinado contaminante químico y para evaluar la exposición de los trabajadores, mediante la comparación con los valores límites permisibles (TLV). Para lograr un buen muestreo ambiental es necesario tener en cuenta:

- Tiempo para el cual están definidos los valores límites permisibles.
- Estado químico en que se presenta el contaminante.
- Técnica de muestreo–análisis: se refiere a la técnica utilizada como puede ser muestreo con tubos colorimétricos, sensores de lectura directa, bomba de muestreo personal, borboteadores, etc., y a la forma de cuantificar las muestras como lo es la lectura directa, gravimetría, espectrofotometría, potenciometría, volumetría, electroquímica, etc.

- Estrategia de muestreo: se refiere a la representatividad de la muestra, tiempo de duración de la medición, localización de los puntos a medir, horarios de las mediciones, etc.

### **5.2.8 Disolventes**

El término disolvente engloba a una amplia gama de compuestos químicos y mezclas de éstos, capaces de disolver sustancias, no solubles en agua, independientemente del estado físico en que éstas se encuentren. Están constituidos en su mayoría por compuestos químicos orgánicos y pese a tener una composición química distinta presentan una serie de características comunes:

- Compuestos líquidos muy volátiles que a temperatura ambiente, emiten vapores.
- Compuestos poco reactivos, aunque la mayoría muy inflamables.

Pueden producir efectos adversos para la salud si no se respetan las condiciones de manipulación y utilización. Poseen una elevada capacidad para disolverse en grasas y compuestos de estructura química similar. Penetran en el organismo principalmente por vía inhalatoria, aunque también tienen importancia la absorción cutánea y digestiva.

### **5.2.9 Valores límites ambientales (VLA)**

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

Se habla de la mayoría y no de la totalidad puesto que, debido a la amplitud de las diferencias de respuesta existentes entre los individuos, basadas tanto en factores genéticos como en hábitos de vida, un pequeño porcentaje de trabajadores podría experimentar molestias a concentraciones inferiores a los VLA, e incluso resultar afectados más gravemente, sea por empeoramiento de una condición previa o desarrollando una patología laboral. Los VLA se establecen teniendo en cuenta la información disponible, procedente de la analogía físico-química de los agentes químicos, de los estudios de experimentación animal y humana, de los estudios epidemiológicos y de la experiencia industrial.

Los VLA sirven exclusivamente para la evaluación y el control de los riesgos por inhalación de los agentes químicos incluidos en la lista de valores.

### **5.2.10 Exposición diaria (ED)**

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

### **5.2.11 Exposición de corta duración (EC)**

Es la concentración media del agente químico en la zona de respiración del trabajador, medida o calculada para cualquier período de 15 minutos a lo largo de la jornada laboral, excepto para aquellos agentes químicos para los que se especifique un período de referencia inferior, en la lista de Valores Límite.

Lo habitual es determinar las EC de interés, es decir, las del período o períodos de máxima exposición, tomando muestras de 15 minutos de duración en cada uno de ellos. De esta forma, las concentraciones muestrales obtenidas coincidirán con las EC buscadas. (Mancera, M., Mancera, M. T., Mancera, M. R., & Mancera, J. R., 2012)

### **5.2.12 Valores límites biológicos (VLB)**

Son los valores de referencia para los Indicadores Biológicos asociados a la exposición global a los agentes químicos. Los VLB son aplicables para exposiciones profesionales de ocho

horas diarias durante cinco días a la semana. En general, los VLB representan los niveles más probables de los Indicadores Biológicos en trabajadores sanos sometidos a una exposición global a agentes químicos, equivalente, en términos de dosis absorbida, a una exposición exclusivamente por inhalación del orden del VLA-ED. La excepción a esta regla la constituyen algunos agentes para los que los VLA asignados protegen contra efectos no sistémicos.

En estos casos, los VLB pueden representar dosis absorbidas superiores a las que se derivarían de una exposición por inhalación al VLA. Las bases científicas para establecer los VLB pueden derivarse de dos tipos de estudios: Los que relacionan la intensidad de la exposición con el nivel de un parámetro biológico Los que relacionan el nivel de un parámetro biológico con efectos sobre la salud. Los VLB no están concebidos para usarse como medida de los efectos adversos ni para el diagnóstico de las enfermedades profesionales. El control biológico debe considerarse complementario del control ambiental y, por tanto, ha de llevarse a cabo cuando ofrezca ventajas sobre el uso independiente de este último. El control biológico puede usarse para completar la valoración ambiental, para comprobar la eficacia de los equipos de protección individual o para detectar una posible absorción dérmica y/o gastrointestinal.

(Mancera, M., Mancera, M. T., Mancera, M. R., & Mancera, J. R., 2012)

### **5.2.13 El tolueno**

El tolueno es un producto químico de la familia de los hidrocarburos aromáticos que reciben este nombre porque muchos de ellos tienen un olor intenso y generalmente agradable. Los

hidrocarburos aromáticos se caracterizan por tener una fórmula molecular  $C_nH_n$ , que forman un círculo llamado anillo bencénico.

Su nombre deriva del bálsamo de Tolú, una resina utilizada con fines medicinales desde el siglo XVI en la costa caribe de Colombia, extraído del árbol *Myroxylon balsamum*, del cual Henri Etienne Sainte-Claire Devillelo obtuvo por primera vez en 1844 mediante destilación seca.

El tolueno es un líquido incoloro transparente con un olor característico. Es un buen solvente (una sustancia que puede disolverá otras sustancias), principalmente de los compuestos orgánicos. (Tolueno, s. f.)

#### **5.2.14 Identificación del tolueno**

Nº CAS: 108-88-3

El número CAS identifica una sustancia química de forma exclusiva. Se utiliza para identificar cualquier sustancia química independientemente del idioma en que se encuentre escrita. Por ejemplo, el tolueno se escribe en inglés Toluene, Toluène en francés y Toluol en alemán.

Nombre registrado: Tolueno

Nombre químico Tolueno Sinónimos/nombres comerciales Metilbenceno, fenilmetano, metacida

### 5.2.15 Síntesis del tolueno

Se encuentra de forma natural en el petróleo crudo y en el árbol tolú. También se produce durante la refinación de gasolina y de otros combustibles a partir de petróleo crudo y en la manufactura de coque a partir de carbón. También está presente en el humo de los cigarrillos. Químicamente se genera en el ciclo de hidrogenación del n-heptano en presencia de catalizadores y pasando por el metil heptano. Además, se obtiene como subproducto en la generación de etileno y de propeno y como subproducto en la manufactura del estireno. (Tolueno, s. f.)

### 5.2.16 Propiedades físicas del Tolueno

**Tabla 1**

*Propiedades físicas del Tolueno.*

<b>Propiedad física</b>	<b>Valor</b>
Punto de ebullición	111°C
Punto de fusión	-95°C
Densidad relativa (agua = 1)	0.87
Solubilidad en agua	Ninguna
Presión de vapor, kPa a 20°C:	2.9
Densidad relativa de vapor (aire = 1)	3.2
Densidad relativa de la mezcla vapor/aire a 20°C (aire = 1)	1.06



Punto de inflamación	4°C (c.c.)
Temperatura de auto ignición	480°C
Límites de explosividad, % en volumen en el aire	1.1-7.1
Coefficiente de reparto octanol /agua como log Pow	2.69

Fuente: (Tolueno, s. f.)

### 5.2.17 Principales usos de tolueno

- Fabricación de pinturas.
- Diluyentes de pinturas.
- Barniz para las uñas.
- Lacas.
- Adhesivos y gomas.
- Ciertos procesos de imprenta.
- Curtido de cuero.
- Fabricación de gasolina junto con el benceno y el xileno.
- Disolvente de alquitrán, brea, asfalto, acetilcelulosa.
- Diluyente de tintas de fotograbado, pinturas, barnices decelulosa.
- Se usa como materia prima para la síntesis orgánica del clo-ruro de benzoilo, cloruro de bencidileno, sacarina, clorami-na, trinitrotolueno (TNT), tolueno diisocianato y colorantes. (Tolueno, s. f.)

### **5.2.18 ¿Cómo actúa el tolueno en el organismo?**

La vía principal de entrada es la vía inhalatoria, mediante la respiración de vapores de tolueno. El tolueno entra por vía respiratoria hasta los pulmones. La importancia de esta vía de entrada radica en la gran superficie de absorción de los alveolos pulmonares que expone al tóxico cerca de 80 m<sup>2</sup> y la débil barrera de protección de los alveolos, así como su íntimo contacto con el torrente circulatorio, por lo que el tolueno llegará con más rapidez a la sangre que por otras vías. Una vez traspasada la membrana alveolar se distribuye por los distintos tejidos, de acuerdo a sus características de perfusión, en especial en los tejidos grasos. Una parte se elimina con el aire espirado (20%), mientras que el resto sufre un proceso de transformación (metabolización) en el hígado, que tiene como objeto facilitar la eliminación. El tolueno es metabolizado siguiendo dos vías: En la primera y más importante, el tolueno se transforma en ácido hipúrico y ácido benzoil glucurónico que se elimina por orina el tolueno se transforma en isómeros o cresol eliminados por orina. El 75% del tolueno es eliminado dentro de las 12 primeras horas. (Mancera, M., Mancera, M. T., Mancera, M. R., & Mancera, J. R., 2012)

### **5.2.19 Síntomas por exposición al tolueno**

El tolueno es irritante cutáneo y de las mucosas, por lo tanto, en caso de contacto con el líquido o sus vapores, el trabajador puede notar los siguientes signos y síntomas:

- Irritación de los ojos.
- Irritación del tracto respiratorio, dificultad para respirar, pudiendo llegar a edema agudo de pulmón.
- Tos, náuseas.

En el caso de que se exponga al trabajador a un nivel de tolueno en el aire superior a los niveles máximos permitidos, se habla de intoxicación. Hay dos tipos diferentes de intoxicación: Intoxicación aguda e intoxicación crónica.

### **Intoxicación aguda.**

Cuando se presenta después de la inhalación masiva de vapores. Se caracteriza por unos síntomas más o menos inmediatos. Los efectos del tolueno se manifiestan a nivel del Sistema Nervioso Central donde provoca:

- a. Estado de embriaguez.
- b. Congestión facial.
- c. Vértigo.
- d. Somnolencia.
- e. Nerviosismo.
- f. Euforia.
- g. Cefaleas.
- h. Confusión.

- i. Pérdida de conocimiento
- j. Incluso llegar al coma y a la muerte por paro cardiorrespiratorio.

Al conjunto de estos síntomas también se le denomina síndrome narcótico.

### **Intoxicación crónica**

Cuando se produce por la exposición durante largos periodos de tiempo a concentraciones no muy elevadas, pero suficientes para provocar daño.

#### **a. Sistema nervioso central o encefalopatía crónica derivada de uso de disolventes orgánicos:**

La encefalopatía inducida por los disolventes se caracteriza por un deterioro mental global que afecta:

- ✓ Las funciones cognitivas, la memoria y la concentración.
- ✓ La personalidad (modificaciones)
- ✓ La motivación, la vigilancia y la energía.

El cuadro clínico se presenta como un síndrome psicoorgánico o una ligera demencia, es decir, un síndrome clínico de envejecimiento precoz de las funciones corticales superiores (memoria, lenguaje, función ejecutiva, etc.)

- ✓ Degradación de la memoria.
- ✓ Degradación de la concentración.
- ✓ Confusión.
- ✓ Afectación del espíritu de iniciativa; falta de iniciativa, apatía.
- ✓ Pérdida del interés por las aficiones.
- ✓ Debilidad y necesidad creciente de sueño (fatiga anormal).
- ✓ Cambios de humor, humor depresivo.
- ✓ Nerviosismo, labilidad emocional, irritabilidad.

Habitualmente, al cesar la exposición al disolvente orgánico, la gravedad de los síntomas mejora parcialmente. Si la exposición se mantiene, las lesiones pueden llegar a ser irreversibles afectando a:

- ✓ Visión dicción.
- ✓ Audición.
- ✓ Pérdida de control muscular.
- ✓ Pérdida de control mental con cambios de conducta.

b. **Piel:** Dermatitis: piel pálida, seca y agrietada

c. **Riñones:** Alteraciones del funcionamiento que se normaliza al suspender la exposición del tolueno.

- d. **Aparato digestivo:** Náuseas, pérdida de apetito, intolerancia digestiva con vómitos, aliento con olor semejante al vapor de tolueno.

### 5.2.20 Concentración y efecto del tolueno

**Tabla 2**

*Concentración y efecto de Tolueno.*

<b>Concentración</b>	<b>Efecto</b>
8 mg / m <sup>3</sup> (2.14 ppm)	Detección de olor
188- 377 mg / m <sup>3</sup> (50-100 ppm)	Fatiga o dolor de cabeza. (50-100 ppm) Probablemente no se produzca deterioro observable del tiempo de reacción o de la coordinación.
753 mg / m <sup>3</sup> (200 ppm)	Irritación suave de los ojos y de la garganta
377 - 1130 mg / m <sup>3</sup> (100 - 300 ppm)	Se pueden producir indicios perceptibles de incoordinación en periodos de exposición de hasta 8 horas
1507 mg / m <sup>3</sup> (400 ppm)	Lagrimo e irritación de ojos y garganta
1130-3014 mg / m <sup>3</sup> (300-800 ppm)	Se pueden esperar grandes indicios de incoordinación en periodos de exposición de hasta 8 horas.
2260-3014 mg / m <sup>3</sup> (600-800 ppm)	Causa fatiga, náuseas, confusión y ataxia en exposiciones de 3 horas.
5650 mg / m <sup>3</sup> (1500 ppm)	Probablemente no es mortal durante periodos de exposición de hasta 8 horas
15067 mg / m <sup>3</sup> (4000 ppm)	Probablemente perjudicaría rápidamente al tiempo de reacción y a la coordinación. Exposiciones de una hora o más pueden conducir a depresión del SNC y posiblemente a la muerte.
26368 mg / m <sup>3</sup> (7000 ppm)	Se ha observado parestesia, amnesia y estupefacción
37669 mg / m <sup>3</sup> (10000 ppm)	Causa anestesia general.
37669 -113006 mg / m <sup>3</sup> (10000-30000 ppm)	En pocos minutos aparece la depresión del SNC exposiciones más prolongadas pueden ser mortales.

Fuente: (Tolueno, s. f.)

### 5.2.21 Criterios de exposición

Para determinar el síndrome narcótico o intoxicación aguda.

- Intensidad mínima de exposición: exposición profesional intensa confirmada. Se puede comprobar gracias a: La evaluación de riesgos higiénica que mide tolueno en el ambiente cuyos resultados estén por encima de los niveles máximos de referencia. Pruebas analíticas a los trabajadores.
- Duración mínima de la exposición: de minutos a horas según la intensidad de la exposición.
- Plazo máximo de aparición de la afección: 24 horas.

Para determinar la encefalopatía inducida por los disolventes orgánicos o intoxicación crónica.

- Intensidad mínima de exposición: exposición profesional confirmada, si es posible evaluada por la anamnesis que revela una exposición importante a los disolventes (tener en cuenta la posibilidad de absorción cutánea y el hecho de que la exposición se hace a menudo a varios disolventes) y, si están disponibles, por: Mediciones biológicas  
Mediciones del aire ambiente en el puesto de trabajo.

A partir de las informaciones disponibles, es probable que los niveles de exposición necesarios para provocar una encefalopatía sean mucho más elevados que los valores

indicativos, para un periodo de diez años. Además, estos valores hacen referencia a jornadas de 8 horas de trabajo: tolueno  $>375\text{mg}/\text{m}^3$  (100 ppm).

- Duración mínima de la exposición: 10 años; esta duración podría ser inferior en caso de concentraciones especial-mente elevadas.
- Plazo máximo de aparición de la afección: los primeros síntomas de la degradación mental deberían observarse en el año que sigue al fin de la exposición.

### **5.2.22 Pruebas diagnósticas para el tolueno**

Las pruebas a realizar para diagnosticar cualquier enfermedad son seleccionadas y realizadas según criterio médico. A continuación, se describen las pruebas más comunes para diagnosticar una intoxicación por tolueno.

#### **Analíticas**

##### **a. De orina**

Examen para determinar el contenido de la orina. Para saber si el trabajador ha estado expuesto al tolueno se pueden buscar las sustancias en las que ha sido transformado el tolueno en el organismo. Como se ha visto anteriormente son el o-cresol y el ácido hipúrico.



Según los Límites de Exposición Profesional en España 2009, editado por el Ministerio de Trabajo, los Valores Límite Biológicos para el tolueno son: o-cresol en orina: 0.5 mg/l (miligramos por litro) de orina ácido hipúrico: 1.6 g/g de creatinina (gramos por gramo de creatinina) (producto de desecho del metabolismo normal de los músculos utilizado para comprobar el perfecto estado de los riñones). La recogida de la muestra de orina debe realizarse al final de la jornada de trabajo.

## **B. De sangre**

Examen para determinar el contenido de la sangre. Directamente puede encontrarse tolueno en sangre. Según los Límites de Exposición Profesional en España 2009, editado por el Ministerio de Trabajo, el Valor Límite Biológico es: Tolueno en sangre: 0.05 miligramos por litro de sangre. La analítica de sangre debe realizarse al principio de la última jornada de la semana laboral. Por ejemplo, en una jornada habitual del lunes a viernes, el viernes por la mañana. El hecho de que se encuentre valores superiores a éstos en un trabajador no significa que haya habido intoxicación o exposición al tolueno excesiva. Estos resultados deben ser integrados y analizados dentro de la historia clínica por un especialista en medicina del trabajo.

### **5.2.23 Test Neurológicos**

Se pueden realizar una serie de test neuropsicológicos con el fin de valorar el estado neurológico del trabajador. Éstos incluirían test de:

- b. Memorización auditiva y visual.
- c. Concentración.
- d. Rapidez.
- e. Análisis visual.
- f. De construcción de la capacidad de abstracción.

Elaboración de pruebas que permitan evaluar la capacidad intelectual primaria, en función del resultado de los anteriores test.

La degradación intelectual puede diagnosticarse cuando el nivel de resultados en los test de sensibilidad es generalmente inferior al límite inferior del 5% en una población normal de la misma edad y de capacidad intelectual primaria equivalente.

#### **5.2.24 Cuestionario de Síntomas Neurológicos y Psicológicos (PNF)**

El PNF fue creado en el Instituto de Medicina del Trabajo de Alemania por Schreider H., Baudach H., Kempe H., Seeber A., 1975 y elaborado para Cuba en su versión 3, por Almirall y Colaboradores, 1987. Estudia los sistemas funcionales de organización de la actividad psíquica del sistema nervioso central y el estado de salud, en las siguientes esferas:

*Inestabilidad psiconeurovegetativa:* Este incluye el estudio de síntomas como: cefaleas, vahídos, vértigos, trastornos del sueño, debilidad, cansancio, agotamiento, sensación de frío o

calor, sequedad en la boca. Síntomas neurológicos: Comprende: mareos, vómitos, pérdida de la fuerza muscular, perturbaciones del equilibrio, inseguridad al caminar, hormigueos en pies y manos, trastornos en las relaciones sexuales, pesadez en las articulaciones y temblores en los brazos y piernas.

*Astenia:* Este se refiere a manifestaciones tales como: no tener ánimos para trabajar, sentirse hastiado de todo, no tener interés para nada, lentitud de los movimientos, no tener energía y no querer saber nada de nadie.

*Irritabilidad:* Comprende: no poder controlarse cuando está bravo, perder la paciencia y ponerse furioso y disgustarse demasiado rápido con las personas.

*Déficit de la concentración y la memoria:* Comprende distraerse fácilmente, dificultad para recordar cosas sencillas (nombres, personas), falta de memoria, estar distraído, dificultad para concentrarse.

El cuestionario consta de 38 ítems, que miden inestabilidad psico neurovegetativa (PN), síntomas neurológicos (N), Astenia (A), irritabilidad (E) y Defectos de concentración y memoria (K).

**Tabla 3***Puntuación por tipo de respuestas.*

<b>Tipo de Respuestas PNF</b>	<b>Puntos</b>
Nunca	0
Algunas Veces	1
Frecuentemente	2
Muy frecuentemente	3

Autor: (J. Moreno, 2008)

**Tabla 4***Ítems PNF por esferas.*

<b>Esferas PNF</b>	<b>Ítems PNF</b>
PN (Inestabilidad Psico neurovegetativa)	2,4,6,12,14,16,22,24,26,30,32,34,36
A (Astenia)	1,8,11,18,21,28,31,38
E (Irritabilidad)	5,15,25,35
K (Concentración y Memoria)	7,10,17,20,27,30

Autor: (J. Moreno, 2008)

La clasificación de los resultados obtenidos se busca en una tabla (Ver Anexo 4) y se hace por sexo y por intervalos de edad. (J. Moreno, 2008)

### **5.2.25 Equipos de protección personal**

Los empleados deben estar provistos y obligados a usar ropas impermeables, guantes, caretas y otros materiales de protección apropiados necesarios para prevenir contacto repetido o prolongado de la piel con Tolueno en forma líquida.

Donde exista alguna posibilidad de exposición del cuerpo de un empleado a Tolueno líquido se deben proveer instalaciones para el rápido lavado del cuerpo en el área inmediata de trabajo para uso en emergencias. La ropa no impermeable que se humedezca con Tolueno se debe remover inmediatamente y no se debe usar hasta que el Tolueno sea removido por completo. Los empleados deben estar provistos y obligados a usar gafas de seguridad a prueba de salpicaduras donde exista alguna posibilidad que Tolueno líquido entre en contacto con los ojos.

Donde exista alguna posibilidad que Tolueno líquido entre en contacto con los ojos de los trabajadores, se debe proveer una ducha lava ojos en las cercanías inmediatas al área de trabajo.

- **Protección respiratoria**

Se debe usar equipo de protección respiratoria (máscaras de respiración) cuando las prácticas de control de ingeniería y de operación no son técnicamente alcanzables, cuando tales controles están en proceso de instalación o cuando fallan y necesitan ser reemplazados. Los equipos de respiración pueden ser también usados para operaciones donde se requiere ingresar en tanques o recipientes cerrados y en situaciones de emergencia

En adición al uso de respiradores y equipos de respiración, debe ser instituido un programa completo de seguridad respiratoria que debe incluir entrenamiento, mantenimiento, inspección, limpieza y evaluación.

**Tabla 5**

*Protección respiratoria mínima para Tolueno en el aire.*

<b>Concentración</b>	<b>Protección respiratoria mínima arriba de 200 ppm (OSHA)</b>
Concentración de vapores de hasta 500 ppm	Cualquier respirador de cartucho químico con cartucho para vapores orgánicos. Cualquier respirador de suministro de aire. Cualquier dispositivo de respiración auto contenido.
Concentración de vapores de hasta 1000 ppm	Un respirador de cartucho químico con cartucho para vapores orgánicos. Una máscara de gases tipo mentón o de cilindro frontal o posterior.
Concentración de vapores de hasta 2000 ppm	Cualquier respirador de suministro de aire con pieza facial completa, casco o capucha. Cualquier dispositivo de respiración auto contenido con pieza facial completo.
Concentraciones mayores a 2000 ppm o desconocidas	Dispositivo de respiración auto contenido con pieza facial completa operada en demanda de presión u otro modo de presión positiva. Una combinación de respirador que incluya un respirador de suministro de aire con pieza facial completa operado en demanda de presión o algún otro modo de presión positiva o flujo continuo y un dispositivo auxiliar de respiración auto contenido operado en demanda de presión o algún otro modo de presión positiva

Fuente: (Consultorsalud SAS, 2015)

### **5.2.26 Guías de Atención en Seguridad y Salud en el Trabajo**

El Ministerio de Trabajo dio a conocer las 10 Guías de Atención Integral en Seguridad y Salud en el Trabajo, que tienen como fin orientar a los diferentes actores del Sistema de Riesgos Laborales, el Sistema General de Seguridad Social en Salud, pacientes y ciudadanos para realizar actividades generales de prevención, vigilancia, diagnóstico e intervención ocupacional.

Estas 10 guías exponen los pasos adecuados que se le deben realizar al trabajador para prevenir y tratar enfermedades como: asma ocupacional, dolor lumbar, dermatitis, cáncer de pulmón, hombro doloroso, neumoconiosis, derivados de exposición a trabajos de rocas silíceas, polvos de carbón y asbestos, hipoacusia del ruido, bencenos utilizados en fábricas de pinturas, pegantes e industria química, organofosforados o manipulación, contacto con plaguicidas de alta toxicidad, y desórdenes musculoesqueléticos.

Para la elaboración de estas 10 guías, se tuvo en cuenta la metodología definida en las Guías de Práctica Clínica del Ministerio de Salud y Protección Social, en las que durante un año, el Ministerio de Trabajo junto con los actores claves del Sistema de Riesgos Laborales, trabajadores, pacientes, academia, sociedades científicas, administradoras de riesgos laborales (ALR), el Ministerio de Salud, EPS, IPS, empleadores y el Instituto de Evaluación Tecnológica en Salud (IETS); analizaron las evidencias existentes en buenas prácticas para la salud de los trabajadores.

La Directora de Riesgos Laborales del Ministerio de Trabajo, Andrea Torres Matiz, afirmó que estas guías, que no se actualizaban desde hace cinco años, “serán aplicables a todas las actividades productivas, en el marco de un Sistema de Gestión Integral del Riesgo y teniendo en cuenta las precisiones técnicas requeridas de acuerdo con las características del contexto en el que se apliquen, con el objetivo de orientar a todos los actores involucrados para llevar actividades generales de prevención, vigilancia, diagnóstico e intervención ocupacional”.

Con el fin de garantizar la transparencia del proceso de elaboración de cada guía, se tuvo en cuenta las recomendaciones de expertos en las competencias y posibles conflictos de intereses de cada uno de los actores, primando el interés de los trabajadores. (Consultorsalud SAS, 2015)

### **5.2.27 Propuesta de Mejora**

Integra la decisión estratégica sobre cuáles son los cambios que deben incorporarse a los diferentes procesos de la organización, para que sean traducidos en la solución de problemas. Dicho plan, además de servir de base para la detección de mejoras, debe permitir el control y seguimiento de las diferentes acciones a desarrollar, así como la incorporación de acciones correctoras ante posibles contingencias no previstas.

Para su elaboración será necesario establecer los objetivos que se proponen alcanzar y diseñar la planificación de las tareas para conseguirlos. El plan de mejoras permite:



- Identificar las causas que provocan las debilidades detectadas.
- Identificar las acciones de mejora a aplicar.
- Analizar su viabilidad.
- Establecer prioridades en las líneas de actuación.
- Disponer de un plan de las acciones a desarrollar en un futuro y de un sistema de seguimiento y control de las mismas.
- Negociar la estrategia a seguir.
- Incrementar la eficacia y eficiencia de la gestión.
- Motivar a la comunidad universitaria a mejorar el nivel de calidad.

La excelencia de una organización viene marcada por su capacidad de crecer en la mejora continua de todos y cada uno de los procesos que rigen su actividad diaria. La mejora se produce cuando dicha organización aprende de sí misma, y de otras, es decir, cuando planifica su futuro teniendo en cuenta el entorno cambiante que la envuelve y el conjunto de fortalezas y debilidades que la determinan.

La planificación de su estrategia es el principal modo de conseguir un salto cualitativo en el servicio que presta a la sociedad. Para ello es necesario realizar un diagnóstico de la situación en la que se encuentra. Una vez realizado es relativamente sencillo determinar la estrategia que debe seguirse para que el destinatario de los servicios perciba, de forma significativa, la mejora implantada. Apoyarse en las fortalezas para superar las debilidades es, sin duda la mejor opción de cambio. (Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación, s. f.)

### 5.3 Marco legal

En Colombia evidenciamos una serie de normas, resoluciones, leyes y guías técnicas que han sido desarrolladas buscando el bienestar de los trabajadores, a continuación, se relacionan aquellas cuyo objetivo es el manejo seguro de las sustancias químicas, y la protección de la salud.

La Ley 55 del 2 de julio de 1993, por medio de la cual se aprueba el “Convenio No. 170 y la Recomendación No. 177 sobre la seguridad en la utilización de los productos químicos en el trabajo” adoptados por la 77a. reunión de la Conferencia General de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), Ginebra, 1990. En este convenio exige clasificar las sustancias químicas según su peligrosidad, así como etiquetar y marcar adecuadamente los productos químicos el cual representa de gran importancia al momento del almacenamiento y manipulación de sustancias químicas.

La Ley 1562 de 2012 define como enfermedad laboral aquella que es contraída como resultado de la exposición a factores de riesgo inherentes a la actividad laboral o del medio en el que el trabajador se ha visto obligado a trabajar, considerando lo anterior, en el Decreto 1477 de 2014 se define la nueva tabla de enfermedades en donde se clasifican en promedio 429 enfermedades laborales, dentro de este grupo existe un gran porcentaje atribuible a sustancias químicas, siendo este un referente para dimensionar el efecto que estas sustancias pueden ocasionar a la salud del trabajador.

Dentro del Decreto ley 1295 de 1994, se establecen las actividades de promoción y prevención tendientes a mejorar las condiciones de trabajo y salud de la población trabajadora, con el fin de protegerla contra los riesgos derivados del trabajo que puedan afectar la salud individual o colectiva, tales como los físicos, químicos, biológicos, ergonómicos, psicosociales de saneamiento y de seguridad.

El Decreto 1973 de 1995 de la Presidencia de la República, por medio del cual se promulga el "Convenio 170 sobre la seguridad en la utilización de los productos químicos en el trabajo", adoptado por la Conferencia General de la Organización Internacional del Trabajo el 25 de junio de 1990.

La Guía Técnica Colombiana para la identificación de los peligros y valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional (GTC -45) en su actualización año 2012, refiere las medidas y tipos de intervención que puedan ser aplicadas dentro de las empresas en su sección "3.2.1 Definir el instrumento para recolectar información".

En el decreto 1072 de 2015, Decreto único reglamentario del sector trabajo describe la intervención de los peligros en varios de sus artículos dentro del capítulo 6: Sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo (SG-SST), como principio fundamental para el mejoramiento continuo del sistema.

Dentro de la Resolución 0312 de 2019, Estándares mínimos del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo, indica que para la empresa le aplica tomar las medidas de prevención y control a los peligros / riesgos identificados.

Con el Decreto 1496 de 2018, mediante el cual se adopta el sistema globalmente armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos (SGA) proporciona directrices claras y prácticas para la clasificación y comunicación de los peligros asociados al uso y manejo de los productos químicos.

## **6. Marco Metodológico**

### **6.1 Tipo de investigación**

La investigación es de tipo descriptiva, la cual tiene como objetivo conocer y determinar medidas de mitigación para los trabajadores expuestos al Tolueno en la empresa Tecnamaquinados SAS. Las investigaciones de este tipo, buscan especificar propiedades y características importantes del fenómeno que se analiza, describiendo tendencias de un grupo o población. (Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, P., 2014)

### **6.2 Enfoque o paradigma de la investigación**

El paradigma o enfoque de esta investigación es de carácter cuantitativo ya que se pretende estudiar y profundizar en un marco teórico para comprender como afecta a los trabajadores del

sector del caucho la exposición a sustancias químicas de la familia de los compuestos aromáticos, como el Tolueno.

El enfoque cuantitativo utiliza la recolección de datos para probar una hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías. De las preguntas se establecen hipótesis y determinan variables; se traza un plan para probarlas (diseño); se miden las variables en un determinado contexto; se analizan las mediciones obtenidas utilizando métodos estadísticos, y se extrae una serie de conclusiones (Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, P., 2014)

### **6.3 Método de la investigación**

El método de la investigación es de carácter deductivo. Dentro del enfoque deductivo-cuantitativo, la hipótesis se contrasta con la realidad para aceptarse o rechazarse en un contexto determinado. (Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, P., 2014)

### **6.4 Hipótesis**

Las enfermedades laborales en el sector industrial desencadenadas del proceso de disolución del caucho pueden ser generadas por los pocos controles a la exposición y uso inadecuado de los elementos de protección personal en la manipulación del tolueno

## **6.5 Fuentes información**

### **6.5.1 Fuentes primarias**

Como fuente primaria de información se tendrá la matriz de peligros y valoración de riesgos, la observación directa del proceso de disolución del caucho y las instalaciones de la empresa, entrevistas en el personal sobre el almacenamiento y manipulación del tolueno, insumos y materiales utilizados, disponibilidad de la hoja de seguridad, elementos de protección utilizados y conocimiento general de los riesgos asociados a la tarea.

### **6.5.2 Fuentes secundarias**

Las fuentes secundarias para esta investigación será la normatividad legal vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo, la hoja de seguridad del tolueno suministrada el proveedor a Tecnimaquinados SAS y artículos de investigación previos sobre la temática en estudio, publicada en revistas indexadas.

### **6.5.3 Fuentes terciarias**

Como fuentes terciarias se consultó el repositorio institucional de la Universidad ECCI así como de otras universidades con el fin de recolectar trabajos relacionados con las consecuencias a la exposición al Tolueno y que quedaron plasmados durante la construcción del estado del arte. Para esta investigación se seleccionaron ocho (8) trabajos internacionales realizadas en países

como Perú, Ecuador, Venezuela y España; así mismo, siete (7) investigaciones nacionales enfocadas en diferentes procesos industriales, las cuales tienen en común el uso del Tolueno en sus cadenas de producción.

## **6.6 Población y la muestra**

### **6.6.1 Población**

Para el desarrollo de esta investigación, la población está determinada por personal vinculado a la empresa a través de los diferentes tipos de contrato de trabajo, teniendo un total de 9 trabajadores.

### **6.6.2 Muestra**

Con respecto a la muestra de esta investigación, se tomará el personal del área de taller, la cual está constituida por 5 trabajadores que se encuentran en el primer piso de la empresa y tienen en común este ambiente de trabajo, lo cual representa el 55.55 % de la población.

#### **6.6.2.1. Criterios de inclusión**

Los criterios de inclusión en la muestra son:

- Trabajadores del área de taller con riesgo de exposición al Tolueno sin exclusión por género.
- Trabajadores con cualquier tipo de contrato con la empresa.

#### **6.6.2.2. Criterios de exclusión**

Los criterios de exclusión son:

- Los trabajadores de las áreas administrativas.

### **6.7 Instrumentos de recolección de datos**

La recolección de datos para investigaciones con enfoque de tipo cuantitativo se basa en instrumentos estandarizados. Es uniforme para todos los casos. Los datos se obtienen por observación, medición y documentación. Se utilizan instrumentos que han demostrado ser válidos y confiables en estudios previos o se generan nuevos basados en la revisión de la literatura y se prueban y ajustan. Las preguntas, ítems o indicadores utilizados son específicos con posibilidades de respuesta o categorías predeterminadas (Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, P., 2014)

En este caso se utilizarán test y pruebas neurológicas estandarizadas, pruebas de orina a través de un laboratorio con el fin de recolectar datos de importancia y determinar las consecuencias que se han originado en la muestra por la exposición al Tolueno. Así mismo, se llevarán a cabo



cuestionarios y la observación directa para profundizar el proceso de disolución de caucho en la empresa, insumos, cantidades, concentraciones, materiales utilizados entre otros.

## **6.8 Fases de la investigación**

### **Fase 1: Evaluación de las condiciones actuales del proceso utilizado por la empresa TecniMaquinados SAS para la disolución del caucho a través del tolueno.**

En esta primera fase del proyecto se pretende realizar la evaluación de las condiciones actuales del proceso de disolución de caucho en la empresa TecniMaquinados SAS. Es así, que en primer lugar es importante estudiar la literatura referente al tema de estudio, con el fin de tener claridad sobre las consecuencias a dicha exposición, valores máximos permisibles, métodos de medición, entre otros. Seguidamente se realizará una visita a la empresa con el fin de entender la metodología del proceso utilizado actualmente, frecuencia de la operación, insumos, personal expuesto, equipos de protección personal utilizados, instalaciones, materiales utilizados, entre otras. Una vez estudiado el entorno donde se desarrollan las operaciones, se procederá a realizar las mediciones ambientales pertinentes con el fin de contrarrestar los valores obtenidos con los valores establecidos en literatura. Adicionalmente, se realizará la determinación del ácido hipúrico en orina de los trabajadores que se encuentran principalmente expuestos a la sustancia química.

### **Fase 2: Determinación de los posibles efectos en la salud por la exposición al tolueno como disolvente del caucho en las actividades de fabricación de empaques.**

Con base en la información recolectada en la fase anterior, se procederá a determinar los posibles efectos en la salud que ha ocasionado la exposición al tolueno en los trabajadores de Tecnumaquinados SAS; esto a través de una serie de test y pruebas neurológicas.

**Fase 3: Establecimiento de medidas de mitigación en el proceso que permita disminuir el riesgo por exposición al tolueno en los trabajadores del taller.**

Con los resultados obtenidos en las fases anteriores y teniendo una mejor visión de la situación actual en la empresa Tecnumaquinados SAS y las consecuencias que ha traído consigo la exposición al tolueno en los trabajadores, se procederá a determinar las medidas de mitigación ante el riesgo, las cuales van a ir desde controles administrativos, propuestas de controles ingenieriles y propuesta de dotación con elementos de protección para el personal.

### **6.9 Cronograma de actividades**

A continuación, se muestra el cronograma de las actividades a desarrollar para la ejecución de la investigación:



	Tabulación de los resultados obtenidos.																			
	Análisis de los resultados obtenidos.																			
<b>F</b> <b>A</b> <b>S</b> <b>E</b>  <b>3</b>	Determinar las medidas de mitigación pertinentes ante el riesgo.																			
	Diseñar un programa de vigilancia epidemiológico para el riesgo químico.																			
	Comunicar los resultados de la investigación a la dirección de la empresa.																			

### 6.10 Análisis de la información

Para determinar el grado de cumplimiento de los objetivos propuestos en este proyecto de investigación, la información obtenida a través de los cuestionarios, observación y resultados de laboratorio será tabulada y analizada, con el fin de determinar las consecuencias que ha tenido la exposición del Tolueno en los trabajadores de Tecnimaquinados SAS.

## 7. Resultados

### 7.1 Análisis e interpretación de los resultados

#### 7.1.2.1 Proceso de Disolución de caucho utilizado actualmente en la empresa

#### Tecnimaquinados SAS.

La finalidad de la disolución del caucho actualmente en la compañía Tecnimaquinados SAS, es la de fabricar piezas como arandelas, juntas, copleras entre otros en material de caucho, que

sean más resistentes a la fuerza y a la alta tracción requerida en algunos procesos industriales, especialmente el sector textilero. Para el logro de esta resistencia se hace necesaria la inserción, durante la fabricación, de una lona que, en combinación con el caucho previamente tratado con Tolueno, le otorga a la pieza la consistencia y dureza necesaria. En este caso, el caucho evita que la lona sea afectada por la elevada temperatura durante el proceso de vulcanización.

Actualmente dicho proceso de disolución de caucho en las instalaciones de Tecnumaquinados SAS se lleva a cabo de la siguiente manera:

1. Se realiza el corte en pequeños trozos del caucho (EDPM, Nitrilo, entre otro), con el fin de hacer el proceso de disolución más efectivo y en el menor tiempo posible.

**Figura 2.** Corte del caucho en pequeños trozos.



2. Se realiza el montaje del envase donde se llevará a cabo el proceso de disolución en la máquina de fresado ajustándola con unos soportes de forma tal que cuando se inicie el proceso no se vaya a generar derrame del Tolueno en las instalaciones. Adicionalmente se realiza la adaptación de una hélice con el fin de generar mayor superficie de contacto entre el caucho y el Tolueno.

**Figura 3.** Montaje del envase para el proceso de disolución.



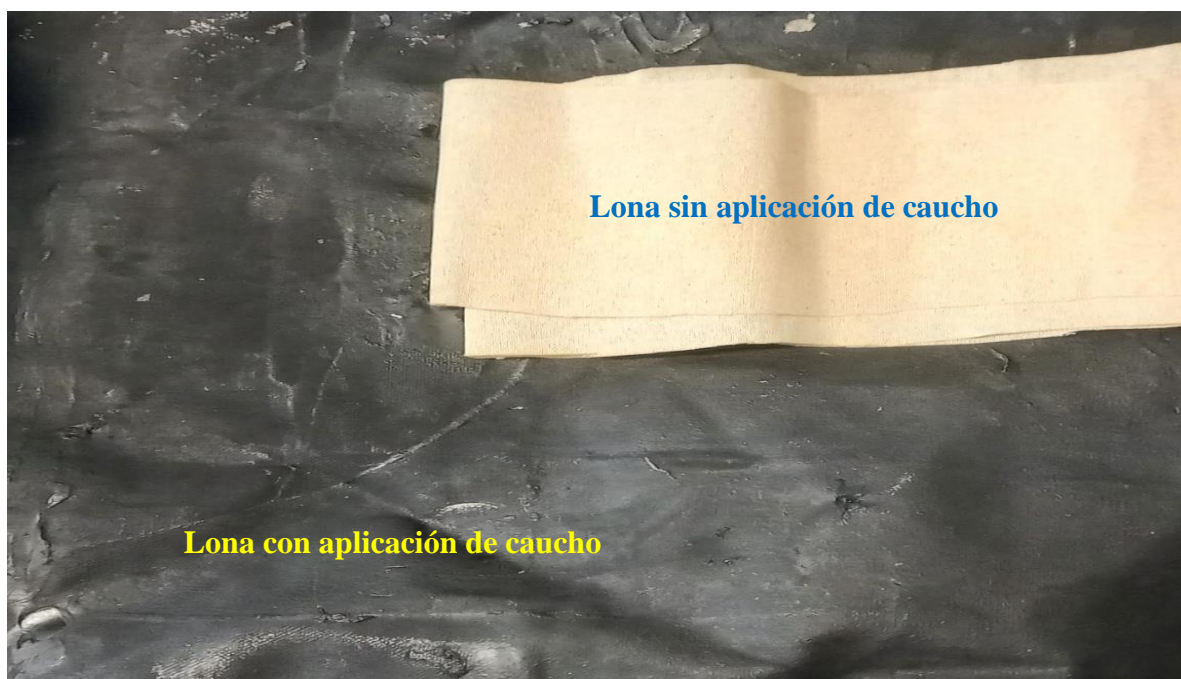
**Figura 4.** Montaje del envase para el proceso de disolución.



3. Una vez realizado el montaje, y con el caucho dispuesto en el envase se procede añadir el Tolueno, esto se realiza según la experiencia de la persona ya que no existe una relación establecida entre la cantidad de caucho y de Tolueno.
4. Este proceso se realiza a una velocidad de constante de 10 m/s aproximadamente por 3 a 4 horas de acuerdo a la cantidad de caucho. Las condiciones locativas donde se desarrolla el proceso, consiste en un espacio cerrado de aproximadamente de 120 m<sup>2</sup>, donde se disponen tres tornos, tres fresadoras, dos vulcanizadoras, dos esmeriles, un taladro de árbol, maquinaria de soldadura, herramientas e insumos necesarios para la fabricación de las diferentes piezas mecánicas.

5. Una vez se obtiene la disolución del caucho, este es aplicado sobre la superficie de la lona, la cual se deja en proceso de secado aproximadamente por 24 horas. Esta lona, queda disponible para la el proceso de fabricación de piezas que así lo ameriten.

*Figura 5. Demostración de lona con y sin aplicación del caucho disuelto.*



#### **7.1.2.2 Determinación de ácido hipúrico en orina del trabajador expuesto**

Se realizó la cuantificación de los niveles de ácido hipúrico en relación a la creatinina urinaria en un (1) trabajador. La persona seleccionada fue aquella que realiza el proceso y está expuesta de forma más cercana al Tolueno. El nivel de Ácido Hipúrico en orina fue igual a 0,89g/L (Ver Anexo 1), siendo este resultado menor a 1.6 g ácido hipúrico /g creatinina, límite máximo permitido, dado por la American Conference Of Governmental Industrial Hygienists. Este valor



nos indica que la frecuencia con la que se realiza el procedimiento de disolución de caucho, así como la dosis de exposición no es determinante en la absorción del Tolueno en el cuerpo de los trabajadores. Es importante mencionar, que el procedimiento de disolución de caucho se realiza cada tres meses aproximadamente, y que depende directamente a la demanda de piezas que ameriten la inserción de la lona internamente.

El análisis de los niveles de ácido hipúrico en relación a la creatinina urinaria se realizó en el Laboratorio de la IPS Aliados Salud Ocupacional.

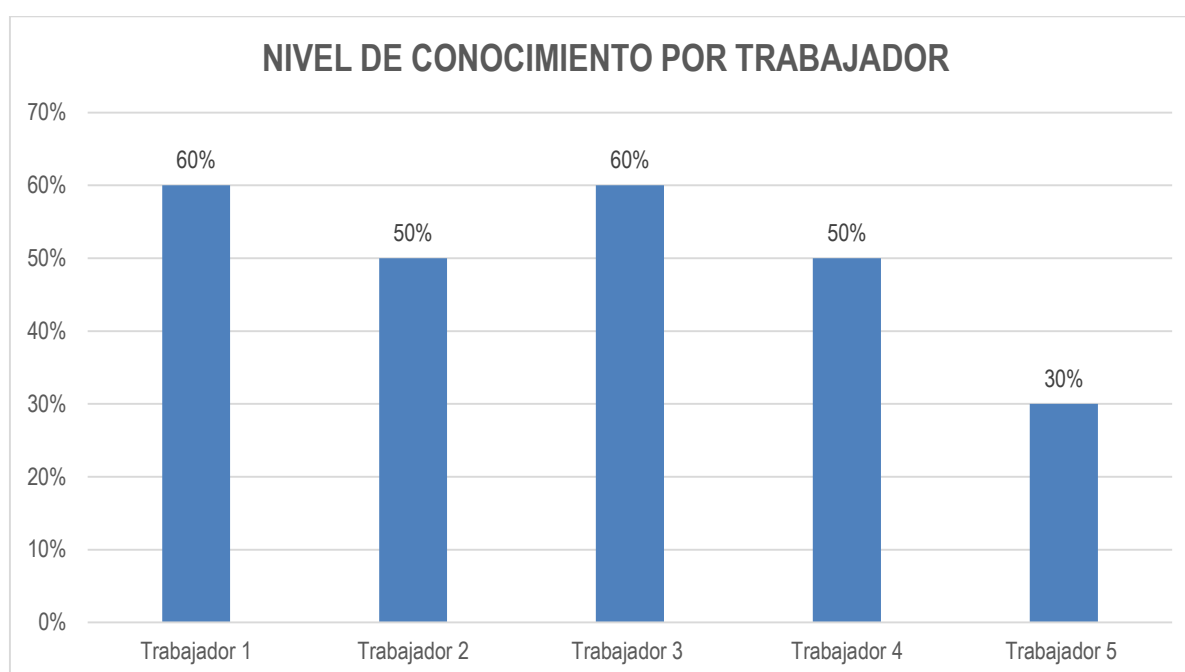
### **7.1.2.3 Diagnóstico inicial del conocimiento en materia de riesgo químico**

Con el fin de determinar el conocimiento actual del personal de taller sobre el riesgo químico se diseñó un cuestionario, el cual consta de 10 preguntas; las cuales estuvieron enfocadas en determinar el grado de conocimiento actual en materia de riesgo químico sobre el personal de taller de Tecnumaquinados SAS (Ver Anexo 2). Estas diez preguntas se agruparon en cuatro (4) áreas de conocimiento sobre el tema, las cuales fueron las siguientes:

1. Interpretación de la información contenida en las fichas de seguridad y etiquetado de productos químicos.
2. Factores que influyen en la dosis de exposición.
3. Vías de penetración de las sustancias químicas sobre el cuerpo humano.
4. Factores de riesgo de las sustancias químicas.

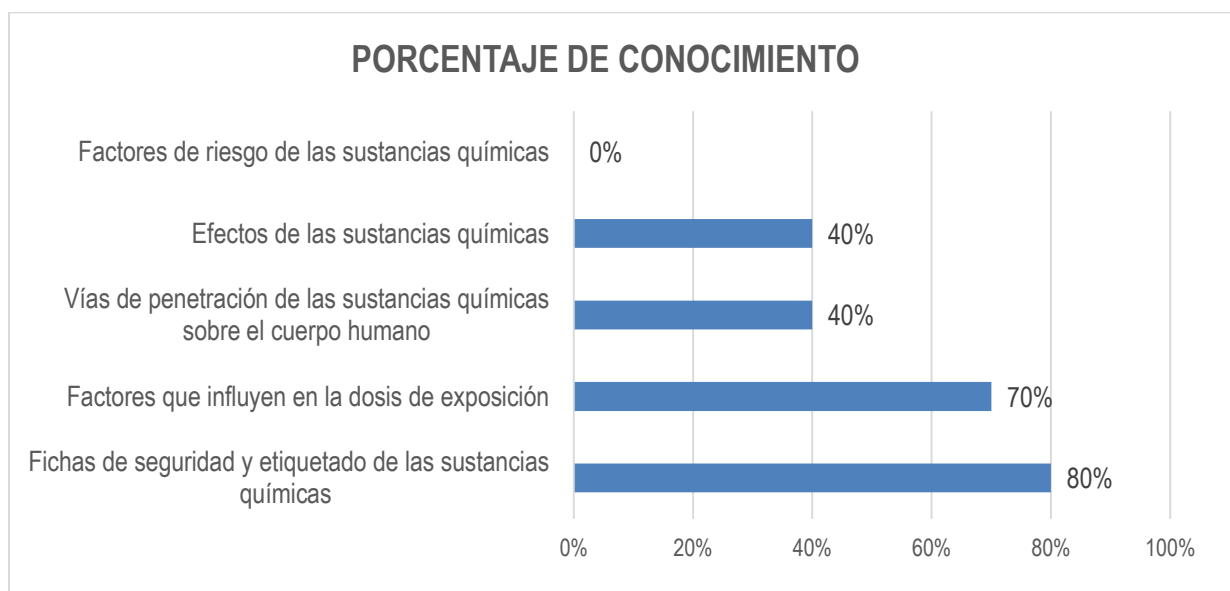
La aplicación del cuestionario anterior se realizó en la sala de juntas de la empresa y tuvo un tiempo máximo para la respuesta del mismo de 30 minutos. Obtenido el desarrollo de los cuestionarios fueron tabulados, dándole una calificación de uno (1) a las respuestas correctas y cero (0) a las incorrectas. Con base a lo anterior, se tuvieron los siguientes resultados:

**Figura 6.** Nivel de conocimiento por trabajador.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 7:** Porcentaje de conocimiento del grupo de trabajadores.



Fuente: Elaboración propia.

Con base en lo anterior se puede decir que los trabajadores N°1 y N°3 cuentan con el mayor grado de conocimiento en las cuatro (4) áreas de conocimiento evaluadas, y coincide además que son las dos personas con más años de experiencia en el cargo y las cuales han recibido dentro de Tecnimaquinados SAS, el mayor número de capacitaciones realizadas.

Adicionalmente, se hace necesario la capacitación del personal en factores de riesgo químico ya que el nivel de conocimiento en esta área de conocimiento fue de 0%.

#### **7.1.2.4 Cuestionario PNF.**

Este cuestionario estudia los síntomas asociados a la exposición a disolventes orgánicos como el Tolueno, los síntomas son: Inestabilidad Psico neurovegetativa (PN), Síntomas neurológicos

(N), Astenia (A), Irritabilidad (E), déficit de la concentración y la memoria (K) a través de 38 preguntas, la cual se califica con 0 para Nunca o Raramente, 1 Algunas Veces, 2 Frecuentemente y 3 Muy Frecuentemente.

La encuesta se aplicó a la totalidad de los trabajadores de Tecnumaquinados SAS.

**Tabla 7**

*Sintomatología reportada por los encuestados.*

Trabajador	Nunca o raramente	Algunas veces	Frecuentemente	Muy Frecuentemente
1	1,3,6,9,14,17,24,26	2,4,7,8,10,11,13,16, 18,19, 20,21,22,23,25,27,2 8,29,30,31,32,33	5,12,15,34,35,36, 37,38	-
2	1,2,3,5,6,7,8,9,10, 11,12,13,14,15,16,1 7,18,19,20,21,23, 24,25,26,27,28,29,3 1,32,34,36,37,38	4,33	22,30	-
3	1,2,6,8,11,14,16,18, 21,22,25,26,32,36	3,4,5,7,9,10,12,13,1 5,17,19,20,23,24,27 ,28,29,30,31,33,34, 35,37,38	-	-
4	1,2,3,4,5,6,8,9,10, 11,12,13,14,15,16,1 8,20,21,22,23,24,26, 27,28,29,30,33,35,3 6,37,38	7,17,19,25,31,32,34	-	-
5	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10, 11,12, 13,14,15,16,17,18,1 9,20,21, 23,24,25,26,27,28,2 9,30,33,35,36,37,38	22	-	-

Fuente: Elaboración propia.

Podemos evidenciar que el trabajador uno (Trabajador encargado de realizar el proceso de disolución del caucho con tolueno), presenta síntomas, más frecuentemente en comparación con sus compañeros, el 60% de los trabajadores de TecniMaquinados SAS presentan más de tres síntomas neurotóxicos asociados con exposición a disolventes, en este caso Tolueno.

**Tabla 8**

*Síntomas Neurológicos.*

Trabajador	Edad	Algunas veces (1)	Frecuentemente (2)	Muy Frecuentemente (3)	PNF
1	46	8,11,18,21,28,31	38	-	8
2	28	-	-	-	0
3	37	28,31,38	-	-	3
4	45	31	-	-	1
5	44	-	-	-	0

Fuente: Elaboración propia.

El trabajador que presenta más síntomas asociados a efectos Neurológicos (N) es el Trabajador N° 1, encontramos que la calificación PNF es la más representativa con 8 PNF Moderado, seguido del trabajador N°3 Discreto, y el trabajador N°4 Discreto según la interpretación de las puntuaciones del cuestionario psicológico neurológico PNF.

**Tabla 9**

*Inestabilidad Psico neurovegetativa*

Trabajador	Edad	Algunas veces (1)	Frecuentemente (2)	Muy Frecuentemente (3)	PNF
1	46	2,4,16,22,30,32	12,34,36	-	12

2	28	4	22,30	-	5
3	37	4,12,24,30,34	-	-	5
4	45	32,34	-	-	2
5	44	22	-	-	1

Fuente: Elaboración propia.

La inestabilidad Psiconeurovegetativa (PN) según la puntuación PNF relacionada con su edad nos informa que es Discreta para todos los trabajadores de Tecnumaquinados SAS.

**Tabla 10**

*Síntomas Astenia.*

Trabajador	Edad	Algunas veces (1)	Frecuentemente (2)	Muy Frecuentemente(3)	PNF
1	46	13,19,23,29,33	-	-	5
2	28	33	-	-	1
3	37	3,9,13,19,23,29,33	-	-	7
4	45	19	-	-	1
5	44	-	-	-	0

Fuente: Elaboración propia.

La astenia (A) se manifiesta en síntomas como: falta de energía, no tener ánimos para trabajar, lentitud, hastío, entre otros, en la empresa Tecnumaquinados SAS encontramos que el trabajador N° 1 y la Trabajadora N° 3 presentan síntomas Moderados representando un 40% y los trabajadores 3 y 1 Síntomas Discretos.

**Tabla 11**

*Síntomas Irritabilidad.*

Trabajador	Edad	Algunas veces (1)	Frecuente-mente (2)	Muy Frecuente-mente(3)	PNF
1	46	25	5,15,35	-	7
2	28	-	-	-	0
3	37	5,15,35	-	-	3
4	45	25	-	-	1
5	44	-	-	-	0

Fuente: Elaboración propia.

En Tecnimaquinados SAS el trabajador N° 1 es quien registra síntomas sobresalientes, seguido de la trabajadora N°3 y el trabajador 4 quienes presentan síntomas Discretos, los síntomas de Irritabilidad (E) se relacionan con cambios de humor, pérdida de paciencia y enojo.

**Tabla 12**

*Déficit de concentración*

Trabajador	Edad	Algunas veces (1)	Frecuente-mente (2)	Muy Frecuente-mente(3)	PNF
1	46	10,20,27	37	-	5
2	28	-	-	-	0
3	37	10,17,20,27,37	-	-	5
4	45	7,17	-	-	2
5	44	-	-	-	0

Fuente: Elaboración propia.

El déficit de concentración y memoria (K), está relacionado con la dificultad para recordar cosas, falta de memoria, distracción y dificultad para concentrarse, encontramos que el

trabajador N°1 presenta síntomas Moderados, la trabajadora N°3 y el trabajador N°4 presentan síntomas discretos.

**Tabla 13**

*Relación Años de experiencia con sintomatología.*

Trabajador	Edad	Exp. en años	Neurológicos (N)	Psico Neurovegetativa (PN)	Astenia (A)	Irritabilidad (E)	Memoria (K)
1	46	10	Moderado	Discreto	Moderado	Sobresaliente	Moderado
2	28	6	-	Discreto	Discreto	-	-
3	37	11	Discreto	Discreto	Moderado	Discreto	Discreto
4	45	8	Discreto	Discreto	Discreto	Discreto	Discreto
5	44	0,1	-	Discreto	-	-	-

Fuente: Elaboración propia.

Como podemos evidenciar en la tabla anterior el Trabajador N°1 es la persona que presenta más afectación neurológica y psicológica con base a lo descrito en el Anexo 4, con síntomas Sobresalientes de irritabilidad que representan el 20%, síntomas Moderados en síntomas neurológicos, Astenia, déficit de la concentración y la memoria con un 60%, y un 20% de síntomas Discretos, este trabajador cuenta con una experiencia de 10 años realizando este proceso de disolución del caucho esporádicamente.



El trabajador N°2 cuenta con 6 Años de experiencia dentro de Tecnimquinados SAS, no es la persona encargada de realizar el proceso de disolución del caucho y su área de trabajo se encuentra a unos metros de distancia del trabajador N°1, presenta síntomas Discretos de inestabilidad psiconeurovegetativa y neurológicos representando un 20% de la totalidad de los síntomas.

La trabajadora N°3 presenta síntomas Discretos en Inestabilidad psico neurovegetativa, Síntomas neurológicos, Irritabilidad, déficit de la concentración y la memoria, representando un 80 % y sintomatología Moderada en Astenia representando un 20%, esta trabajadora no es la encargada de realizar el proceso de disolución del caucho y su área de trabajo se encuentra al lado del trabajador N° 1.

El trabajador N°4 cuenta con 8 años de experiencia en Tecnimquinados SAS, no realiza el proceso de disolución del caucho y su área de trabajo se encuentra alejada del trabajador N°1, presenta sintomatología Discreta en todas las sintomatologías representando el 100%,

El trabajador N°5 lleva un mes en la compañía, nunca ha realizado el proceso de disolución del caucho ni ha estado expuesto al Tolueno y presenta síntomas Discretos en Inestabilidad psico neurovegetativa con un 20%

#### **7.1.2.5 Medidas de intervención.**

#### **Tabla 14**

*Cronograma de intervención.*

Factor a Intervenir	Responsable	Cronograma de intervención			Indicador
		Actividad	Fecha	Costo	
Ventilación	Gerencia General	Instalar sistema de ventilación.	6 meses	\$2.500.000	(Sistemas de ventilación instalados/ sistemas de ventilación propuestos) *100
Elementos de protección personal.	Responsable de SST	Realizar programa de protección personal.	1 mes	\$1.000.000	NA
		Implementar el programa de protección personal	12 meses	\$800.000	(Actividades propuestas/ Actividades ejecutadas) *100
Capacitaciones	Responsable de SST – Gerencia General	Realizar capacitaciones enfocadas en riesgo químico	3 meses	\$300.000	(Capacitaciones propuestas/ Capacitaciones ejecutadas) *100
Programa de manejo de sustancias químicas.	Responsable de SST	Realizar programa de manejo de sustancias químicas.	2 meses	\$1.200.000	NA
		Implementar el programa de manejo de sustancias químicas.		\$3.000.000	(Actividades propuestas/ Actividades ejecutadas) *100
Programa de inteligencia epidemiológica	Responsable de SST	Realizar programa de inteligencia epidemiológica	12 meses	\$ 1.500.000	NA
		Implementar programa de inteligencia epidemiológica		\$ 600.000	(Capacitaciones propuestas/ Capacitaciones ejecutadas) *100

Fuente: Elaboración propia.

## 7.2 Discusión

El cuestionario PNF es una herramienta de gran utilidad para identificar la sintomatología presente en los trabajadores expuestos a Tolueno. Este estudio analiza la afectación neurológica, inestabilidad psiconeurovegetativa, astenia, irritabilidad, déficit de concentración. De los resultados obtenidos, se puede afirmar que el trabajador N°1 ha sido la persona más afectada a la exposición al tolueno en comparación con sus compañeros. Este trabajador ha presentado gran parte de la sintomatología asociada a la exposición al tolueno. Cabe resaltar que su nivel de exposición ha sido mayor en comparación con sus compañeros como se evidencia en la tabla relación de años de experiencia con sintomatología.

Las ponderaciones más elevadas corresponden a el trabajador N°1, siendo la Irritabilidad la sintomatología frecuente, los síntomas neurológicos, astenia y déficit de memoria con frecuencia ocasional; seguido de la trabajadora N°3 quien presenta síntomas moderados de astenia; los demás trabajadores no presentan sintomatología representativa.

Según Bracho Uzcátegui, L (2015) cuando la escala N de síntomas neurológicos, el sujeto que resulte moderado o sobresaliente se debe referir para Evaluación Neurológica. Combinaciones: Inestabilidad Neurovegetativa (PN) y Síntomas Neurológicos (N) cuando resulta moderado o Astenia (A), Irritabilidad (E) Concentración y memoria (K), cuando resultan entre moderado o sobresaliente referir a Evaluación Psicológica.

En este caso el trabajador N°1 presenta síntomas neurológicos moderados, adicionalmente presenta combinación de Astenia y déficit de concentración con síntomas moderados e irritabilidad con síntomas sobresalientes por lo que debe ser evaluado por profesionales de la salud con enfoque Neurológico y Psicológico.

Tras la aplicación del cuestionario PNF se evidencia al igual que en el estudio de Moreno, J. (2008) que el compromiso neuropsicológico a partir de síntomas como la inestabilidad psiconeurovegetativa, astenia, irritabilidad y déficit de concentración y memoria, es un indicador del estado de salud de un individuo en su desempeño ocupacional, y es una alarma en cuanto está asociado a condiciones de bienestar laboral y situaciones de contaminación de agentes tóxicos en el medio ocupacional.

El resultado obtenido de la concentración de ácido hipúrico en orina del trabajador N°1 fue de 0.89 g/L siendo este valor similar a los resultados obtenidos por Junes Rosmery & Lookuy Cristina, (2009) quienes en promedio obtuvieron resultados entre  $0.758 \pm 0.275$  g ácido hipúrico/g creatinina, mientras que la concentración de ácido hipúrico en orina de personas no expuestas es de  $0.422 \pm 0.036$  g ácido hipúrico/g creatinina.

## **8. Análisis financiero**

Para el desarrollo de este proyecto se requieren los siguientes recursos financieros:

## 8.1 Costo del proyecto

### 8.1.1 Recursos Humanos

**Tabla 15**

*Recursos Humanos.*

Recurso Humano	Profesión	Meses	Valor Mes	Valor Total
Patricia Angelica Osorio	Ingeniera Química	3	\$300.000	\$900.000
Angie Lizeth Peña	Ingeniera Ambiental	3	\$300.000	\$900.000
<b>TOTAL RECURSO HUMANO</b>				<b>\$1.800.000</b>

Fuente: Elaboración propia.

### 8.1.2 Recursos Físicos

**Tabla 16**

*Recursos Físicos.*

Recurso Físico	Unidad	Mes	Valor Mes	Valor Total
Internet	2	3	\$160.000	\$480.000
Alquiler de Computadores	2	3	\$200.000	\$600.000
<b>TOTAL RECURSO FISICO</b>				<b>\$1.080.000</b>

Fuente: Elaboración propia.

### 8.1.3 Recursos de implementación propuesta de mejora al proceso de disolución del caucho, con tolueno.

**Tabla 17**

*Recursos de implementación de la propuesta.*

Concepto	Unidad	Periodicidad	Valor Mes	Valor Total	Observaciones
Examen Hipúrico en Orina	1	1	\$55.000	\$55.000	Examen realizado a Trabajador N°1

Programa de protección personal.	1	1	\$1.000.000	\$1.000.000	Documento.
Protección Respiratoria	5	1	\$80.000	\$400.000	Elementos de protección personal para trabajadores.
Guantes	5	2	\$10.000	\$100.000	
Protección Ocular	5	2	\$10.000	\$100.000	
Capacitación EPP's	1	2	\$100.000	\$200.000	
Capacitación Riesgo Químico	1	3	\$100.000	\$300.000	Capacitación a la totalidad de los trabajadores
Programa de manejo de sustancias químicas.	1	1	\$1.200.000	\$1.200.000	Programa.
Implementación programa de sustancias químicas.	1	1	\$3.000.000	\$3.000.000	Adquisición de Kit anti derrames, bandejas auto contenedoras, extintores adecuados, etc.
Implementación de sistema de vigilancia epidemiológico	1	1	\$2.100.000	\$2.100.000	Enfocado en Riesgo Químico.
Sistema de ventilación	1	1	\$2.500.000	\$2.500.000	Instalación de un sistema de ventilación
<b>TOTAL RECURSOS DE IMPLEMENTACIÓN</b>				<b>\$10.955.00</b>	

Fuente: Elaboración propia.

### 8.1.4 Costo total

**Tabla 18**

*Costo Total.*

<b>Recurso</b>	<b>Valor Total</b>
Humano	\$1.800.000
Físicos	\$1.080.000
Implementación	\$10.955.000
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>\$13.835.000</b>

Fuente: Elaboración propia.

## 8.2 Análisis costo beneficio

La viabilidad del proyecto se mide con el índice Beneficio / Costo:

$$\frac{B}{C} = \frac{VAI}{VAC}$$

En donde:

- **B/C**: relación costo-beneficio.
- **VAI**: valor actual de los ingresos totales netos o beneficios netos.
- **VAC**: valor actual de los costos de inversión o costos totales.

Y la interpretación del resultado es la siguiente:

- un B/C mayor que 1 significa que el proyecto es rentable.
- un B/C igual o menor que 1 significa que el proyecto no es rentable. K., A. (2019, 14 septiembre).

En este proyecto el análisis costo beneficio se calcula de la siguiente manera:

**Beneficio:** Ahorro económico tras la disminución de incapacidades generadas por la exposición al Tolueno y posible sanción por ausencia o deficiencia en actividades de promoción y prevención de enfermedades laborales en la empresa Tecnimaquinados SAS.

Actualmente en la empresa se ausentan los trabajadores en promedio 48 días año asumiendo un costo de \$2.080.000 por incapacidades de hasta tres días, así mismo, se debe considerar el Decreto 472 de 2015, el cual reglamenta los criterios de graduación de las multas por infracción a las normas de Seguridad y Salud en el Trabajo, en su artículo 2.2.4.11.4, incluye la ausencia o deficiencia de las actividades de promoción y prevención como un criterio para la aplicación de multas. Dentro de las sanciones, se encuentran definidas de acuerdo al número de trabajadores, tamaño de la empresa y cantidad totales en activos; en el caso de Tecnimaquinados SAS al contar con 5 trabajadores es considerada una microempresa con multas que varían desde 20 SMMLV hasta los 24 SMMLV, es decir e \$21.804.624. Así mismo, se podrá ordenar la clausura o cierre definitivo del lugar, si a la empresa se le desarrollará un Auto debidamente motivado a través de los inspectores de Trabajo y Seguridad Social.

**Tabla 19.**

*Beneficio.*

Total De Empleados	5
Días De Incapacidad Anual	48
Salario Mensual Por Empleado	\$1.300.000
Valor Salarial Por Día	\$43.333
Costo Por Incapacidad Anual	\$2.080.000



Costo Por Posible Sanción	\$21.804.624
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>\$23.884.624</b>
Fuente: Elaboración propia.	

Entonces:

VAI= \$23.884.624

VAC= \$13.835.000

$$\frac{B}{C} = \frac{\$23.884.624}{\$13.835.000} = 1,7$$

Según el cálculo anterior el proyecto es rentable.

## 9. Conclusiones y Recomendaciones

### 9.1 Conclusiones

De acuerdo la aplicación del cuestionario de riesgo químico los trabajadores presentan un 50% de conocimiento sobre el riesgo al cual se encuentran expuestos, desglosado de la siguiente manera 40% sobre el efecto de las sustancias químicas sobre la salud de los trabajadores, 40% en vías de penetración, 40% en efectos, 70% en los factores que influyen en la dosis de exposición, 80% sobre la información contenida en las fichas de seguridad y 0% en los factores de riesgo.

Se evidenció que el proceso de disolución del caucho actualmente es llevado a cabo de forma artesanal y no se toman las medidas preventivas para la manipulación del Tolueno.

Se demostró tras la aplicación del Test PNF que los trabajadores con más años de experiencia dentro de la empresa Tecnimaquinados SAS, han desarrollado sintomatología relacionada con el uso del Tolueno, se evidencia que el Trabajador N°1 quien es la persona encargada de realizar el proceso de disolución del caucho esporádicamente ha presentado toda la sintomatología por exposición al tolueno.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la cuantificación del nivel de ácido hipúrico en relación a la Creatinina urinaria, en el trabajador N°1, se puede decir que la dosis de exposición no es determinante en la absorción de Tolueno en el cuerpo.

Se concluye que la empresa Tecnimaquinados SAS, debe implementar las recomendaciones descritas en este documento, con el fin de mitigar los riesgos por exposición al tolueno.

## **9.2 Recomendaciones**

Instalar un sistema de ventilación, que permita el flujo del aire al interior de la empresa Tecnimaquinados SAS, en las áreas de desarrollo de la actividad de disolución del caucho con Tolueno.

Implementar un programa de protección personal, para los trabajadores del área de taller que se encuentran expuestos al Tolueno, dicho programa debe incluir protección en vías respiratorias, dérmicas y oculares.

Se debe capacitar a los trabajadores del área de Taller en manejo seguro de sustancias químicas, factores de exposición, riesgos y medidas de protección personal.

Se recomienda implementar un programa de manejo de sustancias químicas, que incluya almacenamiento, etiquetado y rotulado de las sustancias.

Se sugiere implementar un programa de inteligencia epidemiológica con el fin de disminuir la incidencia de intoxicación por Tolueno en los trabajadores de TecniMaquinados SAS.

Según la sintomatología presentada por la exposición al Tolueno, se recomienda que el trabajador N°1 sea evaluado por profesionales de la salud con enfoque Neurológico y Psicológico.

Se debe realizar evaluación médica periódica anual a todos los trabajadores expuestos, que incluya historia clínica, datos de identificación, datos demográficos, descripción de las condiciones de trabajo, antecedentes personales y familiares de exposición, y examen médico con énfasis en signos y síntomas de intoxicación crónica.

### **Lista de referencias**

Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación. (s. f.). Plan De Mejoras. Aneca.  
[http://www.uantof.cl/public/docs/universidad/direccion\\_docente/15\\_elaboracion\\_plan\\_de\\_mejoras.pdf](http://www.uantof.cl/public/docs/universidad/direccion_docente/15_elaboracion_plan_de_mejoras.pdf)

Bracho Uzcátegui, L. (2015). Exposición a solventes aromáticos btx (benceno, tolueno, xileno) y sus efectos en la salud de los trabajadores de una industria petrolera del estado Carabobo.

Universidad de Carabobo. Recuperado 28 de julio de 2021, de  
<http://riuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/123456789/5239/1/lbracho.pdf>

Congreso De Colombia. (1993, 2 julio). Ley 55 de 1993. Función Pública.  
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=37687>

Congreso de Colombia. (2012, 11 julio). Ley 1562 de 2012. Ministerio de salud.  
<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/Ley-1562-de-2012.pdf>

Consultorsalud SAS. (2015). Guías de Atención en Seguridad y Salud en el Trabajo.  
Consultorsalud. <https://consultorsalud.com/guias-de-atencion-en-seguridad-y-salud-en-el-trabajo-actualizadas/>

Consejo Colombiano de Seguridad & ICONTEC. (2012, 20 junio). Guía Para La Identificación De Los Peligros Y La Valoración De Los Riesgos En Seguridad Y Salud Ocupacional. Gtc 45.  
Gtc 45.  
<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/6034/ParraCuestaDianaMarcelaVasquezVeraErikaVanessa2016-AnexoA.pdf;jsessionid=72196A0AB4C366F8CC42D4140CA5FE31?sequence=2>

Cruz, C., & Turriago, V. (2015). Diagnóstico De Las Condiciones Ocupacionales En La Planta De Producción De Productos BOXEADOR DE COLOMBIA S.A.S. Universidad ECCI.

<https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/430/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Determinación de ácido hipúrico en orina como indicador de exposición al tolueno en trabajadores de imprentas en los distritos de la provincia de Lima. (s. f.). Recuperado 28 de julio de 2021, de <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/1618?show=full>

Fonseca Patiño, P. A., Heredia Villarroya, J. A., & Navarrete Tarquino, D. M. (2010). Vigilancia médica para los trabajadores expuestos a benceno, tolueno y xileno [MasterThesis, Universidad del Rosario]. <https://repository.urosario.edu.co/handle/10336/1737>

Instituto Nacional de Salud (2020). Crecen intoxicaciones por el uso de sustancias de aseo y desinfección para el supuesto manejo de Covid-19. Bogotá, Colombia.: INS. Recuperado de <https://www.ins.gov.co/Noticias/Paginas/Crecentoxicaciones-por-el-uso-de-sustancias-de-aseo-y-desinfecci%C3%B3n-para-el-supuesto-manejo-de-Covid-19.aspx>

K., A. (2019, 14 septiembre). ¿Qué es el análisis costo-beneficio? Crece Negocios. <https://www.crecenegocios.com/analisis-cost-beneficio/>

Martínez Cardona, E., Plata Moscote, I. F., & Villamizar García, L. F. (2018). Efectos en la salud por el uso del Tolueno en las actividades de limpieza industrial en una microempresa de

Bogotá [Thesis, Corporación Universitaria Minuto de Dios].

<https://repository.uniminuto.edu/handle/10656/8144>

Mancera, M., Mancera, M. T., Mancera, M. R., & Mancera, J. R. (2012). Seguridad Higiene industrial (Gestión del Riesgo) (Primera). Orlando Riaño Casallas.

[https://ashconsultores.com.ar/wpcontent/uploads/2019/06/Libro\\_Seguridad\\_e\\_Higiene\\_industrial\\_ges.pdf](https://ashconsultores.com.ar/wpcontent/uploads/2019/06/Libro_Seguridad_e_Higiene_industrial_ges.pdf)

Ministerio De Gobierno De La República De Colombia. (1994, 22 junio). Decreto Ley 1295 de 1994. Función Pública.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=2629>

Ministerio de trabajo. (2019, 13 febrero). Resolución 312 de 2019.

<https://www.mintrabajo.gov.co/documents/20147/59995826/Resolucion+0312-2019-+Estandares+minimos+del+Sistema+de+la+Seguridad+y+Salud.pdf>

Ministerio de Trabajo. (s. f.). Recomendaciones Guía de atención integral de Seguridad y Salud en el Trabajo para trabajadores expuestos a benceno y sus derivados. Consultor salud.

[https://www.consultorsalud.com/wp-content/uploads/2015/10/guia\\_bencenos.pdf](https://www.consultorsalud.com/wp-content/uploads/2015/10/guia_bencenos.pdf)

Moreno, J. (2008). Alteraciones comportamentales y de personalidad debido a la exposición ocupacional a mercurio en un grupo de mineros del oro de la región del bagre Antioquia

Universidad Ces.

[https://repository.ces.edu.co/bitstream/handle/10946/2359/alteraciones\\_comportamiento\\_personalidad.pdf;jsessionid=2F0CFD9F08E336FADF3A0EFBBC4F172D?sequence=1](https://repository.ces.edu.co/bitstream/handle/10946/2359/alteraciones_comportamiento_personalidad.pdf;jsessionid=2F0CFD9F08E336FADF3A0EFBBC4F172D?sequence=1)

Paipa, L., Torres, J., & Huertas, Y. (2021). Análisis cualitativo de los riesgos asociados a la exposición a sustancias químicas, en los trabajadores del proceso de fabricación del calzado en la empresa Inversiones Palacio SAS. Universidad ECCI.

<https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/978/Nota%20de%20sustentación.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Peralta, K. (2021, marzo). Evaluación de riesgos químicos por Benceno, Tolueno y Xileno en los puestos críticos de los laboratorios de la Universidad Técnica de Ambato. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.

<http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/32558/1/BQ%20270.pdf>

Poveda, L. P. (2017). Determinación de marcadores genéticos en el control biológico de la exposición laboral a disolventes en el sector del calzado [Http://purl.org/dc/dcmitype/Text, Universidad Miguel Hernández]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=136353>

Rubiano, M. del P., Marciales, C., & Duarte, M. (2010). Evaluación del riesgo ocupacional por exposición a benceno, tolueno y xilenos en una industria de pinturas en BOGOTÁ, D.C. Revista



Colombiana de Química, 31(1), 33-43.

<http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/rcolquim/article/view/17153>

Rodríguez, M., Squillante, G., & Rojas, M. (2003). Exposición ocupacional a solventes orgánicos en una fábrica de calzado en Valencia, Venezuela, 2001. *Gaceta Médica de Caracas*, 111(4), 294-301. [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0367-47622003000400005&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0367-47622003000400005&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

Ramírez, L., & Castro, D. (2021). Propuesta De Un Programa De Prevención De Riesgo Químico En La Empresa Industria Química Colombiana S.A.S. “INQUIMICOL”. Universidad ECCI. <https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/1254/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Salazar Padilla, W. J. (2017). Determinación de medidas preventivas y correctivas ante la exposición a tolueno y hexano en el área de tapicería de una fábrica de muebles de madera. 128 hojas. Quito : EPN.

Presidencia de la República. (1990, 25 junio). Promulga el Convenio 170 sobre la Seguridad en la utilización de los productos químicos en el trabajo, adoptado por la Conferencia General de la Organización Internacional del Trabajo el 25 de junio de 1990. Decreto 1973 de 1995. ANLA. <https://www.anla.gov.co/eureka/normatividad/decretos/1257-decreto-1973-de-1995-promulga-el-convenio-170-sobre-la-seguridad-en-la-utilizacion-de-los-productos-quimicos-en-el-trabajo>

adoptado-por-la-conferencia-general-de-la-organizacion-internacional-del-trabajo-el-25-de-junio-de-1990

Presidencia de la República de Colombia. (2015, 26 Mayo). Decreto 1072 De 2015. Ministerio de trabajo.

<https://www.mintrabajo.gov.co/documents/20147/0/DUR+Sector+Trabajo+Actualizado+a+15+de+abril++de+2016.pdf/a32b1dcf-7a4e-8a37-ac16-c121928719c8>

Presidencia de la República de Colombia. (2018, 6 Agosto). Decreto 1496 De 2018. Función Pública. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=87910>

Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación (Vol. 6). Mc Graw Hill. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

Tolueno. (s. f.). Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

<http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/018903/Links/Guia25.pdf>

Urra Araujo, V. (2003). Exposición a solventes orgánicos en la fabricación de productos de plástico reforzados con fibra de vidrio. *Cienc. Trab*, 33-44.

<http://www.cienciaytrabajo.cl/pdfs/10/Pagina%2033.PDF>

Yulibet, R. S. S. (n.d.). *Nocivos En Sus Trabajadores, Lurín 2017*".

## Apéndice

## Anexo 1. Resultado de laboratorio ácido hipúrico.



Nombre  
Identificación  
Edad  
Médico  
No. Ordenamiento

MEDICOS VARIOS

Tel. 1  
Sexo

Fecha de recepción: 29-Nov-2021 7:25 pm  
Fecha de impresión: 03-Dec-2021 10:17 am  
Empresa ALIADOS SALUD OCUPACIONAL  
Sede REFERENCIA  
Fecha Validación 02-Dec-2021 5:25:00p.m.

Copia

Examen	Resultado	Unidades	Valores de Referencia
<b>ACIDO HIPURICO (Tolueno)</b> <b>Metodo: Cromatografía Líquida de Alta Resolución/HPLC</b>	<b>0.89</b>	g/L	<b>0 a 2.0</b>

*Cristian Hoyos*  
CRISTIAN DAVID HOYOS DE HOYOS  
CC 1.064.999.446  
QUÍMICO

*Ivan Ramirez*  
IVAN GIOVANNI RAMIREZ AYALA  
C.C.88.272.036  
BACTERIOLOGO

**Anexo 2.** Cuestionario de evaluación inicial para riesgo químico

1. Indica cuál de los siguientes efectos de las sustancias químicas sobre la salud de los trabajadores es inmediato o corto plazo.
  - a) Asfixia
  - b) Irritación de la piel
  - c) Asbestosis
  - d) Las respuestas a) y b) son correctas
  
2. Indica cuál de los siguientes factores de riesgo de las sustancias químicas depende de las propiedades intrínsecas de la sustancia.
  - a) La concentración de la sustancia en el ambiente de trabajo
  - b) La toxicidad
  - c) La dosis a la que está expuesto el trabajador
  - d) Todas las respuestas anteriores son incorrectas
  
3. La dosis a la que un trabajador está expuesto a una sustancia química depende de:
  - a) La concentración de la sustancia en el ambiente de trabajo
  - b) La edad del trabajador
  - c) El tiempo de exposición del trabajador a la sustancia
  - d) Las respuestas a) y c) son correctas
  
4. La penetración de contaminantes químicos o biológicos en el organismo a través de heridas, cortes, punciones...se conoce como
  - a) Vía respiratoria
  - b) Vía parenteral
  - c) Vía dérmica
  - d) Vía digestiva
  
5. La vía respiratoria de penetración de los agentes químicos supone que estas penetran a través de:
  - a) La piel
  - b) La nariz y boca
  - c) Una herida
  - d) Ninguna de las anteriores
  
6. Las vías de penetración en el organismo de los contaminantes químicos se ordenan de la siguiente forma, según su importancia, de menos a más
  - a) Dérmica, Digestiva, Parenteral, Respiratoria

- b) Digestiva, Parenteral, Dérmica, Respiratoria
- c) Digestiva, Dérmica, Parenteral, Respiratoria
- d) Todas las respuestas anteriores son incorrectas

7. Los disolventes industriales son agentes químicos que producen efectos

- a) Cancerígenos
- b) Sistémicos
- c) Anestésicos
- d) Mutágenos

8. Los valores límite ambientales (VLA) de un agente químico:

- a) Son los valores de referencia con los que se comparan los resultados obtenidos en una medición
- b) Si son superados, suponen unas condiciones de trabajo inseguras para el trabajador
- c) Son los resultados obtenidos en la medición de la presencia y concentración de un agente químico en el ambiente de trabajo
- d) Las respuestas a) y b) son correctas

9. El etiquetado de los envases y las fichas informativas de seguridad de los productos químicos sirven:

- a) Para evitar contactos accidentales con productos químicos
- b) Para que los trabajadores conozcan la peligrosidad de los productos que manejan
- c) Para que los trabajadores conozcan las medidas a tener en cuenta a la hora de su uso
- d) Todas las respuestas anteriores son correctas

10. Indica cuál de los siguientes datos se recoge en la ficha de seguridad de un producto químico:

- a) Medidas a tomar en caso de vertido accidental
- b) Información relativa al transporte
- c) Medidas de primeros auxilios
- d) Todas las respuestas anteriores son correctas

**Anexo 3. Cuestionario PNF-Versión 3****Instituto De Medicina Del Trabajo Departamento De Psicología****CUESTIONARIO PNF**

(Psychologisch-Neurologische Fragebogen) V-3/1987

Elaborado por el Instituto Central de Medicina del Trabajo Berlín, RDA

Nombre: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_ Sexo: M \_\_\_\_\_ F \_\_\_\_\_

Experiencia en el cargo (años): \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ (d m a)

El presente cuestionario tiene el propósito de registrar sus malestares y dolencias. Señale con una cruz en la columna que correspondan con qué frecuencia ha sentido esos malestares y dolencias últimamente. Si en alguna frase aparece más de un malestar márquela aunque haya sentido uno sólo de ellos.

	<b>Nunca o raramente</b>	<b>Algunas veces</b>	<b>Frecuente- mente</b>	<b>Muy frecuente- mente</b>
1. Mareos, vómitos				
2. Dolores de cabeza				
3. No tener ánimos para nada				
4. Gases estreñimiento diarreas				
5. No poder controlarse cuando está bravo o siente rabia				
6. Vahídos, vértigos				
7. Distraerse fácilmente				
8. Pérdida de la fuerza muscular en algunas partes del cuerpo				
9. No tener ánimos para trabajar				
10. Tener dificultades para recordar cosas sencillas				
11. Perturbaciones del equilibrio				
12. Aumento de la necesidad de dormir				
13. Sentirse hastiado de todo				
14. Ahogos, falta de aire				
15. Perder la paciencia y ponerse furioso				
16. Cansarse fácilmente				

17. Tener dificultades para recordar los nombres y las personas				
18. Sentir inseguridad al caminar o al hacer otros movimientos				
19. No tener interés por nada				
20. Falta de memoria				
21. Sentir hormigueo o entorpecimiento en las manos, brazos y piernas				
22. Sudar con facilidad				
23. Lentitud en los movimientos y en las reacciones del cuerpo				
24. Sentir llenura sentir un peso en el estómago				
25. Sentirse irritado por pequeñeces				
26. Sentir molestia en el pecho				
27. Estar distraído				
28. Dificultades en las relaciones íntimas.				
29. No tener energías				
30. Tener sensaciones de frío o calor				
31. Dolores en las articulaciones, pesadez en las extremidades.				
32. Dificultades para conciliar el sueño o despertarse varias veces en la noche.				
33. No querer saber de nadie.				
34. Sentir debilidad, cansancio, agotamiento.				

35. Disgustarse demasiado rápido con las personas.				
36. Sentir sequedad en la boca o salivar mucho.				
37. Tener dificultades para concentrarse.				
38. Sentir temblores en los brazos, las piernas o en todo el cuerpo.				

**PN** \_\_\_\_\_ **N** \_\_\_\_\_ **A** \_\_\_\_\_ **E** \_\_\_\_\_ **K** \_\_\_\_\_ **TOTAL** \_\_\_\_\_



**Anexo 4.** Interpretación de las puntuaciones del cuestionario Psicológico Neurológico PNF

<b>Inestabilidad Psico-neurovegetativa</b>	<b>MASCULINO</b>			<b>FEMENINO</b>			
	<b>Edades Simples</b>	<b>Discreto (1)</b>	<b>Moderado(2)</b>	<b>Sobresaliente(3)</b>	<b>Discreto(1)</b>	<b>Moderado(2)</b>	<b>Sobresaliente(3)</b>
-20	0-11	12-17	18 y más	-16	17-19	20 y más	
21-30 años	0-11	12-17	18 y más	0-16	17-20	21 y más	
31-40 años	0-12	13-18	19 y más	0-17	18-22	23 y más	
41-50 años	0-13	14-18	19 y más	0-18	19-23	24 y más	
51 y más	0-14	15-18	19 y más	0-19	20-24	25 y más	
<b>Síntomas Neurológicos (N)</b>							
-20	0-3	4-5	6 y más	0-5	6	7 y más	
21-30 años	0-4	5-6	7 y más	0-6	7-8	9 y más	
31-40 años	0-4	5-8	9 y más	0-7	8-10	11 y más	
41-50 años	0-5	6-9	10 y más	0-8	9-12	13 y más	
51 y más	0-6	7-10	11 y más	0-9	10-14	15 y más	
<b>Astenia (A)</b>							
-20	0-4	5-7	8 y más	0-6	7-9	10 y más	
21-30 años	0-4	5-7	8 y más	0-6	7-9	10 y más	
31-40 años	0-4	5-7	8 y más	0-6	7-8	9 y más	
41-50 años	0-4	5-7	8 y más	0-6	7-8	9 y más	
51 y más	0-4	5-7	8 y más	0-6	7-8	9 y más	
<b>Irritabilidad (E)</b>							
-20	0-3	4-5	6 y más	0-7	8-10	11 y más	
21-30 años	0-4	5-6	7 y más	0-6	7-9	10 y más	
31-40 años	0-4	5-6	7 y más	0-5	6-8	9 y más	
41-50 años	0-4	5-6	7 y más	0-5	6-7	8 y más	
51 y más	0-4	5-7	8 y más	0-4	5-6	7 y más	
<b>Concentración y Memoria (K)</b>							
-20	0-4	5-7	8 y más	0-5	6-7	8 y más	
21-30 años	0-4	5-7	8 y más	0-5	6-8	9 y más	
31-40 años	0-4	5-7	8 y más	0-5	6-8	9 y más	
41-50 años	0-4	5-7	8 y más	0-5	6-8	9 y más	
51 y más	0-4	5-7	8 y más	0-5	6-9	10 y más	

Autor: (J. Moreno, 2008)