

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK
FACULTAD DE CIENCIAS DEL TRABAJO Y
COMPORTAMIENTO HUMANO

Trabajo de fin de carrera titulado:

**“PLAN DE CONTROL DE CONTAMINANTES
HIGIÉNICOS EN INDUSTRIA QUÍMICA”**

Realizado por:

ALEXANDRA ESTEFANIA BUSTOS MORENO

Director del proyecto:

Esteban Carrera

Como requisito para la obtención del título de:

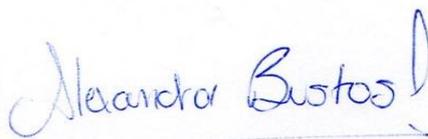
**MAGISTER EN SEGURIDAD Y SALUD
OCUPACIONAL**

Quito, agosto de 2018

DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, ALEXANDRA ESTEFANIA BUSTOS MORENO, con cedula de identidad # 1721714259, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado a calificación personal; y, que ha consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por La normativa institucional vigente.



Alexandra Estefanía Bustos Moreno

C.C.: 1721714259

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

**“PLAN DE CONTROL DE CONTAMINANTES HIGIÉNICOS EN INDUSTRIA
QUÍMICA”**

Realizado por:

ALEXANDRA ESTEFANIA BUSTOS MORENO

como Requisito para la Obtención del Título de:

MAGISTER EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

ha sido dirigido por el profesor

Esteban Carrera

quien considera que constituye un trabajo original de su autor

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Esteban Carrera', with a long horizontal line extending to the right.

Esteban Carrera

DIRECTOR

DECLARATORIA PROFESORES INFORMANTES

Los profesores informantes:

MICHELLE FERRER

RUBEN VÁSCONEZ

Después de revisar el trabajo presentado,
lo han identificado como apto para su defensa oral ante
el tribunal examinador.



Michelle Ferrer



Ruben Vásconez

Quito, agosto 2018

DEDICATORIA

A todos los que me apoyaron en esta meta, especialmente a mi familia quienes son mi
corazón.

RESUMEN

Los agentes químicos son factores de riesgo de enfermedades profesionales u ocupacionales sin control en las industrias provocaría el incremento del ausentismo y de las primas, disminución del rendimiento y de la producción, desmotivación por parte del personal e inclusive la reputación de la empresa se podría ver afectada. En esta investigación se analizan resultados de monitoreos de los agentes: formol, VAM, butil acrilato y tolueno de una industria química ubicada al sur de Quito desde el año 2013 al 2017 con la norma UNE EN 689 “Atmosferas en el lugar de trabajo. Directrices para la evaluación de la exposición por inhalación de agentes químicos para la comparación con los valores límites y estrategia de la medición” se calcula la media geometría por agente anual y comparación con el anexo F de la norma UNE EN 689 “intervalo para mediciones periódicas”. Se concluye con una propuesta de plan de monitoreo de higiene industrial de agentes químicos con frecuencias determinadas para agente químico, presupuesto tentativo y un instructivo estandarizado los monitoreos de higiene industrial el cual cuenta con tres momentos antes durante y después del monitoreo conformado por las siguientes fases: operativa, técnica, seguridad y conductual.

Palabras claves: agentes químicos, monitoreo de higiene, seguridad y salud en el trabajo.

ÍNDICE GENERAL

I. CAPÍTULO	1
1.1. El problema de investigación.....	1
1.2. Objetivo general.....	7
1.3. Objetivos específicos	7
1.4. Justificación	8
1.5. Marco teórico.....	10
1.5.1. Fundamentos legales.....	10
1.5.1.1. Internacionales	10
1.5.1.2. Nacionales.....	11
II. CAPÍTULO.....	24
2.1 Nivel de estudio	24
2.2 Modalidad de investigación	24
2.3 Método	25
2.4 Población y muestra.....	25
III. CAPÍTULO.....	26
3.1 Presentación y análisis de resultados.....	26
3.2 Aplicación práctica.....	56
IV. CAPÍTULO.....	64
4.1 Conclusiones	64
4.2 Recomendaciones.....	66
MATERIALES DE REFERENCIA.....	67

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Metodología Higiénica.....	12
Gráfico 2 Tipos de TLV	15
Gráfico 3 Pictogramas del Formol	16
Gráfico 4 Pictogramas del VAM.....	17
Gráfico 5 Pictogramas Butil Acrilato.....	18
Gráfico 6 Pictogramas Tolueno.....	20
Gráfico 7 Toxicología Laboral	22
Gráfico 8 Diagrama de flujo para producción de formaldehído y UFC.....	29
Gráfico 9 Diagrama de flujo de Resinas y Adhesivos.....	32
Gráfico 10 Distribución de las mediciones de formol 2013-2017	47
Gráfico 11 Distribución de las mediciones de VAM 2013-2017.....	50
Gráfico 12 Distribución de las mediciones de Butil Acrilato 2013-2017	52
Gráfico 13 Distribución de las mediciones de Tolueno 2013-2017.....	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Toxicología del Formol.....	17
Tabla 2 Toxicología del VAM	18
Tabla 3 Toxicología de Butil Acrilato.....	19
Tabla 4 Toxicología del Tolueno	21

PLAN DE CONTROL DE CONTAMINANTES HIGIÉNICOS EN INDUSTRIA QUÍMICA

Tabla 5 Diagrama de flujo del área de producción	26
Tabla 6 Detalle de actividades Operador Planta de Formol	31
Tabla 7 Detalle de actividades Operador Producción – Resinas.....	33
Tabla 8 Detalle de actividades Operador Producción - Adhesivo.....	36
Tabla 9 Plan de monitoreo por áreas de trabajo	40
Tabla 10 Resultados históricos de monitoreos higiénicos 2013-2017	40
Tabla 10 Resultados históricos de monitoreos higiénicos 2013-2017	41
Tabla 10 Resultados históricos de monitoreos higiénicos 2013-2017	42
Tabla 11 Resultados históricos de Formol 2013-2017.....	43
Tabla 12 Resultados históricos de VAM 2013-2017	44
Tabla 13 Resultados históricos de Butil Acrilato 2013-2017.....	45
Tabla 14 Resultados históricos de Tolueno 2013-2017	46
Tabla 15 Resumen de muestras y tiempos de monitoreos por áreas Formol en el período 2013- 2017.....	47
Tabla 16 Resultados obtenidos de acuerdo a concentraciones formol área de formol 2013- 2017.....	48
Tabla 17 Resultados obtenidos de acuerdo a concentraciones formol área de resinas 2013- 2017.....	49
Tabla 18 Resultados obtenidos de acuerdo a concentraciones formol área de adhesivos 2013- 2017.....	49
Tabla 19 Resumen de muestras y tiempos de monitoreos por áreas VAM en el período 2013- 2017.....	50

PLAN DE CONTROL DE CONTAMINANTES HIGIÉNICOS EN INDUSTRIA QUÍMICA

Tabla 20 Resultados obtenidos de acuerdo a concentraciones VAM área de Resinas 2013-2017.....	51
Tabla 21 Resultados obtenidos de acuerdo a concentraciones VAM área de Adhesivos 2013-2017.....	51
Tabla 22 Resumen de muestras y tiempos de monitoreos por áreas Butil Acrilato en el período 2013-2017.....	52
Tabla 23 Resultados obtenidos de acuerdo a concentraciones Butil Acrilato en el área de Resinas 2013-2017	53
Tabla 24 Resultados obtenidos de acuerdo a concentraciones Butil Acrilato en el área de Adhesivos 2013-2017.....	53
Tabla 25 Resumen de muestras y tiempos de monitoreos por áreas Tolueno en el período 2013-2017.....	54
Tabla 26 Resultados obtenidos de acuerdo a concentraciones Tolueno en el área de Resinas 2013-2017de monitoreos por áreas Tolueno en el período 2013-2017.....	55
Tabla 27 Resultados obtenidos de acuerdo a concentraciones Tolueno en el área de Adhesivos 2013-2017.....	55
Tabla 28 Intervalo de tiempo por índice de exposición	56
Tabla 29 Propuesta de plan de monitoreo de higiene industrial de agentes químicos	58

I. CAPÍTULO INTRODUCCIÓN

1.1. El problema de investigación

La higiene industrial es la ciencia y arte dedicado al reconocimiento, evaluación y control de aquellos factores ambientales o tensiones emanados o provocados por el lugar de trabajo y que pueden ocasionar enfermedades, destruir la salud y el bienestar o crear algún malestar significativo entre los trabajadores o los ciudadanos de una comunidad. (AIHA , 2018)¹.

Se puede concluir que la higiene industrial es la mejora continua un ciclo de planificar, hacer, verificar y actuar PHVA. Los objetivos de la higiene industrial son la protección y promoción de la salud de los trabajadores, la protección del medio ambiente y la contribución a un desarrollo sostenible. (OIT)

En la edad antigua Grecia 399 AC existen descripciones de algunas enfermedades en la obtención de azufre por Platón y Lucrecio, en la edad media Avicena o Abu Ali Al Hussen ibn Abdallah advirtió la relación entre cólicos saturninos y la manipulación de pinturas con contenido de plomo.

La edad moderna con su representante Paracelso identifica la relación causal de las diferentes dosis con los efectos de una misma sustancia “todo es veneno dependiendo de la dosis “. Ramazzinni introduce por primera vez el termino de higiene el cual detalla los riesgos

¹ AIHA: American Industrial Hygiene Association

profesionales cincuenta y cuatro. El concepto de la salud (OMS , 2018) ²« equilibrio y bienestar físico mental y social » que incluye :

- La salud física como resultado del funcionamiento correcto del conjunto de células tejidos, órganos y sistemas del cuerpo
- La salud psíquica que presume un equilibrio intelectual y emocional
- La salud social o bienestar en la vida relacional del individuo.

Según el Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo CD 513 los factores de riesgo de la enfermedades profesionales u ocupacionales son:

- Agentes químicos
- Agentes físicos
- Agentes biológicos
- Riesgos ergonómicos
- Factores psicosociales

Los factores mecánicos no son considerados ya que estos ocasionan accidentes laborales, la higiene industrial y salud ocupacional tiene una estrecha relación la primera evalúa y corrige las condiciones ambientales partiendo de criterios de validez general y la segunda es la que ejerce el control y vigilancia directa del estado de salud del trabajador cuya alteración, puede venir causada por las condiciones de su ambiente en el trabajo. (MAPFRE, Segunda edición)

² OMS: Organización mundial de la salud

Con un tiempo de exposición igual o superior a seis meses más los cinco criterios de diagnóstico de enfermedades profesionales: clínico, ocupacional, higiénico – epidemiológico – laboratorio y médico legal se califican las enfermedades profesionales en el país. (IESS, 2016)

El Seguro General de Riesgo de Trabajo SGRT año 2015 califico 461 casos de enfermedades profesionales en pichincha de un reporte total de 990 casos, en el año 2016 se calificaron 120 casos en la misma provincia con un reporte total de 487 casos. En el año 2017 se receptan 630 casos y no se procede a la calificación en la provincia seleccionada.

Actualmente se han receptado 146 en el transcurso del año 2018 sin calificaciones al momento. (SGRT, 2018) . Las enfermedades profesiones son afecciones crónicas, causadas de una manera directa por el ejercicio de la profesión u ocupación que realiza el trabajador como resultado de *la exposición a factores de riesgo* , que producen o no incapacidad laboral (IESS, 2016). En base a las estadísticas de la entidad reguladora se evidencia la cultura de reporte a nivel del país y la evidencia objetiva de la relación causa –efecto para la calificación de las enfermedades ocupacionales por el Comité de valuación de incapacidades y de responsabilidad patronal CVIRP.

La meta en salud ocupacional es cero enfermedades profesionales para lograr esto se requiere el trabajo en conjunto de higiene industrial con la vigilancia de la salud de los trabajadores. Según estimaciones de la (OIT , 2015) cada año muren más de 2,3 millones de mujeres y hombres a causa de lesiones o enfermedades en el trabajo y casi dos millones de muertes son provocadas por enfermedades vinculadas con el trabajo; también se estima que anualmente ocurren 160 millones de casos de enfermedades relacionadas con el trabajo lo cual significa que diariamente 860,000 personas sufren lesiones en el trabajo.

Una enfermedad profesional crea responsabilidades legales (Constitución de la república del Ecuador, 2012) Art 326 «los derechos laborales son irrenunciables e intangibles» además producen costos directos e indirectos. Inclusive los costos totales ascienden a casi el 4 % del PIB anual mundial un aproximado de 2,8 billones. Todas las enfermedades profesionales son prevenibles aplicando las acciones técnicas, factibles, conjuntas y efectivas al origen, medio y receptor.

La protección de la salud en el lugar de trabajo requiere, un conjunto básico de normas de salud ocupacional a fin de asegurar que en todos los lugares de trabajo se cumplan los requisitos mínimos de protección de la salud y la seguridad. Plan de acción mundial (OMS , 2007) objetivo 12: proteger y promover la salud en el lugar de trabajo. La comunidad europea cuenta con la normativa Real Decreto 374/2001 Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo. Y la norma UNE –EN 689: Atmosferas en el lugar de trabajo: Directrices para la evaluación de la exposición por inhalación de agentes químicos para la comparación con valores límite y estrategia de la medición.

El ministerio de trabajo en Ecuador firmo el C- 170: Convenio sobre la seguridad en la utilización de los productos químicos en el trabajo (OIT, 1990) considerando que es esencial para prevenir las enfermedades y accidentes causados por los productos químicos “proporcionar información a los trabajadores sobre los productos químicos así como las medidas adecuada de prevención que les permita participar eficazmente en los programas de protección” .

La legislación vigente a nivel nacional es el CD 513 artículo 53: Principios de la acción preventiva ítem c) identificación de peligros, medición, evaluación y control de los riesgos en

los ambientes laborales. Según la (OIT) El comportamiento que deberíamos adoptar frente a la problemática es el seguimiento de las etapas prácticas de la higiene industrial:

- Identificación: de posibles peligros para la salud en el medio ambiente de trabajo
- Evaluar: valorar la exposición y extraer conclusiones sobre el nivel de riesgo para la salud humana
- Prevención y control: consiste en desarrollar e implantar estrategias para eliminar o reducir a niveles aceptables la presencia de agentes y factores nocivos en el lugar de trabajo, teniendo también en cuenta la protección del medio ambiente.

Las industrias químicas cambian la estructura molecular de materiales naturales con el fin de obtener productos útiles para la vida cotidiana y de consumo masivo. Existen en el mundo unos 6.000.000 de productos químicos registrados y aproximadamente unos 70.000 son empleados habitualmente en la industria creciendo cada año. (Ángel, 2014). Los principales riesgos en las industrias químicas son la explosividad, comburencia, la inflamabilidad y exposiciones químicas de los trabajadores según el RD 374/2001 (Ministerio de trabajo y asuntos sociales) la exposición química es la presencia de un agente químico en el lugar de trabajo que implica el contacto de este con el trabajador , normalmente por inhalación o por vía dérmica.

Las ventas mundiales de productos químicos son lideradas por Asia 40.2 % , con un 22% la Unión Europea , NAFTA ³ 21.2% y América Latina con un 4.2% (Cámara de la industria química y petroquímica , 2011) . En Ecuador contamos con APROQUE⁴ uno de sus objetivos

³ NAFTA: Tratado de libre comercio de América del Norte

⁴ APROQUE: Asociación de productores químicos del Ecuador

es “promover el proceso y desarrollo sustentable de las industrias químicas nacionales y afines para alcanzar un alto nivel de eficacia para el mejor desempeño de servicio al país”.

Empresa ubicada al sur de Quito, zona industrial fue fundada en 1977, desde el año 2001 pasa a una multinacional cuentan con 17 años en Ecuador especializados en la rama Wood Coating (resinas y adhesivos) la actividad económica de la empresa es la fabricación de plásticos en formas primarias: aminóresenos, resinas fenólicas y poliuretanos; conformado por dos plantas la de formaldehído instalada en septiembre 2008 y la planta de resinas –adhesivos.

El proceso con mayor exposición a agentes químicos es operaciones “producción” conformado por las áreas: formol, resinas y adhesivos las principales sustancias peligrosas de acuerdo al rombo de la NFPA 704 y SGA⁵ manejadas en las áreas son : formol , vinil acetato monómero VAM , butil acrilato y tolueno por la afectación a la salud de los trabajadores. La exposición del trabajador al agente químico peligroso considerando la frecuencia y la cantidad de la exposición (TLV) puede relacionarse con una determinada enfermedad profesional.

Un futuro sin control de las empresas antes los agentes higiénicos (químicos) provocaría el incremento del ausentismo y de las primas, disminución del rendimiento y de la producción, desmotivación por parte del personal e inclusive la reputación de la empresa se podría ver afectada, continuando con el ciclo del PHVA debemos enfocarnos en la verificación y acción.

⁵ SGA: Sistema mundialmente armonizado / GHS: Global Harmonized System

1.2. Objetivo general

Proponer un modelo de gestión para los contaminantes químicos formol, VAM, butil acrilato y tolueno en las áreas productivas en industria química, para conocer la concentración de los químicos bajo el análisis de mediciones higiénicas.

1.3. Objetivos específicos

- Sistematizar el proceso de mediciones higiénicas industriales de los principales agentes químicos, para crear un estándar dentro de la industria química.
- Determinar un plan con frecuencias de monitoreo de higiene industrial de los principales agentes químicos, que permita homologar los criterios en las mediciones de higiene industrial.
- Definir instructivo para monitoreos de higiene industrial para los principales contaminantes químicos para estandarizar las acciones en la industria química.

1.4. Justificación

Este tema de investigación es de vital importancia para las industrias químicas y para nuestro país Ecuador por el crecimiento en este sector, contamos con normativa internacional para en la evaluación de riesgos químicos de acuerdo a los niveles de exposición podemos llegar a una conclusión sobre la exposición del trabajador como aceptable e inaceptable. A nivel nacional la legislación menciona la protección al trabajador como un pilar en la seguridad y salud ocupacional.

Existe una brecha en la legislación de nuestro país referente a las exigencias de monitoreos en sustancias químicas versus las frecuencias de monitoreos subsecuentes en base al resultado obtenido en los monitoreos. El componente con mayor afectación será el humano los trabajadores con una exposición continua y sin un componente preventivo llegaran a enfermedades laborales.

Las acciones preventivas deben iniciarse mucho antes de que se manifieste cualquier daño para la salud inclusive antes que se produzca la exposición, el medio ambiente de trabajo debe someterse a una vigilancia continua para que sea posible detectar, eliminar y controlar los agentes y factores peligroso antes de que causen un efecto nocivo. (OIT)

El contar con un modelo de gestión para los contaminantes químicos, nos permitirá garantizar la operación de la empresa, la seguridad y salud de los empleados; además es un derecho de los trabajadores “los riesgos provenientes del trabajo son de cargo del empleador “ art 38 y los empleadores están obligados a “asegurar a sus trabajadores condiciones de trabajo

que no presenten peligro para la salud o su vida” art 410 y por parte de los trabajadores “sujetarse a las medidas preventivas e higiénicas “ art 45 Código del Trabajo (Congreso Nacional , 2015) , es una responsabilidad compartida tanto del empleador como del trabajador.

El desarrollo del modelo de gestión en la empresa química propuesto ayudara a planificar, hacer, verificar y actuar el cumplimiento de normas de seguridad estandarizando los monitoreos y contribuyendo a un desarrollo seguro y sostenible sin comprometer a las futuras generaciones.

Una buena gestión debe ser capaz de distinguir entre lo que llama la atención y lo que es importante , los estudios muy detallados que incluyen muestreo y análisis que generan resultados muy exactos y precisos pueden ser muy impresionantes, pero *lo verdaderamente importante son las decisiones y las medidas que se adoptan en consecuencia.* (OIT) de acuerdo al criterio mencionado por la OIT la presente investigación hará énfasis en la medición y análisis de datos de los diversos químicos “formol , VAM , tolueno , butil acrilato “ en las áreas productivas de la industria química.

El formol es sospechoso de provocar cáncer en el hombre en base a la existencia de evidencia en animales, toxico en caso de inhalación y contacto con la piel y sensibilizante⁶. El tolueno es altamente inflamable y cuenta con limites biológico de exposición VLB o-cresol y acido hipúrico en orina. Otro químico sensibilizante es el butil acrilato irritante para vías respiratorias y oculares además es inflamable. El vinil acetato monómero es nocivo en caso de inhalación, irritando las vías aéreas. LEP (INSHT , 2017)

⁶ Sensibilizante: son sustancias y preparados que, por inhalación o penetración cutánea pueden ocasionar una reacción de hipersensibilidad, de forma que una exposición posterior a esa sustancia o preparado dé lugar a efectos negativos característicos.

1.5. Marco teórico

1.5.1. Fundamentos legales

1.5.1.1. Internacionales

La evaluación de la exposición laboral a contaminantes químicos en la NTP 406 guiada por la norma UNE EN 689-1996 Atmosferas en el lugar de trabajo directrices para la evaluación de la exposición por inhalación de agentes químicos; inicia con la identificación de posibles exposiciones relación causa – efecto de las sustancias químicas que intervienen en el proceso industrial y que afecten al puesto de trabajo, la segunda etapa es la valoración inicial recabando información de etapas anteriores, posterior a esta etapa se realiza la evaluación básica en la cual se estima el riesgo finalizando con la evaluación a detalle la magnitud del riesgo derivado y las causas que generan la exposición a agentes químicos.

Siendo el objetivo final la obtención de datos suficientes para decidir con criterios la actuación preventiva a emprender, la evaluación de riesgo se extiende desde la detección del riesgo hasta el conocimiento del orden de magnitud del mismo, la información previa es absolutamente necesaria y condiciona todo el proceso de evaluación.

El real decreto 374/2001 sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo tiene como objetivo establecer las disposiciones mínimas para la protección de los trabajadores contra los agentes químicos se habla de presencia y no de exposición, el ámbito de aplicación es hacia los que estén o puedan estar presente en el lugar de trabajo.

1.5.1.2. Nacionales

Los empleadores deberán adoptar y garantizar el cumplimiento de medidas necesarias para proteger la salud y el bienestar de los trabajadores entre otros, a través de los sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo. CAN 584

El decreto ejecutivo 2393 reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo exige a los empleadores *identificar, evaluar, controlar y prevenir* los riesgos de trabajo utilizando técnicas de prevención. La resolución 513 detalla la obligación de las empresas al implementar mecanismos de prevención como medio de cumplimiento obligatorio de las normas legales, haciendo énfasis en lo referente a la acción técnica.

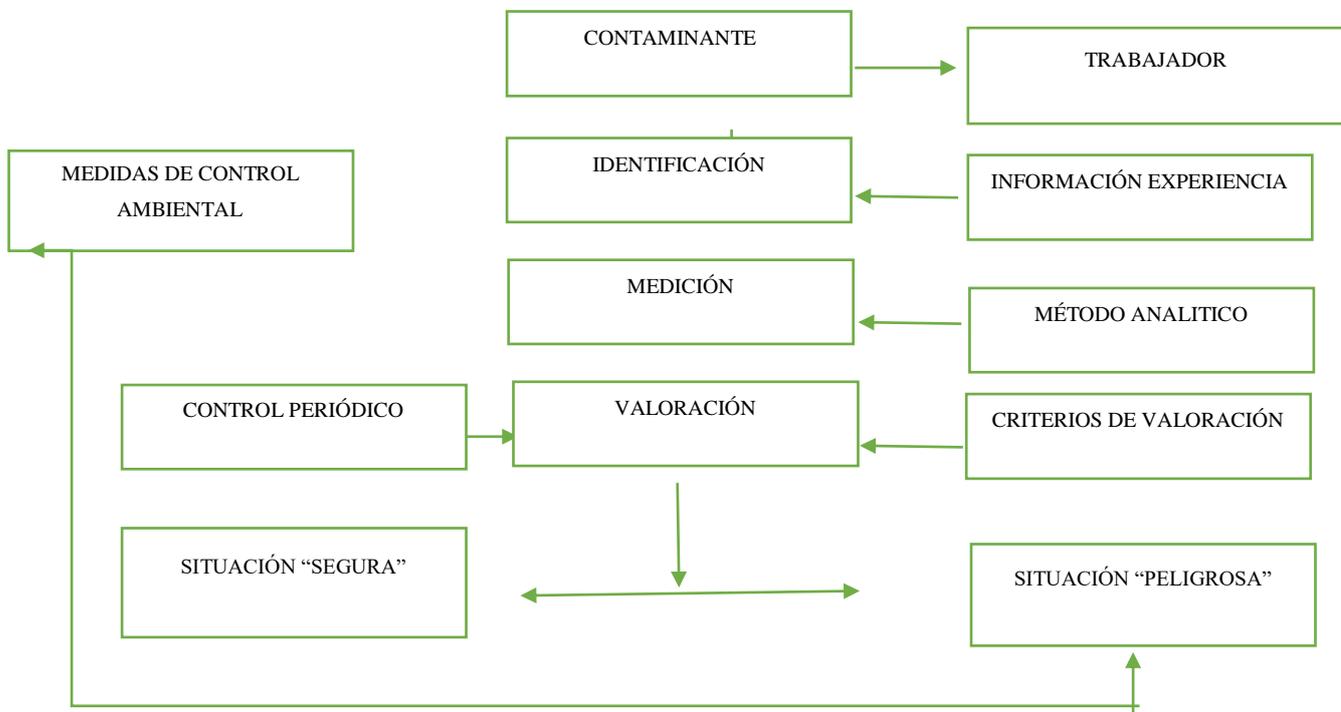
1.5.2. Higiene industrial

La metodología higiénica ante un contaminante químico⁷ se basa en cuatro operaciones: la identificación del contaminante , la medición de la dosis , la valoración de la exposición por comparación con los criterios de valoración y el establecimiento de medidas de control enfocadas al trabajador o al medio ambiente. (Marin Andres, 2007) , dependiendo del tipo de exposición se cataloga como “situación segura “ o “ situación peligrosa” la interacción detallada se encuentra en el grafico número 1.

⁷ Agentes químicos: porción de materia inerte, es decir no viva en cualquier estado de agregación sólido, líquido o gas

Los principales agentes nocivos pueden ser físicos, biológicos y químicos clasificados de acuerdo a la forma molecular: gases – vapores y en forma de agregados moleculares “aerosoles” en solidos: polvo – humo y líquidos: niebla.

Gráfico 1 Metodología Higiénica



Elaborado por: Alexandra Bustos

1.5.3. Exposición laboral agentes químicos

En la etapa de la evaluación (Gráfico 1) es necesario determinar el tiempo de real de exposición al contaminante, calcular la dosis de la concentración por el tiempo de exposición generalmente en las siguientes unidades mg/m³ – ppm y la comparación con los valores limites comprobando si las situaciones son seguras o peligrosas.

La exposición laboral puede ser:

- 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 8 horas diarias (FREMAP, 2016). Se puede calcular matemáticamente por la siguiente fórmula

$$ED = \frac{\sum Ci * Ti}{8}$$

CCm = Medida a la que está expuesto el trabajador a un agente químico durante un determinado tiempo.

- Exposición de corta duración EC

Es la concentración medida del agente químico en la zona de respiración del trabajador, medida o calculada para cualquier periodo de 15 minutos a lo largo de la jornada laboral , excepto para aquellos agentes químicos para los que se especifique un periodo de referencia inferior. (FREMAP, 2016) . Se puede calcular matemáticamente por la siguiente fórmula

$$EC = \frac{\sum Ci * Ti}{15}$$

CCm = Medida a la que está expuesto el trabajador a un agente químico durante un determinado tiempo.

Existen diversos límites de exposición profesional , para realizar la comparación de la concentración obtenida , en American contamos con OSHA⁸ cuentan con los PEL⁹ son los únicos con validez desde el punto legal .

Los REL ¹⁰ establecidos por National Institute for Occupational Safety and Health NIOSH son revisados periódicamente y recomiendan límites de exposición a sustancias o condiciones potencialmente peligrosas en el ámbito de trabajo no tienen valor legal.

Los que gozan de mayor prestigio son los Threshold Limit Values *TLV* de la American Conference o Governmental Industrial Hygienists ACGIH estos tienen carácter de recomendación se publican anualmente, son la relación de valores permisibles con los efectos a la salud de las sustancias químicas y físicas. También cuentan con índices de exposición biológicos Biological Exposure Indices BEI.

En la unión Europea UE considera los Valores Limites Ambientales VLA como referencia para concentraciones de los agentes químicos en el aire, 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. Existen dos tipos de limites el VLA –ED Valor límite ambiental exposición diaria de referencia para la exposición cotidiana 8 horas diarias y 40 horas semanales y e VLA-EC Valor límite ambiental exposición de corta duración de referencia en exposiciones corta calculada en el periodo de 15 minutos a lo largo de la jornada laboral, excepto para aquellos agentes sobre los que se especifique un tiempo inferior.

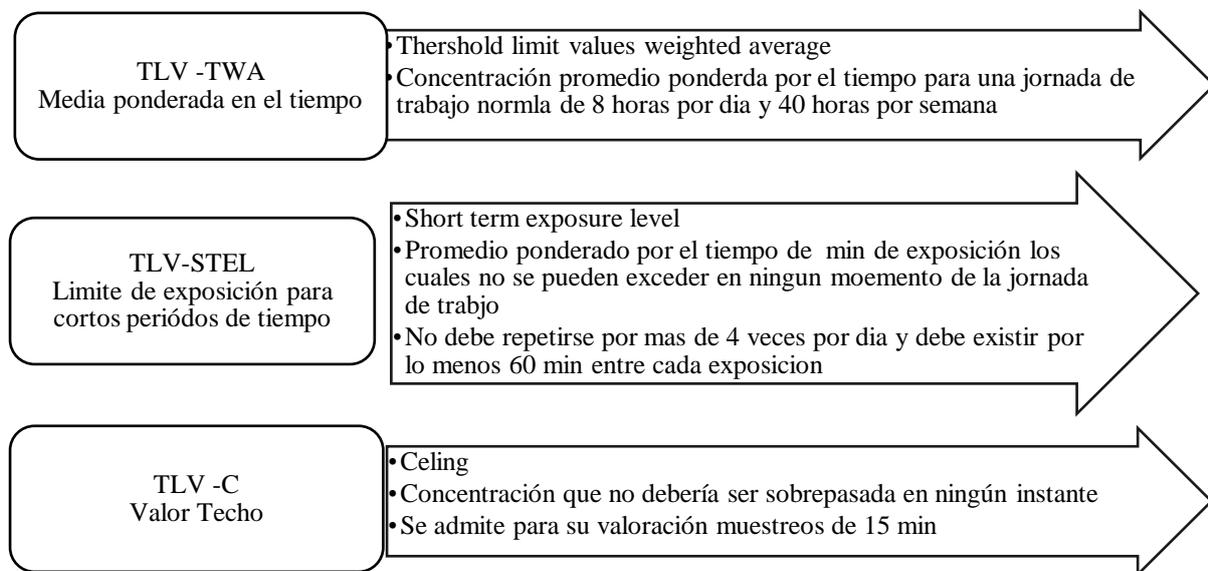
⁸ OSHA: Occupational safety and health administration

⁹ PEL: Permissible Exposure Limits

¹⁰ REL : Recommended exposure limits

Los TLV expresan concentraciones en aire de diversas sustancia por debajo de las cuales la mayoría de los trabajadores pueden exponerse sin sufrir efectos adversos , se admite que dada la variabilidad de repuestas individuales un porcentaje de trabajadores pueda experimentar ligeras molestias ante ciertas sustancias a estas concentraciones, o por debajo de ellas e incluso en casos raros , puedan verse afectados por agravamiento de dolencias previas o por la aparición de enfermedades profesionales (Luis, 2016) existen tres tipos de TLV especificados en el grafico numero 2:

Gráfico 2 Tipos de TLV



Elaborado por: Alexandra Bustos

1.5.4. Químicos

Los químicos a continuación descritos como prioritarios en la presente investigación se basaron en la afectación de la salud, inflamabilidad, reactividad y riesgo especial según la NFPA 704. En conjunto con la evaluación de la empresa en factores de riesgo químicos con

una matriz que evalúa severidad (S1-S5) y frecuencia (FO ≤10⁻⁶- 10⁻⁶≤F6) corporativa basada en SEVESO¹¹ y OSHA 1910¹².

- **Formol**

El formol es materia prima para la producción de resinas urea formaldehído con la particularidad de que no se ablanda al calor la misma se endurece por su estructura interna el principal uso es en la industria maderera para los aglomerados.

- Clasificación de riesgo

Gráfico 3 Pictogramas del Formol

NFPA 704	SGA										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">NFPA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: #0070C0; color: white;">SALUD</td> <td style="text-align: center;">3</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #FF0000; color: white;">INFLAMABILIDAD</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #FFFF00;">REACTIVIDAD</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td>RIESGO ESPECIAL</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	NFPA		SALUD	3	INFLAMABILIDAD	2	REACTIVIDAD	0	RIESGO ESPECIAL		
NFPA											
SALUD	3										
INFLAMABILIDAD	2										
REACTIVIDAD	0										
RIESGO ESPECIAL											

Elaborado por: Alexandra Bustos
Fuente: Hojas de seguridad Formol

- Descripción del químico
 - Formula Química: CH₂O
 - Número CAS :50-00-0
 - TLV STEL: 0.3 ppm (0.37 mg/m³)
 - Limite de explosividad: superior, 7 %

¹¹ SEVESO: es una normativa para prevención y control de accidentes graves

¹² OSHA 1910: Identificación de normas de seguridad y salud de la industria general

- Equipo de protección personal – HMIS¹³: M

- o Toxicología

Tabla 1 Toxicología del Formol

	CONCENTRACIÓN ppm	EFFECTO SOBRE LA SALUD
TOXICIDAD AGUDA	2- 3	Produce irritación nasal , conjuntival y laríngea
	4- 5	Manifestación fuerte lagrimeo
	10- 12	Fuertes accesos de tos

Elaborado por: Alexandra Bustos

- **Vinil acetato monómero VAM**

El vinil acetato de monómero es un polímero, con un olor a frutas dulzón; compuesto orgánico de forma líquida su principal uso es la fabricación de emulsiones.

- o Clasificación de riesgo

Gráfico 4 Pictogramas del VAM

NFPA 704

NFPA	
SALUD	2
INFLAMABILIDAD	3
REACTIVIDAD	2
RIESGO ESPECIAL	

SGA



Elaborado por: Alexandra Bustos
Fuente: Hojas de seguridad VAM

¹³ HMIS: Hazardous materials identification system desarrollado por la asociación nacional de la pintura y de las capas, nivel de peligro indicado en valores numéricos 0-4, asigna letras al equipo de protección personal requerido.

- Descripción del químico
 - Formula Química: $C_4H_6O_2$
 - Número CAS :108-05-4
 - TLV - TWA: 5 ppm
 - TLV - STEL: 10 ppm
 - Limite de explosividad: superior 13.4; inferior 2.6%
 - Equipo de protección personal – HMIS: L
- Toxicología

Tabla 2 Toxicología del VAM

	CONCENTRACIÓN ppm	EFECTO SOBRE LA SALUD
TOXICIDAD AGUDA	2000	Irritación

Elaborado por: Alexandra Bustos

- **Butil acrilato**

El butil acrilato es un ester de tipo acrilato obtenido a través de la reacción del acetileno con monóxido de carbono, se utiliza en la fabricación de adhesivos

- Clasificación de riesgo

Gráfico 5 Pictogramas Butil Acrilato

NFPA 704

NFPA	
SALUD	3
INFLAMABILIDAD	2
REACTIVIDAD	1
RIESGO ESPECIAL	

SGA



Elaborado por: Alexandra Bustos
Fuente: Hojas de seguridad Butil Acrilato

- Descripción del químico
 - Formula Química: $C_7H_{12}O_2$
 - Número CAS: 123-86-4
 - TLV - TWA: 150 ppm (724 mg/m³)
 - TLV- STEL: 200 ppm (965 mg/m³)
 - Limite de explosividad: 5-15 inferior %
 - Equipo de protección personal – HMIS: L

- Toxicología

Tabla 3 Toxicología del Butil Acrilato

	CONCENTRACIÓN ppm	EFECTO SOBRE LA SALUD
TOXICIDAD AGUDA	---	El contacto puede irritar, quemar la piel y los ojos La inhalación de acrilato de butilo puede irritar la nariz, garganta La exposición al acrilato de butilo puede causar dolor de cabeza , mareo y nauseas
TOXICIDAD CRONICA	---	Riesgo de cáncer

Elaborado por: Alexandra Bustos

- **Tolueno**

El tolueno es un químico de la familia de los hidrocarburos aromáticos , en la industria química es utilizado como solvente¹⁴ sobre todo en el ámbito de la fabricación de la pintura y como diluyente de la misma.

¹⁴ Solvente: químico o mezcla de los mismos capaces de disolver sustancias no solubles en agua, independiente del estado físico en que estas se encuentren.

- Clasificación de riesgo

Gráfico 6 Pictogramas Tolueno

NFPA 704		SGA	
NFPA			
SALUD	2		
INFLAMABILIDAD	3		
REACTIVIDAD	0		
RIESGO ESPECIAL			

Elaborado por: Alexandra Bustos
Fuente: Hojas de seguridad Tolueno

- Descripción del químico

Formula Química: $C_6H_5CH_3$

Número CAS :108-88-3

VLA-ED: 50 ppm (192 mg/m³)

VLA-EC: 100 ppm (384 mg/m³)

Limite de explosividad: superior, 7,1%, inferior 1,2% (concentración en aire)

Equipo de protección personal – HMIS: L

- Toxicología

Tabla 4 Toxicología del Tolueno

	CONCENTRACIÓN ppm	EFECTO SOBRE LA SALUD
TOXICIDAD AGUDA	100-200	Dolor de cabeza y ligera irritación del tracto respiratorio superior
	400	Ligera irritación de ojos y lagrimeo
	600	Irritación de ojos y vías respiratorias , mareos
TOXICIDAD CRÓNICA	800	Irritación de ojos y tracto respiratorio , somnolencia , mareos , ataxia
	50-200	Dolor de cabeza , pérdida del apetito
	200-500	Aumento de la respuesta de reacción , perdida de la memoria transitoria
	500	Debilidad, palpitaciones aumento de la capacidad de respuesta
	600-800	Fatiga , náuseas , confusión y ataxia en exposiciones de 3 horas
	1500	Mortal en tiempos de exposición de 8 horas
	4000	Exposición de 1-2 horas deprime el SNC y llega a la muerte
	7000	Paresia ¹⁵ , amnesia y estupefacción
	10000	Anestesia general
	10000-30000	Pocos minutos depresión de SNC y muerte

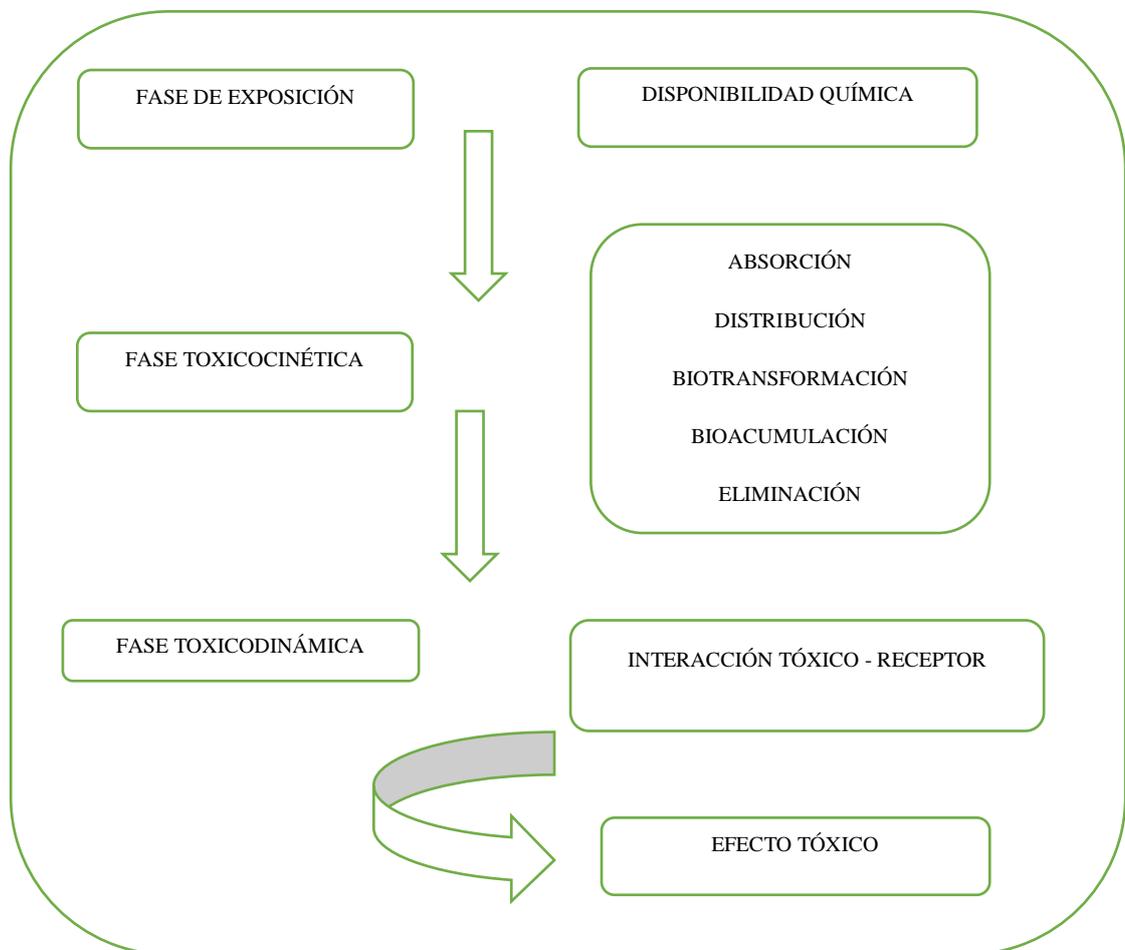
Elaborado por: Alexandra Bustos

¹⁵ Paresia: ausencia del movimiento voluntario

1.5.5. Toxicología

Ciencia que se dedica al estudio de la interacción entre agentes químicos y sistemas biológicos, con el objetivo de determinar cuantitativamente el potencial que tienen los agentes químicos de producir daños al organismo vivo. (Ballantyne, 1999). Cuenta con tres fases detalladas a continuación en el grafico numero 7:

Gráfico 7 Toxicología Laboral



Elaborado por: Higiene Industrial I (Luis, 2016)

Las vías de absorción de los agentes químicos son respiratoria, dérmica, digestiva y parenteral, la vía de entrada más importante es la respiratoria por la dimensión de todo el sistema. La distribución es la fase posterior a la absorción en que la sustancia química es distribuida por la sangre a los distintos tejidos.

Biotransformación es la modificación metabólica y la incorporación de grupos funcionales reactivos, bio acumulación transforma el producto original en compuestos más activos.

La eliminación o excreción de a sustancia en su forma original o como metabolitos por diferentes vías: orina, bilis, heces y aire expirado. Existen cuatro tipos de interacción entre agentes tóxicos (González, 2016):

- Adición: la magnitud del efecto producido por dos o más agentes tóxicos es cualitativamente igual a la suma de los efectos producidos individualmente
- Sinergismo: la exposición a un químico causa un dramático aumento en el efecto del químico, la respuesta es mayor que la esperada por la adicción de las respuestas individuales.
- Potenciación: la exposición a un químico hace que el otro químico produzca un efecto mayor al que se hubiera producido al darse solo
- Antagonismo: el efecto producido por dos agentes tóxicos es menor que el efecto aditivo, uno reduce el efecto del otro

II. CAPÍTULO

MÉTODO

2.1 Nivel de estudio

El presente proyecto se realizará mediante un estudio descriptivo en el cual se analizará las concentraciones TLV de los contaminantes químicos con mayor peligrosidad hacia la afectación de la salud de los trabajadores en las tres áreas productivas de la empresa: formol, resinas y adhesivos para concluir con un plan de monitoreo de frecuencia en base a los índices de exposición según la normativa EN EN689 y RD 286/2006.

2.2 Modalidad de investigación

De campo: Se realizará una investigación de campo, recolectando la información por medio de los informes de higiene industrial evaluación de exposición a agentes químicos cronológicamente desde el año 2013 hasta el año 2017 realizados con laboratorios certificados para la medición de los agentes químicos: formol, vinil acetato monómero, tolueno, butil acrilato. Con los datos de las mediciones procesados nos permitirá una proyección de monitoreos en las áreas de formol, resinas y adhesivos hacia el año 2022.

Documental: Es necesario utilizar normas europeas principalmente, libros, notas técnicas de prevención NTP, páginas web para efectuar el proyecto planteado. De tal manera se podrá guiar en base a estándares internacionales guiados de buenas prácticas en higiene industrial concretando la eficiencia del proyecto.

2.3 Método

Se utilizará el método inductivo –deductivo partiendo de resultados a nivel de la empresa para una comparación con las normas y estándares internacionales obteniendo frecuencias entre los monitoreos.

2.4 Población y muestra

Población: Se utilizará a todo el personal con posible exposición a químicos en las áreas de formol, resinas y adhesivos (zona productiva) un total de veinte trabajadores de la industria química.

III. CAPÍTULO

RESULTADOS

3.1 Presentación y análisis de resultados

La empresa cuenta con el proceso de operaciones conformado por el área de producción que a su vez abarca las sub áreas de formol, resinas y adhesivos se detalla el diagrama de flujo del proceso:

Tabla 5 Diagrama de flujo del área de producción

PLANEACIÓN				
Proveedor	Entradas	Actividades	Salidas	Clientes
Compras Planta (CP)	*Tiempos de entregas *Requisiciones en curso	*Provisión de materiales e insumos	*Situación de Inventarios *Plan de entregas e inventarios de Producto terminado e importado	Formol Resinas Adhesivos Ventas.
Ventas (VE)	*Presupuestos de ventas, *Programa de Despachos de Producto terminado	*Entrega de información de las necesidades de Ventas	*Necesidades de Manufactura *Necesidades de Importación *Necesidades de Infraestructura	Formol Resinas Adhesivos Almacenes.
Almacenes (AL)	*Existencias física *Información de existencias de Producto terminado, Materia prima e Insumos	*Ajustes de la programación semanal de despachos, producción; adquisiciones de Materia prima.	*Necesidades de compra de *Materia prima e Insumos.	Ventas Abastecimiento.
Mantenimiento (MT)	*Programa de Mantenimiento	*Ajustes del programa de producción y del programa de mantenimiento.	*Programas de Producción ajustados al plan de MT.	Formol Resinas Adhesivos.
Producción (FO,RE,AD)	*Tiempos de Entrega de *Producto Terminado.	*Ajustes de la programación semanal de despachos, producción; adquisiciones de Materia prima.	*Necesidades de Maquinaria e *Instalaciones, Presupuestos de operación. *Necesidades de materia prima, Insumos.	Ventas Almacenes Asistencia Técnica Clientes externos

Tabla 5 Continuación Diagrama de flujo del área de producción

PRODUCCIÓN				
Proveedor	Entradas	Actividades	Salidas	Cliente
Financiero (FR)	*Solicitud de Reportes de producción *Solicitud de ejecución de proyectos	*Notificación de consumos. *Ajuste de inventarios (Producto Terminado Granel) *Liquidación de órdenes de producción.	*Reportes de liquidación de producción *Reporte de ejecución de proyectos *Programa para cierre contable mensual.	Financiero
Ventas (VE)	*Plan de entrega de pedidos con programación. *Requerimiento semanal (Producto empacado)	*Programación de Producción. *Generación y entrega hojas de proceso. *Fabricación en planta Notificación de consumos *Liquidación de órdenes	*Producto terminado (Resinas Urea Formaldehido, Producto Terminado y empacado)	Ventas Almacenes
Calidad (CA)	*Resultados de análisis y/o acciones para cumplir especificaciones. *Entrega de equipos verificados y calibrados *Reporte de Aprobación de Materia prima e Insumos Números de lotes producidos dentro de especificación *Reclamos de clientes	*Control de proceso, sacar de muestra de retención, análisis de especificaciones finales de cada lote, rotulación con datos, entrega de muestra de retención.	*Solicitud de re análisis de producto no conforme. *Solicitud de Inspección de Envasados. *Solicitud de análisis. Reportes de estado de calidad.	Ventas Almacenes Asistencia Técnica Clientes externos Formol Resinas Adhesivos
Almacenes (AL)	*Entrega de Materia prima e Insumos, para la producción. Reposición de stocks de producto terminado, Inventario de Producto Terminado *Entrega de EPP, ropa de trabajo	*Generación y entrega de reserva de materiales. *Liquidación de Ordenes de producción *Uso de EPP	*Entrega de Producto Terminado a Almacenes *Entrega de EEP usados	Formol Resinas Adhesivos
Investigación y Desarrollo (I&D)	*Solicitud de ensayos internos. *Hoja de Proceso.	*Solicitud de mejoramiento de productos de línea, *Solicitud de verificación de procesos en productos de línea. *Generación de Hojas de proceso. *Instrucciones de Operación.	*Producto	Ventas Almacenes Asistencia Técnica Clientes externos Calidad

Tabla 5 Continuación Diagrama de flujo del área de producción

PRODUCCIÓN				
Proveedor	Entradas	Actividades	Salidas	Cliente
Mantenimiento (MT)	*Programa Mantenimiento preventivo	*Generación de órdenes de trabajo.	*Instalaciones e Insumos de Necesidades de Mantenimiento.	Formol Resinas Adhesivos
	*Planificación de actividades semanales.	*Planificación para lavado, adecuación y liberación de equipos.		
		*Recepción de trabajos y equipos		
HSE ¹⁶	*Asistencia Capacitaciones	*Aplicación y cumplimiento de normas HSE.	*Gestión de no conformidades *Solicitud de elementos HSES (EPP; medicamentos; Atención Médica)	Formol Resinas Adhesivos
	*Cumplimiento de Normas - Directrices Corporativas HSES	*Reporte y gestión de Hazard y Near Miss	*Solicitud de información relacionada HSES.	
	*Suministro de elementos (EPP; medicamentos) *Cumplimiento del plan de salud ocupacional.	*Asistencia en exámenes de salud ocupacional	*Entrega de resultados de exámenes.	
Recursos humanos (RH)	*Solicitud realización objetivo anuales , plan de desarrollo (capacitaciones), cursos on-line	*Cumplimiento de solicitudes	*Plan de desarrollo (capacitaciones) y certificados de cursos on-line	Recursos humanos
PTARI ¹⁷	*Solicitud información de desechos	*Desechar residuo acorde a clasificación	*Reporte de desechos, agua, y productos.	PTARI
	*Clasificación de residuos	*Clasificar los residuos acordes a su composición.	*Recuperación de agua de lavados de reactores.	
		*Descargas liquidas de lavado de reactores en IBC		

Elaborado por: Alexandra Bustos

Fuente: Caracterización de los procesos de industria química

¹⁶ HSE: Health safety and environment, salud seguridad y ambiente.

¹⁷ PTARI: Planta de tratamiento de aguas residuales industriales.

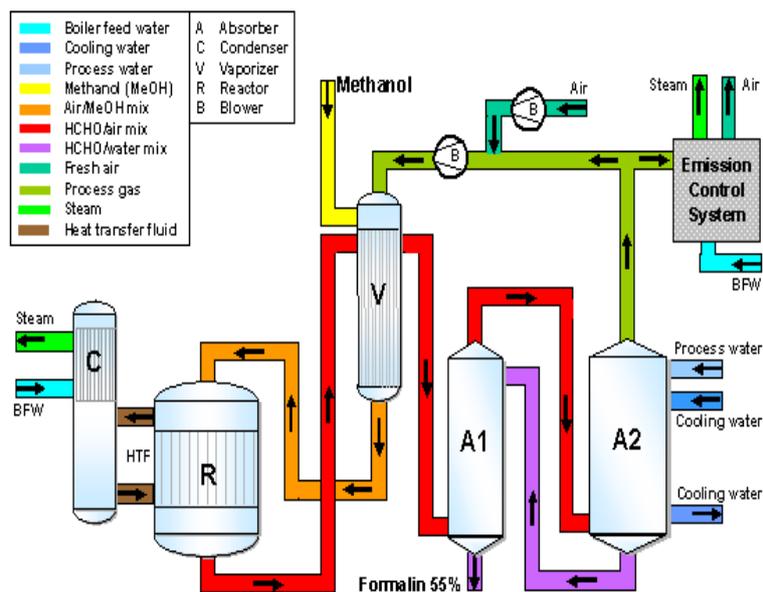
Cada sub área tiene un manejo diverso de sustancias químicas en diferentes etapas de los procesos detallas a continuación las cuales están basada en las descripciones del cargo:

- Operador planta de formol
 - Descripción del puesto de trabajo

Los trabajadores que ocupan el puesto operador de planta de formol, se encargan del control de las tareas en la planta del mismo nombre las cuales son: realizar un análisis de UFC¹⁸ y formol en el laboratorio ,tomar la muestra de UFC y formol , control desde oficina de la planta de formol, llevar inventarios de producto.

La Jornada de trabajo de 3 turnos rotativos semanales de 6:00 a 14:00, de 14:00 a 22:00 y de 22:00 a 6:00 horas de lunes a domingo, rotándose con un día de descanso cada 5 días.

Gráfico 8 Diagrama de flujo para producción de formaldehido y UFC



Elaborado por: Área de ingeniería de industria química
Fuente: Manual de operación planta de formol

¹⁸ UFC: Urea formol concentrado

De acuerdo a lo descrito en el gráfico anterior, ingresa metanol al proceso de forma líquida. El metanol se mezcla con aire proveniente de los sopladores y es calentado en el vaporizador (V). Una vez caliente el metanol ingresa al reactor (R).

Este gas pasa por cilindros que contienen catalizador, este proceso ocurre por medio de calor, debido a su naturaleza exotérmica. El calor es removido por medio de un fluido (HTF)¹⁹ que cuenta con características especiales para soportar altos niveles de calor. Este fluido actúa como agente de calentamiento en la parte superior del reactor y remueve el calor generado en la parte baja.

Estas reacciones son extremadamente exotérmicas y con el objetivo de mantener condiciones de temperatura óptimas y limitar la formación subproductos, la reacción calórica tiene que ser removida durante la reacción. Esto se lo realiza por medio de transferencia de calor desde los tubos del catalizador a un baño de calor estable de aceite. De esta manera se puede obtener más del 92.5% de formaldehído a partir de la alimentación de metanol.

El vapor producto del baño de aceite es enviado al condensador (C) donde es recirculado hacia el reactor (R). El gas que podría contener formaldehído es enviado al absorbedor (T1) donde el mismo es diluido en una solución de urea.

Aproximadamente el 70% del gas proveniente del absorbedor (T2) es recirculado dentro del proceso durante las operaciones normales de producción. Lo remanente es enviado al convertidor catalítico. El gas resultante es combinado con vapor y es enviado al soplador (S) y luego mezclado con el metanol antes mencionado.

¹⁹ HTF: Heat transfer fluid – fluido de transferencia de calor para sistemas en circuito cerrado. Este aceite permite refrigerar la exotermia que se produce en el reactor por la catalización de metanol con el aire y a su vez permite mantener una temperatura de 330-350°C en el reactor.

Solamente aire purificado y vapor de agua salen del convertidor catalítico hacia la atmósfera.

El vapor de agua obtenida de la reacción sale en forma gaseosa y es utilizada como energía para la planta de resinas y adhesivos.

- Identificación de potenciales exposiciones

Tabla 6 Detalle de actividades Operador Planta de Formol

Actividades	Frecuencia Diaria (24 hrs)	Tiempo min/ cada una	Posible Exposición a Agentes Químicos			
			Formol	VAM	Tolueno	Butil Acrilato
Muestreo de producto intermedio	3	30	X			
Análisis en laboratorio	3	120	X			
Toma de inventario	1	30				
Auto mantenimiento de equipos críticos (lavado de bombas , potenciómetro)	1	60	X			
Reuniones- Equipos de trabajo	1	40				
Liberación de PTW ²⁰	1	40				
Almuerzo	1	45				
Actividades administrativas (llenado de bitácora , indicadores)	4	80				
Limpieza del área de trabajo 5S	1	15				

Elaborado por: Alexandra Bustos
Fuente: Descripción del cargo

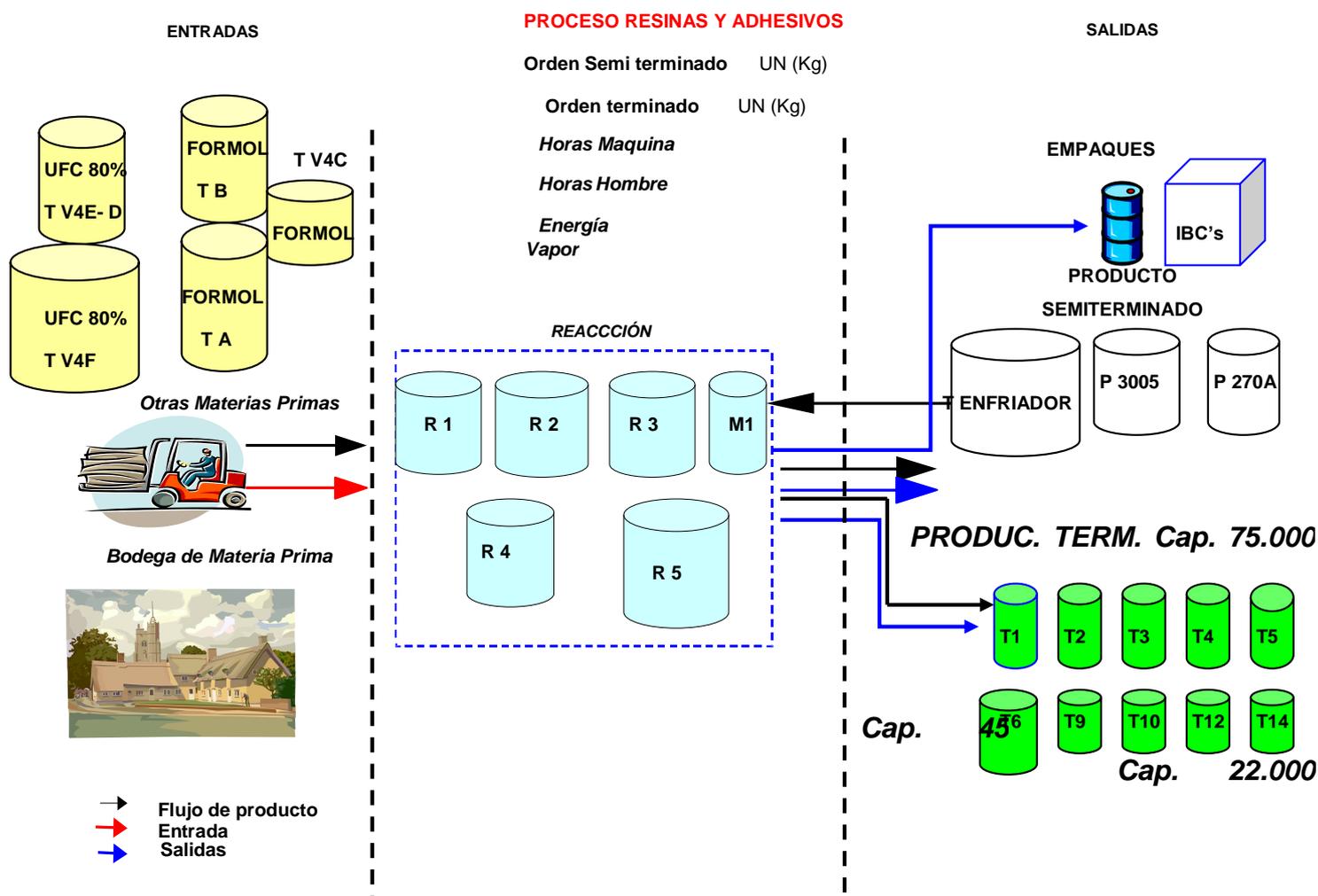
²⁰ PTW: Permit to work – permisos de trabajo

o Principales materias primas en el puesto de trabajo

- Metanol
- Catalizador (Molibdeno)
- Formol

El gráfico 9 es un diagrama de flujo general del área de resinas y adhesivos ya que comparte el área física, el proceso es similar varia los agentes químicos.

Gráfico 9 Diagrama de flujo de Resinas y Adhesivos



Elaborado por: Alexandra Bustos Fuente: Manual de producción resinas y adhesivos

PLAN DE CONTROL DE CONTAMINANTES HIGIÉNICOS EN INDUSTRIA QUÍMICA

- Operador producción resinas
 - Descripción del puesto de trabajo

Los trabajadores que ocupan el puesto operador de producción (área de resinas), se encargan de la fabricación de resinas ureicas, operando y controlando los reactores de resinas, todo el proceso es cerrado, sus actividades se enfocan en el calentamiento de la resina y aplicación de vapor a través de las chaquetas del equipo, toma muestras para medición el tiempo de exposición en la tarea es de 13 segundos.

Jornada de trabajo de 3 turnos rotativos semanales de 6:00 a 14:00, de 14:00 a 22:00 y de 22:00 a 6:00 horas de lunes a domingo, con descanso de un día por semana.

- Identificación de potenciales exposiciones

Tabla 7 Detalle de actividades Operador Producción – Resinas

Actividades	Frecuencia Diaria (24 hrs)	Tiempo min/ cada una	Posible Exposición a Agentes Químicos			
			Formol	VAM	Tolueno	Butil Acrilato
Carga de materia prima a reactores para iniciar el proceso	1	60	X			
Etapas de calentamiento del reactor - se estabiliza en temperatura de reflujo 90-92 °C	1	15	X			
Ajuste de Ph para condensar -toma de muestras y análisis	3	30	X			

PLAN DE CONTROL DE CONTAMINANTES HIGIÉNICOS EN INDUSTRIA QUÍMICA

Tabla 7 Continuación Detalle de actividades Operador Producción – Resinas

Actividades	Frecuencia Diaria (24 hrs)	Tiempo min/ cada una	Posible Exposición a Agentes Químicos			
			Formol	VAM	Tolueno	Butil Acrilato
Etapa de condensación - toma de muestras	10	150	X			
Carga de materia prima para finalizar el proceso -toma de muestra	1	15	X			
Etapa de enfriamiento	1	60				
Descarga de producto final a tanques	1	40				
Lavado de filtros de bombas utilizadas en el proceso	1	20	X			
Actividades administrativas (ingreso datos SAP ,liquidaciones , bitácoras , indicadores)	4	30				
Limpieza del área de trabajo 5S	1	15				
Auto mantenimiento de equipos críticos (potenciómetro)	1	15				
Reuniones- Equipos de trabajo	1	30				
Liberación de PTW	1	20				
Almuerzo	1	30				

Elaborado por: Alexandra Bustos
Fuente: Descripción del cargo

- Principales materias primas en el puesto de trabajo
 - Formol
 - UFC
 - Amoniaco
 - Fenol
 - Trietanolamina TEA
 - Soda caustica
 - Acido Fórmico
 - Urea
 - Melamina

- Operador producción adhesivos

- Descripción del puesto de trabajo

Los trabajadores que ocupan el puesto operador de producción área de adhesivos, se encargan de la fabricación de adhesivos para una próxima emulsión realizado en mezcladores con adiciones de químicos en procesos cerrados y descarga de producto por medio de bombas.

Jornada de trabajo de 3 turnos rotativos semanales de 6:00 a 14:00, de 14:00 a 22:00 y de 22:00 a 6:00 horas de lunes a sábado

PLAN DE CONTROL DE CONTAMINANTES HIGIÉNICOS EN INDUSTRIA QUÍMICA

- Identificación de potenciales exposiciones

Tabla 8 Detalle de actividades Operador Producción – Adhesivos

Actividades Adhesivos	Frecuencia Diaria (24hrs)	Tiempo min / cada una	Posible Exposición a Agentes Químicos			
			Formol	VAM	Tolueno	Butil Acrilato
Carga de materia prima a reactor para iniciar proceso	1	60		X		X
Etapa de calentamiento para reflujo 910-92° C	1	15		X		X
Medición de Ph - Toma de muestra	1	30		X		X
Adicción de catalizador peróxido de hidrogeno - rongalite (Toma de muestras cada hora)	6	360		X		X
Muestra de producto final	1	20		X		X
Etapa de enfriamiento	1	60				

Tabla 8 Continuación Detalle de actividades Operador Producción – Adhesivos

Actividades Emulsión	Frecuencia Diaria	Tiempo min	Posible Exposición a Agentes Químicos			
			Formol	VAM	Tolueno	Butil Acrilato
Carga de emulsión materia prima - producto intermedio	1	60		X		X
Carga de materias primas	1	30		X	X	X
Mezcla- cierre hermético	1	30				
Análisis de muestras - Posible ajuste con agua	1	30				
Descarga de producto final a tanques	1	60				
Lavado de filtros de bombas utilizadas en el proceso	1	20	X	X	X	X
Actividades administrativas (ingreso datos SAP ,liquidaciones , bitácoras , indicadores)	4	30				
Limpieza del área de trabajo 5S	1	15				
Auto mantenimiento de equipos críticos (potenciómetro)	1	15				
Reuniones- Equipos de trabajo	1	30				
Liberación de PTW	1	20				
Almuerzo	1	30				

Elaborado por: Alexandra Bustos

Fuente: Descripción del cargo

- Principales materias primas en el puesto de trabajo
 - VAM
 - Butil Acrilato
 - Peroxido de hidrogeno
 - Rongalite
 - Tolueno
 - Thinner

- Condiciones de muestreo según metodología

- FORMOL - Metodología: NIOSH²¹ 2016

El muestreo consiste en la recogida de forma activa de aire del ambiente de trabajo con una bomba de muestreo personal 0.03 -1.5 litros* minuto, con filtro específico para formaldehido, tubo silicagel tratado con dinitrofenilhidrazina DNPH , las muestras se envían en hielo a 0 °C la medición se realiza mediante cromatografía. (NIOSH 2016 Formol, s.f.)

- VINIL ACETATO MONOMERO VAM – Metodología: NIOSH 1453

El muestreo recolecta de forma activa el aire del ambiente de trabajo, con los agentes químicos presentes en el proceso, con un tubo con carbón activo de 80 mg -160 mg y carboxen. Con una bomba de muestreo flujo de 0.1 -0.2 litros * minuto, la técnica utilizada para obtener los resultados finales es la cromatografía de gases. (NIOSH VAM 1453, s.f.)

²¹ NIOSH: National Institute for Occupational Safety and Health

PLAN DE CONTROL DE CONTAMINANTES HIGIÉNICOS EN INDUSTRIA QUÍMICA

- BUTIL ACRILATO - Metodología: NIOSH 1459

El muestreo toma de forma activa y constante el aire del ambiente de trabajo con una bomba personal de 0.001 -0.2 litros *minutos se utiliza tubo solido con carbón y cascara de coco de 50mg -100 mg la técnica utilizada para obtener los resultados finales es la cromatografía de gases. (NIOSH -VAM 1459, s.f.)

- TOLUENO - Metodología: NIOSH 1501

El método de muestreo recolecta de forma activa el aire del ambiente de trabajo con una bomba personal de 0.01 -0.2 litros * minuto por medio de un tubo solido con carbón y cascara de coco de 50mg – 100 mg, la medición se realiza mediante cromatografía. (NIOSH - Hidrocarburos aromaticos 1501, s.f.)

- Plan de monitoreo por áreas versus agentes químicos

La industria química cuenta con un plan de monitoreo por área y agentes químicos este fue elaborado en el año 2013 por el higienista de la industria, utilizando la metodología cualitativa Grupos de Exposición Similar para evaluación SEG.

Definido como un conjunto de trabajadores que comparten un mismo perfil de exposición hacia un agente o conjunto de agentes (Mulhausen J, 2008), esta metodología inicio con la identificación de grupos similares, fase dos inventarios de químicos y fase tres evaluaciones del riesgo con una matriz de triple criterio.

PLAN DE CONTROL DE CONTAMINANTES HIGIÉNICOS EN INDUSTRIA QUÍMICA

El resultado es un conjunto de SEG claramente definido y una lista de químicos asociados a los cuales los empleados pueden estar potencialmente expuesto a continuación detallada:

Tabla 9 Plan de monitoreo por áreas de trabajo

Área de trabajo (Número aproximado de trabajadores)	Riesgo de Exposición	Frecuencia de muestreo de higiene industrial	
		Anual	Bi anual
Operador planta formol (4)	Formaldehido	4	
Operador de producción resinas (8)	Formaldehido	4	
	VAM		1
	Butil Acrilato		1
	Tolueno		1
Operador de producción adhesivos (8)	Formaldehido	2	
	VAM	2	
	Butil Acrilato		1
	Tolueno		1

Elaborado por: Alexandra Bustos

Fuente: Cronograma de monitoreo higiene industrial 2013-2017

- Resultados históricos de monitoreos por puestos de trabajo 2013-2017

Tabla 10 Resultados históricos de monitoreos higiénicos 2013-2017

TLV de Agentes Químicos		
Formol	mg/m ³	0.37
Tolueno	mg/m ³	192
Butil acrilato	mg/m ³	724
VAM	mg/m ³	35

Área	Agente	Persona analizada	2013				2015		2016				2017				
			Fremap	Corey	Corey	Fremap	Corey	Fremap									
			16-jun.	20-jul.	9-ago.	20-dic.	12-mar.	15-sep.	19-may.	29-ago.	20-oct.	13-dic.	25-ene.	20-abr.	19-jun.	31-jul.	23-oct.
Formol	Formol	DP			0,18												0,092
		CP			0,085		0,22					0,3	0,39				
		CP									0,15						
		MB					0,06										
		MB					1,1			0,5607						0,15	
		MB						0,018									
		MB						0,058							0,11		

Tabla 10 Continuación Resultados históricos de monitoreos higiénicos 2013-2017

Área	Agente	Persona analizada	2013				2015		2016				2017				
			Fremap	Corey	Corey	Fremap	Corey	Fremap									
			16-jun.	20-jul.	9-ago.	20-dic.	12-mar.	15-sep.	19-may.	29-ago.	20-oct.	13-dic.	25-ene.	20-abr.	19-jun.	31-jul.	23-oct.
Resinas	Formol	RR			0,42												
		RR			0,53												
		OP							0,293								
									0,0039								
		FS				0,0063											
		FS					0,21										
		FS									0,43						
		BT										0,06					---
		BT													---		
	JE										1,42						
	VAM	VY			0,7												
		DP									40,11						
		BT											1,71				
		RH			1,33												
	Butil Acrilato	VY			0,52												
		BT									---						
		RH			0,26												
	Tolueno	VY			0,38												
		BT									---						
		RH			0,34												

Tabla 10 Continuación Resultados históricos de monitoreos higiénicos 2013-2017

Área	Agente	Persona analizada	2013				2015		2016				2017						
			Fremap	Corey	Corey	Fremap	Corey	Fremap											
			16-jun.	20-jul.	9-ago.	20-dic.	12-mar.	15-sep.	19-may.	29-ago.	20-oct.	13-dic.	25-ene.	20-abr.	19-jun.	31-jul.	23-oct.		
Adhesivos	Formol	DM			0,42														
		DMO						---											
		DMO							0,015										
		FMO					0,16												
		DN					0,88												
		DMO								0,2538									
		DMO								0,16									
		CC													0,19				
		EG										0,14							
		DP												0,35					
	WM														0,11				
	VAM	DN			10,56														
		DMO									6,523								
		FMO					18,3					---							
	Butil Acrilato	DN			0,26														
		DMO									0,8621								
	Tolueno	DN			0,34														
		AS																1,085	
		OP									25,9196								

Elaborado por: Alexandra Bustos

Fuente: Mediciones de higiene industrial años 2013-2017

Tabla 11 Resultados históricos de Formol 2013-2017

Área	Agente	Persona analizada	2013				2015		2016				2017				
			Fremap 16-jun.	Corey 20-jul.	Corey 9-ago.	Fremap 20-dic.	Corey 12-mar.	Fremap 15-sep.	Fremap 19-may.	Fremap 29-ago.	Fremap 20-oct.	Fremap 13-dic.	Fremap 25-ene.	Fremap 20-abr.	Fremap 19-jun.	Fremap 31-jul.	Fremap 23-oct.
Formol	Formol	DP			0,15												0,092
		CP			0,07		0,22						0,3	0,39			
		CP										0,15					
		MB					0,06										
		MB					1,1			0,5607							0,15
Resinas	Formol	RR			0,34												
		RR			0,43												
		OP								0,293							
		OP								0,0039							
		FS				0,0063											
		FS					0,21										
		FS										0,43					
		BT											0,06				---
Adhesivos	Formol	BT													---		
		JE									1,42						
		DM			0,34												
		DMO								---							
		DMO								0,015							
		FMO					0,16										
		DN					0,88										
		DMO								0,25							
		DMO								0,16							
		CC												0,19			
		EG										0,14					
DP											0,35						
WM													0,11				

Elaborado por: Alexandra Bustos Fuente: Mediciones de higiene industrial años 2013-2017

Tabla 12 Resultados históricos de VAM 2013-2017

Área	Agente	Persona analizada	2013				2015		2016				2017					
			Fremap	Corey	Corey	Fremap	Corey	Fremap										
			16-jun.	20-jul.	9-ago.	20-dic.	12-mar.	15-sep.	19-may.	29-ago.	20-oct.	13-dic.	25-ene.	20-abr.	19-jun.	31-jul.	23-oct.	
RESINAS	VAM	VY			0,7													
		DP								40,11								
		BT														1,71		
		RH			1,33													
ADHESIVOS	VAM	DN			10,56													
		DMO								6,523								
		FMO					18,3					---						

Elaborado por: Alexandra Bustos

Fuente: Mediciones de higiene industrial años 2013-2017

Tabla 13 Resultados históricos de Butil Acrilato 2013-2017

Área	Agente	Persona analizada	2013				2015		2016				2017				
			Fremap	Corey	Corey	Fremap	Corey	Fremap									
			16-jun.	20-jul.	9-ago.	20-dic.	12-mar.	15-sep.	19-may.	29-ago.	20-oct.	13-dic.	25-ene.	20-abr.	19-jun.	31-jul.	23-oct.
RESINAS	Butil Acrilato	VY			0,52												
		BT								---							
		RH			0,26												
ADHESIVOS	Butil Acrilato	DN			0,26												
		DMO								0,8621							

Elaborado por: Alexandra Bustos

Fuente: Mediciones de higiene industrial años 2013-2017

Tabla 14 Resultados históricos de Tolueno 2013-2017

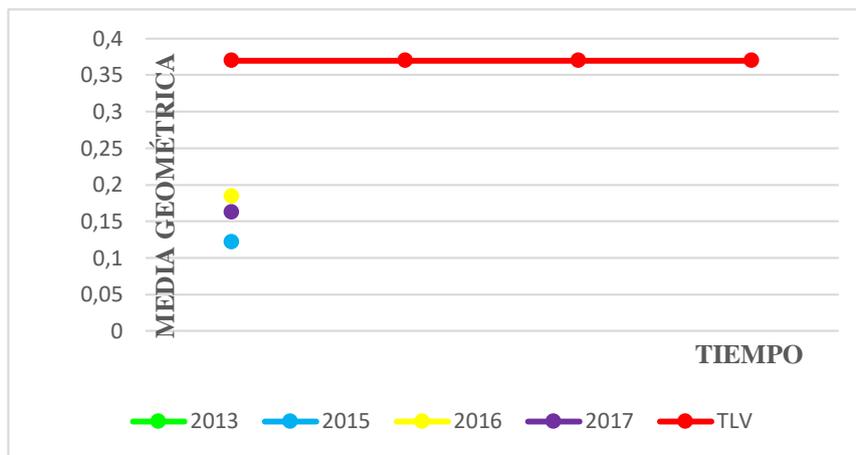
Área	Agente	Persona analizada	2013				2015		2016				2017				
			Fremap	Corey	Corey	Fremap	Corey	Fremap									
			16-jun.	20-jul.	9-ago.	20-dic.	12-mar.	15-sep.	19-may.	29-ago.	20-oct.	13-dic.	25-ene.	20-abr.	19-jun.	31-jul.	23-oct.
RESINAS	Tolueno	VY			0,38												
		BT								---							
		RH			0,34												
ADHESIVOS	Tolueno	DN			0,34												
		AS															1,085
		OP								25,9196							

Elaborado por: Alexandra Bustos

Fuente: Mediciones de higiene industrial años 2013-2017

- Cálculo de exposición corta e índice del agente químico formol en las áreas de: Formol, Resinas y Adhesivos

Gráfico 10 Distribución de las mediciones de formol 2013-2017



Elaborado por: Alexandra Bustos

Fuente: Mediciones de higiene industrial años 2013-2017 ²²

Tabla 15 Resumen de muestras y tiempos de monitoreos por áreas Formol en el período 2013-2017

AREA	MUESTRA Mg/m3	TIEMPO MEDIDO min	AREA	MUESTRA Mg/m3	TIEMPO MEDIDO min	AREA	MUESTRA Mg/m3	TIEMPO MEDIDO min
FORMOL	0,18	15	RESINAS	0,42	15	ADHESIVOS	0,42	15
	0,085	15		0,53	15		0,16	15
	0,22	15		0,0006	15		0,88	15
	0,06	15		0,21	15		0,015	15
	1,1	15		0,29	13		0,25	13
	0,018	15		0,004	13		0,16	14
	0,058	15		1,42	15		0,14	15
	0,560	15		0,43	16		0,35	15
	0,15	18		0,06	15		0,19	13
	0,3	17					0,11	15
	0,39	15						
	0,11	15						
	0,15	15						
	0,092	15						

Elaborado por: Alexandra Bustos Fuente: Mediciones de higiene industrial años 2013-2017

²² Formol: Todas las mediciones realizadas fueron con el criterio de TLV STEL valor: 0,37 mg/m3 (los valores en tono verde se encuentran dentro de parámetro y los rojos excedieron parámetro)

○ **Área de Formol**

Tabla 16 Resultados obtenidos de acuerdo a concentraciones formol área de formol 2013-2017

AÑO MEDICIÓN	CONCENTRACIÓN DE FORMOL EC 15 min	TIEMPO MEDIDO min	MEDIA GEOMÉTRICA ANUAL
2013	0,18	15	0,02
	0,085	15	
2015	0,22	15	0,00002
	0,06	15	
	1,1	15	
	0,018	15	
	0,058	15	
2016	0,5607	15	0,08
	0,15	18	
2017	0,3	17	0,0002
	0,39	15	
	0,11	15	
	0,15	15	
	0,092	15	
TLV STEL FORMOL: 0,37 mg/m ³			

Elaborado por: Alexandra Bustos

Fuente: Mediciones de higiene industrial años 2013-2017

○ **Área de Resinas**

Tabla 17 Resultados obtenidos de acuerdo a concentraciones formol área de resinas 2013-2017

AÑO MEDICIÓN	CONCENTRACIÓN DE FORMOL EC 15 min	TIEMPO MEDIDO min	MEDIA GEOMÉTRICA ANUAL
2013	0,42	15	0,001
	0,53	15	
	0,006	15	
2015	0,21	15	0,46
2016	0,29	13	0,001
	0,004	13	
	1,42	15	
	0,43	16	
2017	0,06	15	0,24
TLV STEL FORMOL: 0,37 mg/m3			

Elaborado por: Alexandra Bustos

Fuente: Mediciones de higiene industrial años 2013-2017

○ **Área de Adhesivos**

Tabla 18 Resultados obtenidos de acuerdo a concentraciones formol área de adhesivos 2013-2017

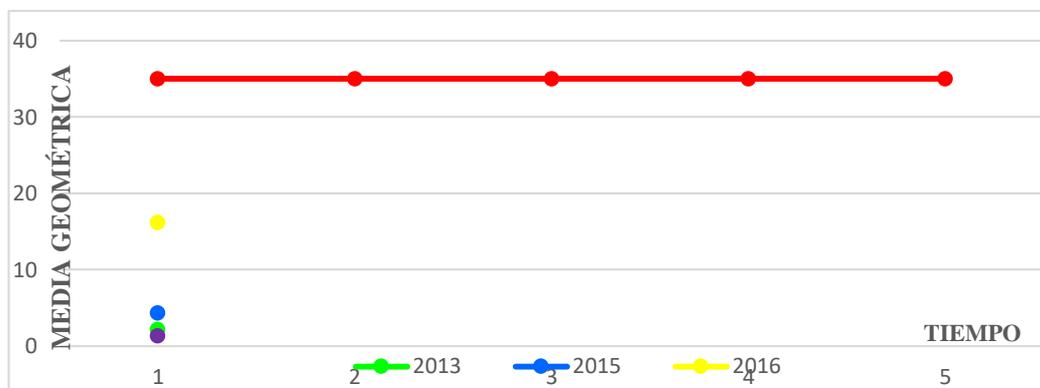
AÑO MEDICIÓN	CONCENTRACIÓN DE FORMOL EC 15 min	TIEMPO MEDIDO min	MEDIA GEOMÉTRICA ANUAL
2013	0,42	15	0,648
2015	0,16	15	0,002
	0,88	15	
	0,02	15	
2016	0,25	13	0,006
	0,16	14	
	0,14	15	
2017	0,35	15	0,007
	0,19	13	
	0,11	15	
TLV STEL FORMOL: 0,37 mg/m3			

Elaborado por: Alexandra Bustos

Fuente: Mediciones de higiene industrial años 2013-2017

- Calculo de exposición diaria e índice del agente químico VAM en las áreas de: Resinas y Adhesivos

Gráfico 11 Distribución de las mediciones de VAM 2013-2017



Elaborado por: Alexandra Bustos

Fuente: Mediciones de higiene industrial años 2013-2017²³

Tabla 19 Resumen de muestras y tiempos de monitoreos por áreas VAM en el período 2013-2017

ÁREA	MUESTRA Mg/m3	TIEMPO MEDIDO hrs	ÁREA	MUESTRA Mg/m3	TIEMPO hrs
RESINAS	0,2	4,45	ADHESIVOS	2,4	7,83
	0,38	7,75		5,2	8
	40,11	1,45		6,5	1,45
	1,71	2			

Elaborado por: Alexandra Bustos

Fuente: Mediciones de higiene industrial años 2013-2017

²³ Vinil acetato monómero VAM: Todas las mediciones realizadas fueron con el criterio de TLV TWA valor: 0,35 mg/m3 (los valores en tono verde se encuentran dentro de parámetro y los rojos excedieron parámetro)

○ **Área de Resinas**

Tabla 20 Resultados obtenidos de acuerdo a concentraciones VAM área de Resinas
2013-2017

AÑO MEDICIÓN	CONCENTRACIÓN DE VAM ED 8hrs/día	TIEMPO MEDIDO hrs	MEDIA GEOMÉTRICA ANUAL
2013	0,7	7,8	0,931
	1,33	7,8	
2016	40,11	1,4	6.33
2017	1,71	2,0	1,31
TLV TWA VAM: 0,35 mg/m ³			

Elaborado por: Alexandra Bustos

Fuente: Mediciones de higiene industrial años 2013-2017

○ **Área de Adhesivos**

Tabla 21 Resultados obtenidos de acuerdo a concentraciones VAM área de Adhesivos 2013-2017

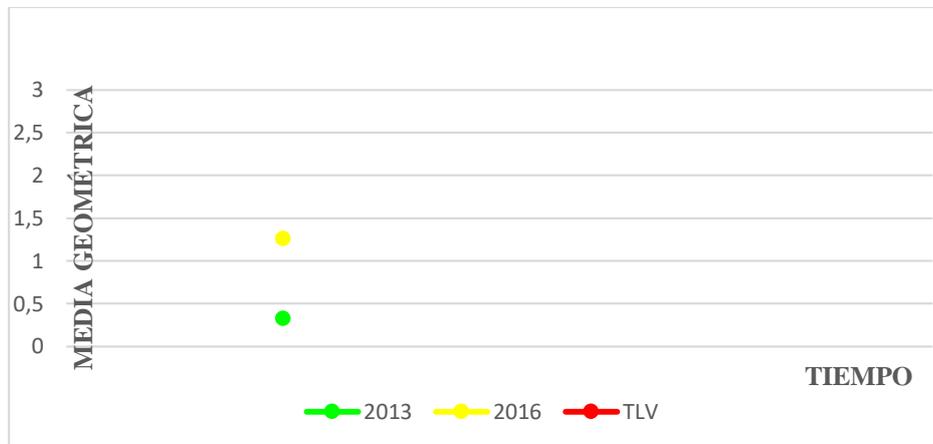
AÑO MEDICIÓN	CONCENTRACIÓN DE VAM ED 8hrs/día	TIEMPO MEDIDO hrs	MEDIA GEOMÉTRICA ANUAL
2013	10,56	7,8	3,25
2015	18,3	8,0	4,28
2016	6,523	1,5	2,55
TLV TWA VAM: 0,35 mg/m ³			

Elaborado por: Alexandra Bustos

Fuente: Mediciones de higiene industrial años 2013-2017

- Calculo de exposición diaria e índice del agente químico Butil Acrilato en las áreas de: Resinas y Adhesivos

Gráfico 12 Distribución de las mediciones de Butil Acrilato 2013-2017



Elaborado por: Alexandra Bustos ²⁴

Fuente: Mediciones de higiene industrial años 2013-2017

Tabla 22 Resumen de muestras y tiempos de monitoreos por áreas Butil Acrilato en el período 2013-2017

ÁREA	MUESTRA Mg/m3	TIEMPO MEDIDO hrs	ÁREA	MUESTRA Mg/m3	TIEMPO MEDIDO hrs
RESINAS	0,1	4,95	ADHESIVOS	0,05	7,83
	0,05	7,75		0,86	4

Elaborado por: Alexandra Bustos

Fuente: Mediciones de higiene industrial años 2013-2017

²⁴ Butil acrilato: Todas las mediciones realizadas fueron con el criterio de TLV TWA valor: 724 mg/m3 (los valores en tono verde se encuentran dentro de parámetro y los rojos excedieron parámetro)

○ **Área de Resinas**

Tabla 23 Resultados obtenidos de acuerdo a concentraciones Butil Acrilato en el área de Resinas 2013-2017

AÑO MEDICIÓN	CONCENTRACIÓN DE BUTIL ACRILATO ED 8hrs/día	TIEMPO MEDIDO hrs	MEDIA GEOMÉTRICA ANUAL
2013	0,52	4,95	0,14
	0,26	7,75	
TLV TWA BUTIL ACRILATO: 724 mg/m ³			

Elaborado por: Alexandra Bustos

Fuente: Mediciones de higiene industrial años 2013-2017

○ **Área de Adhesivos**

Tabla 24 Resultados obtenidos de acuerdo a concentraciones Butil Acrilato en el área de Adhesivos 2013-2017

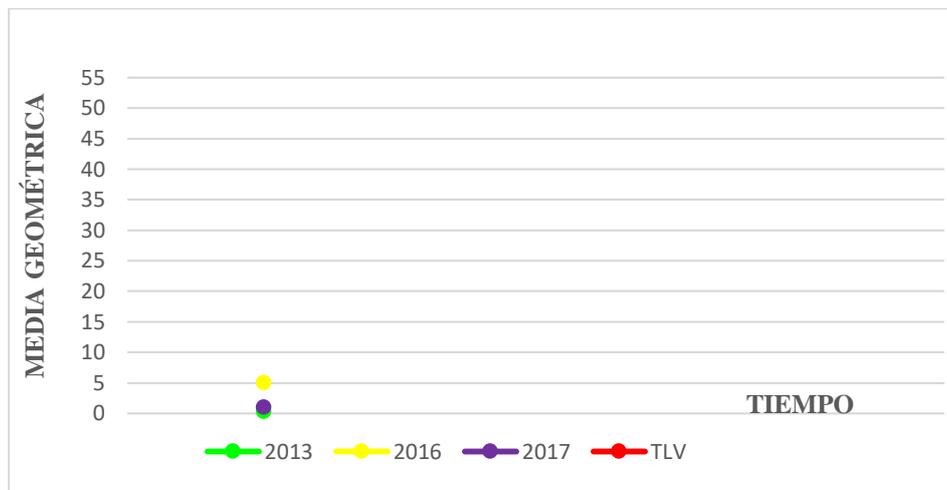
AÑO MEDICIÓN	CONCENTRACIÓN DE BUTIL ACRILATO ED 8hrs/día	TIEMPO MEDIDO hrs	MEDIA GEOMÉTRICA ANUAL
2013	0,26	7,83	0,51
2016	0,8621	4	0,93
TLV TWA BUTIL ACRILATO: 724 mg/m ³			

Elaborado por: Alexandra Bustos

Fuente: Mediciones de higiene industrial años 2013-2017

- Calculo de exposición diaria e índice del agente químico Tolueno en las áreas de: Resinas y Adhesivos

Gráfico 13 Distribución de las mediciones de Tolueno 2013-2017



Elaborado por: Alexandra Bustos

Fuente: Mediciones de higiene industrial años 2013-2017²⁵

Tabla 25 Resumen de muestras y tiempos de monitoreos por áreas Tolueno en el período 2013-2017

ÁREA	MUESTRA Mg/m3	TIEMPO MEDIDO hrs	ÁREA	MUESTRA Mg/m3	TIEMPO MEDIDO hrs
RESINAS	0,1	4,95	ADHESIVOS	0,09	7,83
	0,09	7,75		25,91	4
				1,08	1,77

Elaborado por: Alexandra Bustos

Fuente: Mediciones de higiene industrial años 2013-2017

²⁵ Tolueno: Todas las mediciones realizadas fueron con el criterio de TLV TWA valor: 192 mg/m3 (los valores en tono verde se encuentran dentro de parámetro y los rojos excedieron parámetro)

○ **Área de Resinas**

Tabla 26 Resultados obtenidos de acuerdo a concentraciones Tolueno en el área de Resinas

2013-2017

AÑO MEDICIÓN	CONCENTRACIÓN DE TOLUENO ED 8hrs/día	TIEMPO MEDIDO hrs	MEDIA GEOMÉTRICA ANUAL
2013	0,38	5,0	0,36
	0,34	7,8	
TLV TWA TOLUENO: 192 mg/m ³			

Elaborado por: Alexandra Bustos

Fuente: Mediciones de higiene industrial años 2013-2017

○ **Área de Adhesivos**

Tabla 27 Resultados obtenidos de acuerdo a concentraciones Tolueno en el área de

Adhesivos 2013-2017

AÑO MEDICIÓN	CONCENTRACIÓN DE TOLUENO ED 8hrs/día	TIEMPO MEDIDO hrs	MEDIA GEOMÉTRICA ANUAL
2013	0,34	7,8	0,58
2016	25,92	4,0	5,09
2017	1,085	1,8	1,04
TLV TWA TOLUENO: 192 mg/m ³			

Elaborado por: Alexandra Bustos

Fuente: Mediciones de higiene industrial años 2013-2017

3.2 Aplicación práctica

Los índices de exposición por área y agentes químicos se comparan con el real decreto 374/2001- Norma UNE-EN 689Atmosferas en el lugar de trabajo directrices para la evaluación de la exposición por inhalación de agentes químicos para la comparación con los valores límites y estrategia de la medición. El índice de exposición se valora de acuerdo:

$I \leq 0.1$ = Exposición aceptable

$I \geq 1$ Exposición inaceptable

$0.1 \leq I \leq 1$ Debe muestrearse en dos días mas

Se obtienen tres criterios el primero todos los índices ≤ 0.25 exposición aceptable segundo algún índice ≥ 1 exposición inaceptable y tercer criterio todos ≤ 1 pero no se cumple con el primer criterio cálculo de la media geométrica MG la cual establece:

Si $MG \leq 0.5$ exposición aceptable

Si $MG \geq 0.5$ Indeterminación

En el anexo F de la norma UNE –EN 689 refiere el intervalo de tiempo hasta las próximas mediciones:

Tabla 28 Intervalo de tiempo por índice de exposición

64 semanas	Si la concentración de la exposición laboral no excede el $\frac{1}{4}$ del valor límite.
32 semanas	Si la concentración de la exposición laboral excede el $\frac{1}{4}$ del valor límite y no excede el $\frac{1}{2}$ del valor límite.
16 semanas	Si la concentración de la exposición laboral excede el $\frac{1}{2}$ del valor límite ,pero no excede el valor límite.

Elaborado por: Alexandra Bustos

Fuente: UNE –EN 689

Si el Índice de exposición **Ip** excede al valor de uno se considerará la exposición no aceptable: determinar la causa o causas, aplicar las medidas preventivas necesarias para corregir la exposición y volver a evaluar la exposición ya que se da uno de los requisitos que obligan a ello (cambio en las condiciones de trabajo).

Se realizó el cálculo de la concentración de acuerdo a las mediciones de higiene industrial desde el año 2013 al 2017 posterior a esto se compara con TLV en las áreas de (formol – resinas y adhesivos) se calcula la media geométrica anual por agente según la UNE –EN 689 y se establece las frecuencias de monitoreo con anexo F de la norma mencionada en semanas, adicional se coloca un aproximado de la inversión en higiene hasta el año 2022, el plan a continuación elaborado es para cinco años.

Tabla 29 Propuesta de plan de monitoreo de higiene industrial de agentes químicos

Agente Químico	Puesto de trabajo	Limite permisible mg/m3	Media Geométrica MG	Conclusión	Frecuencia (semanas) de acuerdo a normativa	Último monitoreo	Próximo monitoreo (t máx)	Frecuencia de monitoreo al 2018
Formol	Operador de formol	0,37	0,0002	Exposición aceptable	64	23/10/2017	29/10/2018	Anual
	Operador de resinas	0,37	0,24	Exposición aceptable	16	23/10/2017	29/6/2018	Trimestral
	Operador de adhesivos	0,37	0,01	Exposición aceptable	64	23/10/2017	29/11/2018	Anual
VAM	Operador de resinas	35	1,31	Indeterminado	64	20/4/2017	20/8/2018	Anual
	Operador de adhesivos	35	2,55	Indeterminado	64	20/10/2016	20/8/2018	Anual
Butil acrilato	Operador de resinas	724	0,14	Exposición aceptable	64	29/8/2016	29/10/2018	Anual
	Operador de adhesivos	724	0,93	Indeterminado	64	29/8/2016	29/10/2018	Anual
Tolueno	Operador de resinas	192	0,36	Exposición aceptable	64	29/8/2016	29/11/2018	Anual
	Operador de adhesivos	192	1,04	Indeterminado	64	23/10/2017	29/11/2018	Anual

Elaborado por: Alexandra Bustos

Fuente: Mediciones de higiene industrial años 2013-2017

Tabla 29 Continuación Propuesta de plan de monitoreo de higiene industrial de agentes químicos

Agente Químico	Puesto de trabajo	2018					2019					2020					2021					2022												
		jun	ago	oct	nov	Costo	mar	may	jul	oct	Costo	mar	may	jul	oct	Costo	mar	may	jul	oct	Costo	mar	may	jul	oct	Costo								
Formol	Operador de formol			x		\$ 500,00			x		\$ 500,00			x		\$ 500,00			x		\$ 500,00			x		\$ 500,00								
	Operador de resinas	x	x	x	x	\$ 2.000,00	x	x	x	x	\$ 2.000,00	x	x	x	x	\$ 2.000,00	x	x	x	x	\$ 2.000,00	x	x	x	x	\$ 2.000,00								
	Operador de adhesivos				x	\$ 500,00				x	\$ 500,00				x	\$ 500,00				x	\$ 500,00				x	\$ 500,00								
VAM	Operador de resinas		x			\$ 500,00		x			\$ 500,00		x			\$ 500,00		x			\$ 500,00		x			\$ 500,00								
	Operador de adhesivos		x			\$ 500,00		x			\$ 500,00		x			\$ 500,00		x			\$ 500,00		x			\$ 500,00								
Butil acrilato	Operador de resinas			x		\$ 500,00			x		\$ 500,00			x		\$ 500,00			x		\$ 500,00			x		\$ 500,00								
	Operador de adhesivos			x		\$ 500,00			x		\$ 500,00			x		\$ 500,00			x		\$ 500,00			x		\$ 500,00								
Tolueno	Operador de resinas				x	\$ 500,00				x	\$ 500,00				x	\$ 500,00				x	\$ 500,00				x	\$ 500,00								
	Operador de adhesivos				x	\$ 500,00				x	\$ 500,00				x	\$ 500,00				x	\$ 500,00				x	\$ 500,00								
					\$	Estimado Anual					\$	Estimado Anual					\$	Estimado Anual					\$	Estimado Anual										
					6.000,00	2018					6.000,00	2019					6.000,00	2020					6.000,00	2021					6.000,00	2022				

Elaborado por: Alexandra Bustos

Fuente: Mediciones de higiene industrial años 2013-2017

- Propuesta de instructivo para monitoreos de higiene industrial

Según el Real Decreto 374/2001 los principios generales para la prevención de los riesgos por agentes químicos tratan de eliminar y reducir al mínimo los riesgos mediante el establecimiento de procedimientos adecuados para el uso y mantenimiento de los equipos utilizados para trabajar con los agentes.

El estandarizar una actividad crítica “monitoreo de agentes químicos” llevará a un mayor control de la actividad, la cual podrá ser medida y lograr mejora continua; consiguiendo homologar la actividad y establecer calidad.

En esta investigación se planteó como un objetivo específico el realizar un instructivo para monitoreos de higiene industrial para los principales contaminantes químicos, estableciendo actividades a nivel operativo, técnico, seguridad y conductual. En tres fases antes del monitoreo con la planificación de la actividad un promedio de 30 días antes del día definido, durante el monitoreo el día en el cual se realiza el monitoreo y después del monitoreo cuando se cuente con el informe final por parte del laboratorio un promedio de 60 días; a continuación, se detalla el instructivo.

PROPUESTA DE INSTRUCTIVO PARA MONITOREOS DE HIGIENE INDUSTRIAL

ANTES DEL MONITOREO

- Fase Operativa
 - Planificar monitoreos según propuesta de plan de monitoreos de higiene industrial ver tabla 29.
 - Asignar recursos para día de monitoreo personal presente durante la actividad.
 - Constatar que el laboratorio seleccionado se encuentre acreditado por organismos nacionales o internacionales para la medición de los agentes químicos.
 - Informar y coordinar monitoreos con Jefatura de producción de la industria química para definir: personal presente, actividades con exposición a agentes químicos y horarios para monitoreos.
 - Difundir la actividad en equipos de trabajo del área de producción indicando metodología a usar por parte del laboratorio, recalcando importancia de realizar sus actividades con normalidad y si llegase a ocurrir algo fuera de la rutina informar al personal que lo acompañara en el monitoreo.

- Fase Técnica
 - Solicitar a laboratorio responsable de mediciones certificados de calibración de equipos como bombas y competencia de personal de técnicos (hoja de vida).
 - Requerir a laboratorio estrategia de monitoreo en la cual deberá estar detallado método de evaluación para agentes químicos:
 - Formol: NIOSH 2016
 - VAM: NIOSH 1453
 - Tolueno: NIOSH 1501
 - Butil Acrilato: NIOSH 1459

- Fase de Seguridad
 - Cumplir con requisitos de seguridad física de la industria química los cuales son: certificados de afiliación al IESS o seguro internacional y recibir inducción de seguridad en la planta antes del ingreso.

- Contar con el siguiente equipo mínimo de protección de seguridad: casco, gafas de seguridad, protección auditiva y calzado de seguridad al momento de ingresar a las áreas operativas.
- Fase Conductual
 - Utilizar el equipo de protección de seguridad al momento de ingresar a las áreas operativas o cuando se requiera.

DURANTE EL MONITOREO

- Fase Operativa
 - Usar la herramienta DILO²⁶ todas las personas designadas para acompañamiento del trabajador en el monitoreo.
 - El operador monitoreado siempre se encontrará acompañado por el área de seguridad y salud ocupacional de la empresa.
 - Realizar una reunión corta al inicio de la jornada y a la finalización con todos los participantes recordando la metodología a aplicar.
- Fase Técnica
 - Comprobar el funcionamiento de todos los equipos antes del uso (técnico designado).
 - Usar el método establecido para el agente químicos (blanco, caudal, tiempo de exposición).
 - Etiquetar los blancos al momento de colocarlos con los operadores.
 - Realizará un blanco control (muestra por la que no se ha hecho pasar aire) en el área de producción para comprobar la veracidad de las mediciones.
 - Empacar y sellar el tubo colorimétrico para un adecuado transporte concluido el tiempo según el método de monitoreo del agente químico.

²⁶ DILO: Herramienta interna de la industria química en la cual se describe actividades, tiempo y comentarios observados, es cualitativa sin interferencia en las actividades de los demás trabajadores.

- Fase de Seguridad
 - Usar el equipo de protección de seguridad personal en áreas operativas de acuerdo a señalética.
 - Trasladarse entre áreas por pasos peatonales, revisar espejos de seguridad convexos.
 - Prohibido el uso de teléfonos celulares en áreas operativas.
 - Ocupar todo el equipo de protección de seguridad personal y maquinaria rutinaria al realizar las actividades (operadores).

- Fase Conductual
 - Informar cualquier desviación en el transcurso del monitoreo por parte de los operadores en las áreas monitoreadas.
 - Mantener una actitud de respeto y colaboración durante el monitoreo de los agentes químicos.

DESPUES DEL MONITOREO

- Fase Operativa
 - Revisar y analizar los resultados con un grupo multidisciplinario: seguridad y salud ocupacional, ingeniería, mantenimiento, jefe de producción, representante de comité paritario y gerencia de operaciones.
 - Informar los resultados y planes de acción al área de producción a todos los trabajadores.

- Fase Técnica
 - Analizando los resultados y observada tendencia de los monitoreos se implantarán medidas preventivas o correctivas en el área de producción.

IV. CAPÍTULO

DISCUSIÓN

4.1 Conclusiones

1. Los datos presentados en esta investigación fueron realizados en base a las mediciones higiénicas de la industria química desde el año 2013 al 2017 con la comparación con TLV por años dependiendo del químico, para un posterior cálculo de la media geométrica evaluando la exposición de los químicos en niveles aceptables o indeterminados de acuerdo a la norma UNE EN 689. Se determinó niveles aceptables de los químicos formol en un 56 % y niveles indeterminados con el químico VAM, butil acrilato y tolueno en 44% del universo monitoreado.
2. En función de los resultados de los años 2013 al 2017 y usando los criterios de la norma UNE EN 689 para evaluación de la exposición mostrado en el anexo F “intervalos para mediciones periódicas “fue posible sistematizar el monitoreo de higiene industrial en función de frecuencias para el plan de contaminantes químicos.
3. Se determinó un plan con frecuencias de monitores hasta el año 2022 en el cual se detallan meses y químicos a monitorear de acuerdo al cálculo de la media geométrica por agente químico. Con una inversión anual de \$6.000 iniciando este año hasta el 2022 nos da una inversión total de \$30.000 exclusivamente en monitoreos con un ahorro de \$6.000 anual en el histórico de la industria química del año 2013 al 2017.
4. Complementando el plan de frecuencias para monitoreos de los agentes químicos formol, VAM, tolueno y butil acrilato se propone un instructivo para monitoreo con

las fases antes, durante y después del mismo asignando responsables y abarcando los requerimientos operativos, técnicos, de seguridad y conductuales.

5. De acuerdo a los resultados obtenidos el agente químico formol se encuentra indeterminado, por lo tanto, la norma UNE EN 689 establece mediciones periódicas cada 16 semanas en las áreas de formol, resinas y adhesivos.
6. El enfoque de esta investigación es el análisis de las medir los agentes químicos con la propuesta del plan de monitoreo de higiene industrial, la empresa química debe considerar la jerarquía de establecimientos de controles: eliminar, sustituir, aislamiento-ingeniería, administrar y equipo de protección personal.
7. Se realizó la evaluación de tolueno área de resinas con la calculadora en línea del INSHT ²⁷ “Evaluación cualitativa del riesgo por inhalación de agentes químicos”, completando los seis pasos para obtener una prioridad de acción tres: riesgo bajo. Es factible aplicar la metodología con los demás químicos.

²⁷ INSHT: Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo

4.2 Recomendaciones

1. Implementar el uso del instructivo propuesto para las mediciones de higiene industrial en futuras ocasiones en monitoreos de higiene en la empresa química.
2. Re evaluar los agentes químicos vinil acetato monómero, butil acrilato y tolueno ya que si varias mediciones sucesivas dan valores de exposición diaria inferior al 10% del TLV se puede reconsiderar la evaluación, ya que aparentemente debería haber sido considerada como aceptable desde el principio, UNE EN 689.
3. Deberá proceder a una reevaluación de la exposición a los agentes químicos siempre que exista cambios en la: metodología. proceso y en las medidas de protección.
4. El formol y vinil acetato monómero muestran picos en los monitoreos se recomienda analizar los picos en función a la actividad realizada por el operador o posibles causas para las desviaciones.
5. La industria química deberá alimentar la línea base de los monitoreos con los resultados futuros para un control más eficiente de las concentraciones por áreas y futuros cálculos.
6. Usar metodologías cualitativas para la prevención del riesgo por exposición a agentes químicos como COSHH Control of subsatancies hazardous health, determinado la medida de control adecuada a la operación que se está evaluando y proporcionando soluciones por medio de fichas control.

MATERIALES DE REFERENCIA

- AIHA . (2018). *AIHA - Protecting worker health*. Obtenido de <https://www.aiha.org/>
- Ángel, M. M. (2014). *Riesgos específicos y su prevención en el sector químico* . Valencia: Instituto de Valenica seguridad y salud en el trabajo .
- Cámara de la industria química y petroquímica . (2011). *La industria química argentina situación actual y su potencial hacia el 2020*. Buenos Aires .
- CAN. (2000). *Decisión 584 Instrumento andino de seguridad y salud en el trabajo*.
- Congreso Nacional . (2015). *Codigo del Trabajo* .
- Constitución de la república del Ecuador*. (2012).
- FREMAP. (2016). *Agentes Quimicos* .
- Gonzáles, L. (2016). *Toxicología laboral : toxicocinetica - toxicodinamica* .
- IESS. (1986). *D.E 2393 Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento de medio ambiente de trabajo* .
- IESS. (2016). *Resolución CD 513 Reglamento del seguro general de riesgos del trabajo* .
- INSHT . (2017). *Límites de exposición profesional para agentes químicos en España -LEP*. Madrid .
- INSHT. (1999). *NTP 406: Contaminantes químicos - evaluación de la exposición laboral*.
- Luis, S. J. (2016). *Identificación de los contaminantes químicos* .
- MAPFRE. (Segunda edición). *Manual de higiene industrial*. España.
- Marin Andres, S. M. (2007). *Claves para la interpretación de los resultados* . Gestión practica de riesgos laborales .
- Ministerio de presidencia . (2001). *Real Decreto 374/2001 Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo*. España .
- Ministerio de trabajo y asuntos sociales . (s.f.). *RD 374/2001*. España .
- Mulhausen J, D. J. (2008). *Conformación de grupos de exposición similar GES*.

NIOSH - Hidrocarburos aromaticos 1501. (s.f.). Obtenido de <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/pdfs/1501.pdf>

NIOSH 2016 Formol. (s.f.). *The national institute for occupational safety and health*. Obtenido de Métodos de medición: <https://www.cdc.gov/spanish/niosh/npg-sp/npgd0293-sp.html>

NIOSH VAM 1453. (s.f.). Obtenido de <file:///C:/Users/alexa/OneDrive/Documentos/MSSO/5%20-%20Plan%20de%20Titulacion/PROYECTO/Soporte%20informacion/niosh%201453%20VAM.pdf>

NIOSH -VAM 1459. (s.f.). Obtenido de <file:///C:/Users/alexa/OneDrive/Documentos/MSSO/5%20-%20Plan%20de%20Titulacion/PROYECTO/Soporte%20informacion/NIOSH%201459-%20BUTIL.pdf>

OIT . (2015). *Tendencias mundiales sobre accidentes del trabajo y enfermedades profesionales* .

OIT . (s.f.). *Higiene Industrial capitulo 30*.

OIT. (1990). *C-170 Convenio sobre la seguridad en la utilización de los productos químicos en el trabajo* .

OMS . (2007). *Salud de los trabajadores: plan de acción mundial* . 60 ° asamblea mundial de la salud }.

OMS . (2018). *Organización mundial de la salud* . Obtenido de <http://www.who.int/es/>

SGRT. (2018). *Estadísticas del SGRT*. Obtenido de http://sart.iess.gob.ec/SRGP/cal_neg_prov_ep.php?MDYzN2lkPWRLc3Rh

UNE EN 689:1996 Atmósferas en el lugar de trabajo. Directrices para la evaluación de la exposición por inhalación de agentes químicos para la comparación con los valores límite y estrategia de la medición . (1996).

Universidad autónoma de Barcelona. (1990). *La toxicidad del formaldehido*. Barcelona: Rivista di Coiglicoltura .