

Instituto Tecnológico de Costa Rica  
Escuela de Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental

Análisis de la exposición Ocupacional a Formaldehído en el  
Servicio de Anatomía Patológica del Hospital México

para optar por el título de  
Maestría en Salud Ocupacional con Énfasis en Higiene Ambiental

Con el grado académico de  
Maestría

Carlos Mora Sánchez  
Cartago Mayo, 2019

### **Agradecimiento**

*Primero quiero agradecer a Dios por ser mi guía durante toda esta etapa de aprendizaje, por darme la oportunidad de vivir y cumplir mis metas, a mi Tutora Karla Solano D. y Lector Clemens Ruepert, quienes con amor y paciencia han sido más que mis guías un modelo de vida no solo como excelentes profesionales sino como extraordinarios seres humanos.*

*Al señor Emmanuel González Alvarado quien me ha brindado su apoyo tanto a nivel laboral como espiritual, a cada uno de mis profesores y compañeros quienes me permitieron crecer en este proceso de aprendizajes. A todos y cada uno de ustedes mi gratitud y cariño, ¡Gracias!*

### **Dedicatoria**

*A mis padres, Margarita y David quienes me enseñaron que con amor y trabajo podemos alcanzar todas las metas que soñamos. A mis hermanos, quienes a lo largo de mi vida me han acompañado y brindado su apoyo de manera incondicional.*

*A mi esposa Hanny Umaña; que con su paciencia y amor ha formado parte de este proyecto de vida y a mi hijo Ignacio que ha llenado mi vida de amor y esperanza de que podemos hacer de este un mundo mejor.*

### **Abstrac**

Formaldehyde is a Chemical substance that is used a lot in the job field. The International Agency for Research on Cancer (IARC), establishes that it is a carcinogenic agent for human beings, an opinion that is also shared not only by the Toxicology National program in United States but also by Europe Union. Workers who has a pathological anatomy worldwide are one of the professional groups with highest possibility of being exposed to Formaldehyde. In Costa Rica, Mexico hospital has a pathological anatomy area where studies had been conducted, however since the results are unknown, the work risk of the exposition to this substance is unsure.

During this research, this aspect mention before was evaluated using different methods as for example, work exposition and some samples to different workers at different departments. Finally, some corrective and preventive suggestions were given in order to minimize the exposition of workers to this substance.

Before the environmental concentration measure of Formaldehyde was done, a simplified evaluation of this substance´s exposition was carried out which allowed to identify general control rules in order to manage it. Moreover, taking into consideration the environmental concentration, identifying areas and job places where the criteria level of 0,3 ppm as its C value permitted is exceeded, being this concentration the one that should not be allow at any moment during the work schedule. Finally, some control rules were proposed based on the process and work environment as well as better job practices.

Key words: Formaldehyde, pathological anatomy, Hospital Mexico, absorption silica gel method 2,4-DNPH

## Resumen

El formaldehído es una sustancia química de amplio uso a nivel laboral, la Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer (International Agency for Research on Cancer, IARC), establece que es un agente cancerígeno para los seres humanos, criterio además compartido por el Programa Nacional de Toxicología de U.S.A., la Unión Europea.

Los trabajadores de anatomía patológica a nivel mundial, constituyen uno de los grupos profesionales con mayor probabilidad de exposición al formaldehído. En Costa Rica, El Hospital México dispone de un Servicio de Anatomía Patológica donde a pesar de que se han realizado al parecer varios estudios relacionados los trabajadores de dicho servicio, refieren no conocer el resultado de ninguno de ellos; por lo que desconocen el riesgo laboral derivado de dicha exposición.

Con la presente investigación se evaluó la exposición laboral a formaldehído en el Servicio de Anatomía Patológica del Hospital México, mediante la caracterización básica de la exposición laboral y muestreos aire personal a trabajadores de diferentes de departamentos. Por último; se dieron recomendaciones de acciones preventivas y correctivas para minimizar la exposición de los trabajadores a esta sustancia.

Previo a la medición de concentración ambiental de formaldehído, se realizó una evaluación simplificada de la exposición a dicha sustancia, lo que permitió identificar las medidas generales de control que se requieren para su manejo.

Posteriormente, mediante la determinación de la concentración ambiental, identificando áreas y puestos de trabajo donde se sobrepasan el criterio de la concentración ambiental máxima permisible de 0,3 ppm como su valor “C” o valor techo; siendo esta la concentración que no debe ser sobrepasada en ningún momento de la jornada laboral.

Por último, se proponen medidas de control basadas en el proceso y entorno laboral, así como en la mejora de prácticas laborales.

*Palabras clave:* formaldehído, anatomía patológica, Hospital México, método de absorción en gel Sílice, 2,4-DNPH.

## ÍNDICE

<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>1</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>2</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>8</b>
<b>JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>9</b>
<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>11</b>
<i>OBJETIVO GENERAL .....</i>	<i>11</i>
<i>OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</i>	<i>11</i>
<b>ALCANCES Y LIMITACIONES DEL TRABAJO .....</b>	<b>12</b>
<b>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>13</b>
<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>15</b>
<i>DISEÑO Y POBLACIÓN DE ESTUDIO.....</i>	<i>15</i>
<b>ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....</b>	<b>19</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>35</b>
<i>CONCLUSIONES .....</i>	<i>35</i>
<i>RECOMENDACIONES .....</i>	<i>36</i>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>37</b>
<b>APÉNDICES.....</b>	<b>39</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>44</b>

## INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Distribución del Servicio de Anatomía Patológica. Hospital México</i>	<i>19</i>
<i>Figura 2. Corte de biopsias - formalina buferizada</i>	<i>20</i>
<i>Figura 3. Histología - especímenes procesados</i>	<i>22</i>
<i>Figura 4. Morgue - sistema de extracción</i>	<i>23</i>
<i>Figura 5. Morgue - práctica laboral (recipientes con formalina sin protección)</i>	<i>24</i>
<i>Figura 6. Morgue - rango de acción del sistema de extracción en la mesa de trabajo</i>	<i>27</i>

## ÍNDICE DE CUADROS

<i>Cuadro 1. Distribución del personal del Servicio de Anatomía Patológica .....</i>	<i>21</i>
<i>Cuadro 2. Resultados de las mediciones preliminares de formaldehído mediante los tubos colorimétricos .....</i>	<i>25</i>
<i>Cuadro 3. Evaluación preliminar de las cabinas de flujo laminar .....</i>	<i>26</i>
<i>Cuadro 4. Flujo de aire en las mesas de trabajo de la morgue.....</i>	<i>27</i>
<i>Cuadro 5. Resultado de los análisis de formaldehído en muestra de aire y por tareas .....</i>	<i>28</i>
<i>Cuadro 6. Resultado de los análisis de formaldehído en muestras de aire conforme al área, puesto de trabajo y tiempo de medición.....</i>	<i>30</i>

## **Introducción**

El formaldehído es un gas incoloro que se comercializa en forma de soluciones en agua y metanol como agente estabilizante, ya que en estado puro tiende a polimerizar (Jaimes, J. Pérez, K. Severiche, 2014).

La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer; clasifica esta sustancia en el Grupo 1 (World Health Organization, 2006), misma clasificación que brinda el Programa Nacional de Toxicología de U.S.A (National Toxicology Program, 2014), en la Unión Europea, se clasifica como carcinógeno categoría 1B y como mutágeno categoría 2 (UE, 2014). Como parte de otros afectos se documenta la inflamación del tejido pulmonar (Lino, A. et al., 2011) así como inflamación, hiperplasia, y cambios en las células madre pluripotenciales (Casas, J. Araque, L. Herrerea, 2013), además se documenta la inducción de leucemia por la toxicidad del formaldehído (Ye, X. et al., 2013) y dermatitis por contacto entre otros.

En el sector salud, un estudio asocia cambios citogenéticos en las células epiteliales de la región nasal, por lo que se recomienda reducir la exposición a formaldehído (Neslihan, G. Zafer, K. Feza, A. Afitap, A. Hasan, B. 2016), sin embargo se establece la necesidad de generar evidencia científica que haga trascender el tema (Casas, J. Araque, L. Herrerea, 2013).

Debido a los peligros intrínsecos del formaldehído (Institute for Occupational Safety and Health of the German Social Accident Insurance, 2000), se hace necesario identificar los peligros, evaluar los riesgos y determinar las medidas de control donde se utilice esta sustancia, siendo un claro ejemplo el Servicio de Anatomía Patológica del Hospital México.

Para ello, se realizó la caracterización básica de la exposición laboral al formaldehído mediante el análisis de las condiciones laborales que permitió generar la estrategia de muestreo para tomar las muestras de campo, analizar datos y compararlos con los criterios de valoración así como realizar conclusiones y recomendaciones sobre el riesgo por exposición al agente químico (INSHT, 2012a).

### **Justificación**

El Hospital México, inició labores el 01 de setiembre de 1969, es un Hospital General Clase A (MSP, 1971), para cumplir sus objetivos cuenta con varias áreas de servicio; entre ellas el Servicio de Anatomía Patológica en el que se lleva a cabo procedimientos clínicos de biopsias y autopsias, actualmente cuenta con cuarenta y dos trabajadores; entre personal médico, técnico, secretarias y personal de servicios generales.

Para impedir la degradación de los tejidos que se requieren analizar en ese servicio; es requerido el uso de diversas sustancias químicas; entre ellas el formaldehído que es utilizado específicamente en el proceso de fijación de los tejidos.

Este agente químico produce irritación ocular, del tracto respiratorio y piel, también actúa como sensibilizante de la piel. La inhalación de formaldehído a altas concentraciones produce severa irritación del tracto respiratorio, pudiendo llegar a provocar la muerte (INSHT, 2010). Además, se indica que exposiciones prolongadas ya sea por vía respiratoria o dermal puede causar problemas respiratorios como asma, dermatitis entre otros (OSHA, 2011). Los efectos que puede causar varían conforme a su concentración, por ejemplo; concentraciones de 0,5 a 2,0 ppm irrita ojos, nariz y garganta, de 3-5 ppm puede causar además lagrimeo, de 10-20 ppm causa dificultad respiratoria, de 25-30 ppm puede producir daño severo en el tracto respiratorio que lleva a edema pulmonar y neumonitis, concentraciones mayores a 100 ppm pueden causar la muerte (OSHA, 2000). Existen Límites de Exposición Laboral para esta sustancia, entre ellos; un valor límite umbral (TLV. STEL) de 0,3 ppm, que no debe ser superado en ningún momento de la jornada, N.I.O.S.H. recomienda un límite de 0,016 ppm como promedio durante un turno laboral de 10 horas y de 0,1 ppm, que no deben ser excedidos en ningún momento de la jornada por más de 15 minutos, por su parte O.S.H.A. establece una exposición de 0,75 ppm como promedio durante un turno laboral de 8 horas y de 2 ppm que no deben ser excedidos en ningún momento de la jornada por más de 15 minutos (New Jersey Department of Health, 2017) .

Inicialmente la evaluación de la exposición de agentes químicos en el trabajo, debe realizarse a través de la medición de la concentración ambiental del agente en el puesto de trabajo, lo que implica elaborar la estrategia de muestreo, tomar las muestras, analizar datos y compararlos con los criterios

de valoración así como realizar conclusiones sobre el riesgo por exposición al agente químico (INSHT, 2012a). Sin embargo, esta evaluación puede abordarse en tres niveles de profundidad:

- Estimación inicial: implica documentar información cualitativa acerca de las variables relacionadas con la exposición para establecer si el riesgo es aceptable o no y de manera inmediata adoptar medidas de control sin requerir una evaluación más detallada.
- Estudio básico: incluye mediciones de la concentración sin representatividad estadística, enfocándose en la situación más desfavorable.
- Estudio detallado: requiere una evaluación cuantitativa de la exposición con mediciones personales estadísticamente representativas (INSHT, 1996).

Relacionado con una estimación inicial se establece la existencia de dos modelos, el primero estima el riesgo potencial de exposición y el segundo el riesgo esperable de exposición. Como ejemplo del riesgo potencial de exposición se puede mencionar el modelo británico COSHH Essentials, que utiliza la clasificación por bandas o grupos de control (Control Banding) refiriéndose a las medidas de control requerido (Health and Safety Executive, 2017) en cada tarea que se realiza para considerar si el riesgo es o no aceptable. Este modelo evalúa el riesgo potencial y no el riesgo esperado partiendo del hecho de que existen diversas fuentes de riesgo que pueden controlarse con medidas de control categorizables en pocos grupos (INSHT, 2012b).

Estudios detallados son requeridos para una evaluación cuantitativa de la exposición inhalatoria que implica realizar una caracterización básica del lugar de trabajo, definir procedimientos de medición, medir la exposición, validar los resultados de las mediciones y comparar los resultados con los límites de exposición laboral y comunicar los resultados obtenidos (Occupational Hygiene Society of Ireland, 2018)

Es por ello que se necesita conocer; si el formaldehído representa un riesgo para la salud de los trabajadores del Servicio de Anatomía Patología del Hospital México, de manera tal que, a través de la identificación de peligros, la evaluación de riesgos y la determinación de los controles requeridos se proteja el bienestar físico, mental y social de los trabajadores expuestos a esta sustancia.

## **Objetivos**

### ***Objetivo general***

Evaluar la exposición laboral a formaldehído en el Servicio de Anatomía Patológica del Hospital México para la definición de medidas de control que minimice la exposición a esta sustancia.

### ***Objetivos específicos***

- Realizar la caracterización básica de la exposición laboral al formaldehído mediante el análisis de las condiciones laborales para la generación de la estrategia de muestreo de este agente en el Servicio de Anatomía Patológica del Hospital México.
- Estimar en el Servicio de Anatomía Patológica del Hospital México la exposición ocupacional a formaldehído mediante la determinación de su concentración en el aire.
- Recomendar acciones preventivas y correctivas que minimice la exposición al formaldehído.

### **Alcances y Limitaciones del trabajo**

Alcance: el proyecto se desarrollará en el Servicio de Anatomía Patológica del Hospital México.

Limitaciones: como limitaciones se incluyeron el presupuesto de la investigación, así como el tiempo disponible de parte de los investigadores y de otras partes interesadas tal como los trabajadores y personal técnico/administrativo de otras áreas de salud ocupacional, ingeniería en mantenimiento y arquitectura, etc.; otras limitaciones fueron la cantidad de muestras de formaldehído que se tomaron, la cantidad de trabajadores dispuestos a participar en el estudio y el acceso a la información por parte del centro médico.

## **Revisión Bibliográfica**

El formaldehído es un agente químico ampliamente utilizado en diversos procesos industriales, así como en el sector salud, específicamente en el proceso de fijación de tejidos, con el fin de evitar la degradación de muestras anatomopatológicas que se requieren preservar para posteriormente ser analizadas en el microscopio.

En un estudio de cohorte en trabajadores de textiles reveló una posible (no significativa) relación entre la exposición laboral a formaldehído y mortalidad por leucemia mieloide (Pinkerton, L. Hein, M. Stayner, 2004). Otro estudio de cohorte de trabajadores de fábricas que utilizaban o producían formaldehído, identificó un posible incremento en el riesgo por cáncer de pulmón comparado con la población general (Coggon, D. Harris, E. Poole, Palmer, J. 2003). Relacionado con el peligro de producir cáncer a partir de la exposición a esta sustancia, en el año 2004 el Instituto Nacional sobre el Cáncer de los Estados Unidos, publicó un estudio en el que se encontró alguna evidencia de relación dosis-respuesta con la mortalidad por cáncer nasofaríngeo y otros sitios del tracto respiratorio superior, en este mismo estudio, la asociación con el cáncer de próstata se indica que pudo ser un hallazgo casual ya que no hubo gradiente de exposición-respuesta, no se observó asociación con cáncer de páncreas, cerebro o pulmón en trabajadores de la industria del formaldehído, con una exposición acumulada de 15 años. (Hauptmann, M. Lubin, J. Stewart, P. Hayes, R. Blair, A. 2004).

En el sector salud, para el año 2016 en Turquía un estudio indicó que teniendo en cuenta que los niveles más bajos de exposición al formaldehído se asocia a cambios citogenéticos en las células epiteliales de la región nasal, en donde la exposición a largo plazo en los laboratorios de anatomía plantea riesgos en la región anatómica de la nasofaringe así como de la cavidad nasal, se deben de tomar medidas concretas para reducir la exposición a formaldehído (Neslihan, G. Zafer, K. Feza, A. Afitap, A. Hasan, B. 2016).

Al respecto otro estudio realizado en el sector salud en Colombia para el año 2013, evidenció la importancia de generar programas de prevención de riesgos que tenga como objetivo mitigar los efectos adversos en la salud de los trabajadores expuestos al formaldehído, entre las variables relevantes que se deben de considerar se establece la necesidad de generar evidencia científica que haga trascender el tema; siendo necesario fortalecer la investigación de las condiciones de salud y seguridad en este sector (Casas, J. Araque, L. Herrerea, 2013).

En Costa Rica, se lograron identificar dos estudios relacionados con la temática, el primero en un Hospital público; donde se elaboró un proyecto orientado hacia el establecimiento de un Programa de protección respiratoria (Hidalgo Prado, C. 2015); su principal hallazgo, la existencia de vapores de formaldehído a nivel ambiental con concentraciones en un rango de 0,160 ppm a 0,971 ppm, para un total de 8 muestras; además se identificaron condiciones deficientes en los sistemas de inyección y extracción en procesos de anatomía patológica. Otro estudio en el que se aplicó una evaluación cualitativa (Control Banding) de la exposición ocupacional a agentes químicos en los trabajadores de un proceso de manufactura de dispositivos médicos (Bonilla Rodríguez, E. 2014), identificó el requerimiento de realizar evaluaciones de carácter cuantitativo así como de contar con sistema de inyección y extracción en el ambiente laboral evaluado.

## **Metodología**

### ***Diseño y población de estudio***

**Diseño de estudio:** el tipo de estudio en el que se enmarca este proyecto consiste en una investigación descriptiva y transversal que pretende caracterizar y cuantificar la exposición a formaldehído en el Servicio de Anatomía Patológica del Hospital México para el establecimiento de medidas correctivas y preventivas que minimice la exposición de los trabajadores a esta sustancia.

**Población de estudio, criterios de inclusión y exclusión:** como población de estudio se definió el personal del Servicio de Anatomía Patológica, siendo un total de 42 trabajadores; entre ellos personal médico, técnico, secretarías y misceláneos. En el estudio participaron funcionarios del servicio que brindaron su consentimiento informado, como criterio de exclusión se determinó aquellos trabajadores que no brindaron su consentimiento informado o mujeres en estado de gestación; debido a los efectos documentados en la salud de los seres humanos.

**Métodos, técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de datos:** para realizar este proyecto fue necesario el empleo de varios métodos, técnicas e instrumentos que permitieron recopilar la información y procesar los datos requeridos para el alcanzar los objetivos planteados, a continuación, se presenta una descripción de las acciones que se llevaron a cabo.

### **Caracterización básica**

En este centro de trabajo se realizan dos grandes procesos; autopsias y biopsias, para ello cuenta con espacios físicos de uso común (recepción, sala de capacitación, servicios sanitarios y comedor), y otros espacios físicos tales como recepción de muestras, laboratorio de corte, laboratorio de histología, laboratorio de inmuno histología, laboratorio de punción/histoquímica, laboratorios de patología laminar y morgue. Las características físico/químicas del formaldehído, así como los efectos en la salud de los seres humanos, se estudiaron ampliamente a través de la consulta de bases de datos (GESTIS, OSHA, INSHT, IARC; entre otras) y artículos científicos.

De manera previa, se obtuvo por parte de la jefatura del servicio la descripción de los puestos de trabajo, luego a través de entrevistas a los diferentes funcionarios, se analizaron las funciones de estos puestos, lo que, aunado a las visitas de campo y la comprensión del proceso de trabajo, permitió realizar la ubicación física de los diferentes procesos mediante un croquis del servicio.

Seguidamente, se realizó una estimación inicial de la exposición ocupacional a formaldehído en tres fases, la primera de ellas relacionada con la Identificación de las fuentes de emisión, a través de visitas de campo, entrevistas, así como la aplicación de tubos calorimétricos marca Dräger; referencia 6733081, orientadas a identificar la presencia de vapores de formaldehído en el ambiente, dichos dispositivos se acoplaron a una bomba de aspiración manual Dräger Accuro. Los tubos utilizados presentaron un rango de medición de 0,5 a 5 ppm o de 0,2 hasta 2,5 ppm; dependiendo de la cantidad de bombeos, el tiempo de duración de la medición fue de 1,5 y 3 minutos, además presentaron una desviación estándar  $\pm 20\% - 30\%$ , para la identificación de vapores de formaldehído la coloración del tubo pasó de blanco a rosado en presencia del agente, presentando interferencias con 500 ppm de octano, 5 ppm NO (Dräger, 2015).

Como segunda fase se procedió con la determinación de riesgo potencial de exposición así como el nivel de control requerido, mediante la aplicación del Método COSHH Essentials (INSHT, 2012b), utilizando para ello la aplicación informática COSHH e-tool (Health and Safety Executive, 2017). Finalizando la estimación inicial con una tercera fase, en la que se identificaron los controles existentes para realizar una evaluación preliminar de su funcionamiento.

Seguidamente; se identificaron factores que influyen en las concentraciones de exposición de los trabajadores a formaldehído que incluyó; concentración de la solución de formaldehído, determinación del tamaño y número de muestras anatomopatológicas analizadas, hacinamiento; entre otros por medio de la entrevista y la observación con vista de campo.

Para la evaluación preliminar de los sistemas de inyección y extracción y eficacia de la ventilación general, se utilizó como método de evaluación el estándar Fume Hood Testing ANSI/ASHRAE 10-1995 (UMassAmherst, 2006), que consiste en un método cualitativo para observar los patrones de flujo de aire de las cabinas de flujo liminar, esta prueba consiste en liberar humo y observar como ingresa a la campana de extracción del equipo mediante sus ranuras, para ello debe de observarse que no se generen turbulencias, bloqueos, flujo inverso o puntos muertos en los que no se extraiga el humo, los criterios según la observación corresponde a las siguientes observaciones: falla (se observa

humo escapando de la campa), pobre (flujo inverso cerca de la abertura, flujo lento en la apertura a lo largo del límite del equipo), justa (flujo inverso, no necesariamente en la apertura, no hay escape visible), buena (no hay flujo inverso, existen corrientes de flujo activo alrededor del límite del equipo).

Para el cálculo de la distancia de cobertura de los equipos de extracción de las mesas de la morgue se utilizó un termo-anemómetro de hilo caliente CFM de alta resistencia; marca EXTECH, modelo 407119.

### **Estimación de la exposición ocupacional a formaldehído**

Para realizar el muestreo personal se utilizaron cartuchos Sep-Pak DNPH-Sílica de la marca Waters, con el número de parte WAT039550 (Waters, 2017), acoplados a bombas de bajo flujo marca SKC AirCheck TOUCH, modelo 220-5000TC, calibradas dentro de  $\pm 5\%$  del índice de muestreo de 0.1 L/min; con una bomba de calibración BIOS DryCal Technology, modelo Defender 510, además; se realizaron tres tipos de mediciones, las primeras con el fin determinar el tiempo máximo de muestreo para no saturar el cartucho, realizando este muestreo previo en las áreas donde las colorimetrías nos dieron las concentraciones más altas, considerando para ello la proyección de la saturación del medio de muestreo en una hora con un flujo de 0,5 L/min, el segundo tipo de mediciones considerando el tiempo total de duración de algunas tareas y el tercero en áreas específicas de trabajo, en estos dos últimos tipos se muestreó con un flujo de 0,1 L/min.

La estrategia de muestreo fue elaborada a partir de la información obtenida en la caracterización básica de la exposición. Entre otras acciones, se firmaron los Consentimientos Informados por parte de los trabajadores participantes según el Apéndice 1 y se utilizó para documentar la recolección de las muestras de campo la hoja del Apéndice 2; denominado Bitácora de control de muestreo, y para el registro de eventos durante el muestreo, la hoja del Apéndice 3.

Como control de calidad, se llevaron blancos de campo que se utilizaron en el área de Anatomía patológica, específicamente en lugares donde no se detectaron vapores de formaldehído; a través de las mediciones con los tubos colorimétricos, las muestras recolectadas en el campo fueron transportadas con hieleras hasta el Laboratorio de Análisis de Residuos de Plaguicidas (LAREP) en la Universidad Nacional, donde posteriormente fueron analizadas, el método de extracción utilizado por el laboratorio, es el recomendado por la empresa fabricante de los cartuchos (Waters, 2017), para

la cuantificación de las muestras se utilizó un detector de cromatografía líquida marca Waters modelo AcQuity H Class acoplado a espectrómetro de masas triple cuadrupolo, marca Waters modelo TQS-micro.

Los datos de concentración de formaldehído-2,4 DNHP reportados por el equipo fueron convertidos en concentración expresada en partes por millón de formaldehído en aire, posteriormente los datos obtenidos fueron analizados de manera tal que se relacionaron con la información obtenida en la caracterización básica.

**Recomendaciones (acciones preventivas y correctivas) que minimice la exposición de estos trabajadores al formaldehído.**

Para ello; se analizó la información generada anteriormente y se emitieron recomendaciones orientadas al control de la exposición ocupacional a este agente químico, mediante el análisis de los datos obtenidos en la caracterización básica y la estimación de la exposición, analizando las condiciones requeridas en los diferentes espacios y procesos que se realizan en este Servicio. Por otra parte; tanto las recomendaciones, así como los resultados de las mediciones obtenidas se socializaron a través de una presentación de resultados para el personal del Servicio, los resultados de las mediciones además se le brindaron a cada participante.

## Análisis de la situación actual

1. **Caracterización básica:** la caracterización básica estudia el riesgo potencial de un agente químico, el proceso, entorno y prácticas laborales que pueden incidir en la exposición ocupacional a este agente.

Este centro de trabajo, cuenta con diversas áreas como recibo de biopsias, corte de biopsias, histología, histoquímica, toma de biopsias, inmunohistoquímica, análisis de biopsias, jefatura, morgue, archivo, sala de capacitación y módulo secretarial, según la Figura 1, además tiene dos grandes procesos: biopsias (proceso en el que se diagnóstica la presencia de una enfermedad) y autopsias (estudio anatomopatológicos que establece la causa de muerte de un paciente que falleció en este hospital).

Según lo observado, algunos espacios físicos como Histología y Corte de biopsias, presentan condiciones de hacinamiento, aspecto que puede influir en exposición al agente químico en estudio.



Figura 1. Distribución del Servicio de Anatomía Patológica. Hospital México

Como elemento importante a considerar en el Anexo 1, se muestra un inventario de las principales sustancias químicas que se utilizan en este servicio, encontrando formalina 10% buferizada y formalina 37% buferizada (ver Figura 2), en el caso de la formalina 37% buferizada es utilizada en el área de la morgue donde se diluye al 10% antes de fijar las piezas que serán posteriormente analizadas, por lo que en todas las áreas de trabajo podemos indicar que las piezas anatomopatológicas son fijadas en formalina 10% buferizada.

Referente a este agente químicos podemos indicar que sus principales características físico/químicas pueden ser consultadas en diversas fuentes de información entre ellos la base de datos Gestis (Institute for Occupational Safety and Health of the German Social Accident Insurance, 2000) .



*Figura 2. Corte de biopsias - formalina buferizada*

Conforme al Anexo 2 denominado Funciones por Puesto de Trabajo y con el fin de poder realizar la ubicación física de los diferentes puestos de trabajo, así como cantidad de funcionarios y funciones en las áreas, se procedió a realizar la distribución del personal de este centro de trabajo, dicha distribución se muestra a continuación en el Cuadro 1.

*Cuadro 1. Distribución del personal del Servicio de Anatomía Patológica*

<b>Área de trabajo</b>	<b>Cantidad de funcionarios</b>	<b>Funciones por área</b>
Secretarias	5	Trámites administrativos, atención al usuario, transcripción de biopsias y desglose, transcripción de autopsias, archivo, distribución de trabajo ordinario y extraordinario.
Recibido de biopsias	2	Recibe las biopsias del hospital y área de atracción, recoge el material de sala de operaciones, hace un listado de recibo en Excel, digita en el sistema las biopsias por congelación y las biopsias urgentes que se procesan a diario.
Corte de biopsias	4	Corte macroscópico de las biopsias.
Histología	6	Recepción del material para el procesamiento, conteo y anotación en libro de procesamiento, procesamiento en la máquina procesadora de tejidos, distribución del material procesado, inclusión, corte microscópico (micrótomo).
Histoquímica	2	Preparación de las láminas histológicas para tinción, tinción, montaje, acomodación de las láminas, entrega de láminas, preparación de insumos y reactivos para uso en el procesamiento.
Toma de biopsias	2	Toma de muestras de citología.
Inmunohistoquímica	1	Preparación de las láminas histológicas para tinción, tinción, montaje, acomodación de las láminas, entrega de láminas, preparación de insumos y reactivos para uso en el procesamiento.
análisis de biopsias	15	Diagnóstico de biopsias.
Jefatura	1	Realiza funciones de jefatura del servicio.
Morgue	4	Diagnósticos macroscópicos y elabora el informe de autopsia, lavado de frascos, recibo y entrega de cuerpos, almacenamiento de muestras, entre otras.
Archivo	2	Archivo de láminas de biopsias ya diagnosticadas
<b>Total de funcionarios</b>		<b>44</b>

Otro de los elementos que pueden estar relacionados con la exposición a este agente químico, es que el tamaño y el número de partes anatómicas que se procesan varían conforme a la demanda del servicio, sin embargo; en promedio en la morgue se realizan 3 autopsias por semana; en ella, la evisceración tiene una duración de 40 minutos, la separación de las piezas de bloque una duración promedio de 4 horas. Con respecto a las biopsias, según se puede apreciar en la Figura 3, cada técnico debe de realizar 5 bloques por hora, 40 bloques por día de lunes a viernes (CCSS, 2017). Estos espacios físicos, además de ser utilizados por motivos médicos; son requeridos por motivos académicos, además, ocasionalmente es requerido el empleo de horas extras para poder responder a la demanda del servicio que se brinda.



*Figura 3. Histología - especímenes procesados*

Otro de los hallazgos importantes consistió en que solamente la morgue cuenta con un sistema de inyección y extracción (ver Figura 4), lo que, aunado a las características físico químicas de esta sustancia representa una condición crítica, ya que es requerido en ambientes laborales donde se utilizan sustancias químicas tales como el formaldehído (INTECO, 2002).

El área de corte de biopsias cuenta con cabinas de flujo laminar a las cuales se les brinda mantenimiento preventivo según se evidencia en el Anexo 3, en el área de la morgue existe una cabina de flujo laminar sin embargo se encuentra fuera de servicio ya que no ha sido instalada.



*Figura 4. Morgue - sistema de extracción*

Respecto a prácticas laborales, algunas presentes durante las visitas de campo y que afectan de manera directa la exposición ocupacional al formaldehído y por ende la salud de los trabajadores de manera negativa son:

1. Debido al ruido que genera el sistema de inyección y extracción de la morgue, una práctica usual es que no se opere el sistema.
2. Manipulación de formalina o productos que contienen esta sustancia química sin utilizar equipo de protección personal requerido en la estimación inicial de la exposición ocupacional, según los controles determinados en el Control Banding (protección de ojos, piel y vías respiratoria), según indican los trabajadores porque no disponen del equipo requerido (respiradores) o porque algunos trabajadores refieren no saber cuáles equipos deben de utilizar para este riesgo o que les genera incomodidad, en este aspecto según refiera la Unidad de Salud Ocupacional del Hospital México los trabajadores si han recibido capacitación sobre su uso y mantenimiento; no obstante no se obtuvieron datos con respecto a la frecuencia de la misma.
3. Almacenamiento de piezas anatomopatológicas en recipientes abiertos, que generan la liberación de vapores al medio, como se aprecia en figura 5, durante las visitas no se pudo determinar con exactitud la razón por la que se realiza de esta manera, pareciera que se debe a que no se dispone en el centro de trabajo de recipientes sellados, misma condición que se presenta con respecto a los desechos que se generan en los procesos de trabajo.



*Figura 5. Morgue - práctica laboral (recipientes con formalina sin protección)*

Una vez analizada la información anteriormente descrita, se identificaron posibles fuentes de emisión a través de la aplicación de colorimetrías en los siguientes lugares de trabajo: laboratorio de corte, histoquímica, pasillo de acceso principal, pilas de la morgue y en la morgue, los resultados obtenidos se presentan a continuación en el Cuadro 2.

*Cuadro 2. Resultados de las mediciones preliminares de formaldehído mediante los tubos colorimétricos*

<b>Ubicación</b>	<b>concentración en ppm</b>	<b>Labor realizada</b>
Laboratorio de corte	0,5	Macro corte de biopsias
Laboratorio de histoquímica	2,0	Almacenamiento de autopsias
Laboratorio de histoquímica	1,0	Proceso de inclusión
Laboratorio de histoquímica	2,5	cambio de reactivo del preparador de muestras
Pasillo de acceso principal	No detectado	Ninguna
Morgue – pilas de lavado	1,0	Ninguna
Morgue	1,0	preparación de formalina en frascos

Observación: como parte de los datos obtenidos, se pudo determinar la presencia de vapores de formaldehído a nivel ambiental en algunos espacios de trabajo, los parámetros identificados oscilan entre las 0,5 ppm a 2,5 ppm, con una desviación estándar de  $\pm 20\% - 30\%$ .

La aplicación del Método COSHH Essentials (INSHT, 2012b), determinó el riesgo potencial en cuatro, lo que significa que es imprescindible recurrir a la asesoría de un experto, donde además se requiere una evaluación cuantitativa de la exposición, verificación periódica de la exposición ocupacional a esta sustancia así como entre otros controles ventilación, encerramientos y equipos de protección personal que protejan ojos, piel y vías respiratorias (Health and Safety Executive, 2017).

Considerando estas recomendaciones y dadas las condiciones existentes, se procedió de manera preliminar a realizar una evaluación de los sistemas de ventilación existentes; es decir las cabinas de flujo laminar y el sistema de inyección y extracción de la morgue (único sistema existente), según el método Fume Hood Testing que tiene como objetivo visualizar la extracción de los vapores generados a partir de pruebas con generación de humo que se muestran en el Cuadro 3.

*Cuadro 3. Evaluación preliminar de las cabinas de flujo laminar*

<b>Equipo</b>	<b>Área</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Criterio de método según observación</b>
Cabinas de flujo laminar.	Corte de biopsias	Cabina de flujo laminar # 1.	Buena
Cabinas de flujo laminar.	Corte de biopsias	Cabina de flujo laminar # 2.	Buena
Cabinas de flujo laminar.	Morgue	Cabina de flujo laminar # 3	Falla
Sistema de inyección y extracción.	Morgue	Pileta de evisceración	Buena
Sistema de inyección y extracción.	Morgue	Pileta de separación de las piezas de bloque.	Buena

Según este método estandarizado, los equipos que se encuentran en funcionamiento (ya que la cabina de flujo laminar # 3 no ha sido instalada), presentan buenas condiciones de operación; sin embargo uno de los aspectos negativos de esta medida de control es que su alcance de operación es muy limitado debido a su alcance de operación. En el Cuadro 4, se muestra el alcance de operación del sistema de extracción de la mesas de la morgue, para lo que se realizaron mediciones de velocidad del aire en las mesas de trabajo.

*Cuadro 4. Flujo de aire en las mesas de trabajo de la morgue*

Ubicación de la medición	Flujo del aire (m/s)	
	Mesa 1	Mesa 2
Distancia (cm)		
10	2,9	2,5
20	1,3	1,5
30	0,8	0,8
40	0,6	0,7
50	0,4	0,6
60	0,3	0,5
70	0,3	0,4
100	0,0	0,4
206	0,0	0,0

Tomando como referencia estos datos se puede indicar que a una distancia de 30 centímetros el alcance de operación decae drásticamente hasta llegar a tener un rango de acción de 0,0 m/s a una distancia de 206 centímetros que se puede apreciar en la Figura 6.



*Figura 6. Morgue - rango de acción del sistema de extracción en la mesa de trabajo*

### Estimación de la exposición ocupacional a formaldehído

El muestreo se basó en fuentes de emisión que se identificaron en la caracterización básica, el Anexo 4, muestra el resultado de los análisis de formaldehído en muestra de aire; emitido por el Laboratorio de Análisis de Residuos de Plaguicidas (LAREP) de la Universidad Nacional, en el Cuadro 5 se puede observar los resultados de las mediciones realizadas por tarea, el tiempo de duración del muestreo lo determinó el tiempo de duración de la misma

*Cuadro 5. Resultado de los análisis de formaldehído en muestra de aire y por tareas*

Área	Tarea	Concentración formaldehído (ppm)	Tiempo de medición (horas)
Histología	Cambio de reactivo	0,2	1
Morgue	Evisceración	2,4	2
Morgue	Lavado de frascos	0,9	4,3
Morgue	Autopsia	0,1	1,6
Morgue	Evisceración de cuerpos	0,1	3,5
Morgue	Análisis de autopsias	0,1	1,45

Según los datos obtenidos, dos de las muestras sobrepasaron el criterio de exposición ocupacional establecido para formaldehído, en el que se indica que la concentración ambiental máxima permisible es de 0,3 ppm como su valor “C” o valor techo; siendo esta la concentración que no debe ser sobrepasada en ningún momento de la jornada laboral (INTECO, 2016)

Debido a las características físico químicas del formaldehído así como al peligro que representa para la salud de los trabajadores (cancerígeno), el resultado obtenido en las mediciones, no debe de ser el único criterio que se considere para determinar; sí representan o no un riesgo para la salud de los trabajadores, ya que además deben analizarse otras variables tales como la susceptibilidad del individuo, antigüedad laboral entre otras.

En comparación con otros estudios, el Instituto de Investigación Robert Sauvé (IRSST, 2006), muestra un rango de 0,3 a 0,75 ppm para la tarea de cambio de reactivo, dato por encima del resultado reportado en nuestro estudio de 0,2 ppm.

En el caso de la morgue, la tarea de evisceración (niño) alcanzó 2,4 ppm, reportando el (IRSST, 2006) un rango de <0,3 a >2,0 ppm para esta misma tarea, un elemento importante a considerar para esta tarea la ubicación y posición del trabajador; donde se podría estar generando una mayor contacto con la fuente de riesgo, esto conforme a la figura 5 y 6.

Con respecto a la tarea de lavado de frasco se reportó una medición de 0,9 ppm en nuestro estudio, para el caso del estudio del (IRSST, 2006) se reporta concentraciones mayores a 2,0 ppm para tareas similares como lo representa la disposición de las soluciones utilizadas en este tipo de laboratorios, como dato adicional se ha de indicar que en el sitio donde se lleva a cabo la tarea de lavado de frascos no se cuenta con un sistema de inyección y extracción; siendo un requerimiento conforme a la evaluación simplificada que se realizó.

Las tareas de autopsia, evisceración de cuerpos (adulto) y análisis de autopsia realizado en el área de la morgue presentan un rango de exposición de 0,1 a 2,4 ppm, donde nuevamente la ubicación y posición del trabajador podría representar una condición favorable conforme al Cuadro 4.

En el Cuadro 6, se muestran los resultados de los análisis de formaldehído en muestras de aire, conforme al área donde se realizó la medición, el puesto de trabajo así como el tiempo de duración de la muestra.

*Cuadro 6. Resultado de los análisis de formaldehído en muestras de aire conforme al área, puesto de trabajo y tiempo de medición.*

Área	Puesto de trabajo	Tiempo de medición (horas)	Concentración Formaldehído (ppm)
Recibo de biopsias	Digitador	4.2	3.92
Corte de biopsias	Técnico en disección	1	0.65
Corte de biopsias	Médico patólogo	1.3	0.36
Corte de biopsias	Médico patólogo	2.4	0.13
Histología	Histotecnólogo	1	0.02
Histología	Coordinador de laboratorio	1	0.19
Histología	Histotecnólogo	4.3	0.19
Histoquímica	Histotecnólogo	1	0.01
Morgue	Técnico en disección	2	2.41
Morgue	Técnico en disección	3.5	0.07
Morgue	Médico patólogo	1.6	0.14
Morgue	Médico patólogo	1.45	0.06
Morgue	Misceláneo	4.3	0.85
Análisis de biopsias	Médico patólogo	4	ND
Archivo	Misceláneo	3.9	0.21

En cuanto a las áreas de trabajo a excepción del área de análisis de biopsias se documenta la presencia de vapores de formaldehído en el ambiente de trabajo. El rango de exposición es de 0,01 – 3,92 ppm, encontrando que en cinco de las áreas de trabajo se sobrepasa la concentración ambiental máxima permisible de 0,3 ppm como su valor “C”, conforme a la recomendación nacional vigente.

El reporte obtenido en el área de Recibo de muestras, no coincide con las otras áreas de trabajo por ejemplo; esta área se ubica junto a Corte de biopsias donde su obtuvo un rango de 0,13 - 0,65 ppm,

además en este espacio no se manipulan muestras por lo que los recipientes permanecen sellados la mayor parte del tiempo, incluso durante las visitas no se observaron como en la Figura 5 recipientes con formalina expuestos al medio, sí es importante mencionar que en esta área de trabajo no se cuenta con un sistema de inyección y extracción, dadas las condiciones anteriormente descritas en futuros estudios sería muy importante volver a realizar la medición tanto en el área como en el puesto de trabajo.

En otros estudios que contemplaron actividades de laboratorios de anatomía patológica en hospitales se documentan concentraciones en el rango de 0,08 - 6,90 ppm (INSHT, 2010), datos similares a los del servicio de anatomía patológica del Hospital México que se ubican en el rango de 0,01 – 3,92 ppm; a excepción del área de análisis de biopsias donde no se detectaron estos vapores en el ambiente.

En el laboratorio del Hospital México, se realizan dos grandes procesos, el primero relacionado con autopsias con concentraciones de ND – 3,92 ppm, en el proceso de autopsias se identificaron valores en el rango de 0,06 – 2,41 ppm.

Con respecto al estudio del (IRSST, 2006) identificó en el área de archivo de muestras rangos de 1,1 – 1,6 ppm; mientras que en nuestro caso el dato obtenido fue de 0,21 ppm; uno de los elementos importantes para indicar en este caso es el que el lugar de trabajo cuenta con ventilación natural.

En el ámbito nacional, como parte del trabajo final de graduación de Bachillerato en Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental; denominado Propuesta de un programa de protección respiratoria por la exposición ocupacional inhalatoria a formaldehído en los laboratorios de anatomía patológica y biopsias del servicio de patología del hospital nacional de niños, existe algunas similitudes con mediciones realizadas (Catalina Hidalgo, P. 2015) ya que en el caso de los médicos patólogos se reportan concentraciones que sobre pasan el valor techo recomendado a nivel nacional, sin embargo; la mayor parte de las muestras de este grupo ocupacional se encuentran por debajo de dicho valor en el rango de ND a 0,19 ppm. Para el técnico en disección, los datos registrados en el Hospital México de 0,07 a 2,41 ppm son mayores a los encontrados en el HNN en el rango NC a 0,266 ppm, en este mismo centro médico los asistentes técnicos en salud registraron de 0,67 - 0,97 ppm, datos por encima de nuestro estudio de 0,2 - 0,19 ppm, para el grupo ocupacional de misceláneos en el Hospital Nacional de Niños no se registraron datos.

Para nuestro estudio, podríamos indicar que una variable importante a considerar; más que la profesión es el lugar y la tarea que se realiza en el área, lo que se ilustra con la medición obtenida en el área de análisis de biopsias donde el médico patólogo trabaja solo. Por otra, la exposición varía con el área y su tarea, misma condición para los técnicos (histotecnólogos, técnico disector) y otros asistentes (misceláneo) donde el rango de concentración depende tanto del área como de la tarea que se realiza, esto se puede estar viendo afectado por la presencia o no de sistemas de ventilación y extracción, cabinas de flujo laminar así como algunas prácticas laborales tales como utilizar o no estos equipos, así como el control de derrames de esta sustancia o la disposición inmediata de los desechos generados.

**Alternativas de solución para mejorar de la situación actual: acciones preventivas y correctivas que minimice la exposición al formaldehído**

La propuesta de alternativas de solución debe de analizarse de manera integral, por ello se plantean las siguientes recomendaciones técnicas:

1. Métodos de trabajo: para optimizar los recursos existentes es importante concientizar a los trabajadores sobre la importancia de utilizar debidamente los equipos y materiales disponibles en el centro de trabajo: sistema de ventilación, equipo de protección personal, etc.
2. A la fecha existen otras alternativas que sustituyen el uso formalina como fijadores de piezas y tejidos anatómicos; tal es el caso del Fine-Fix (Milestone), Green-Fix (DiaPath), sin embargo es requerido un análisis integral para conocer su viabilidad (Antonio et al., 2011).
3. Es necesario realizar una separación física de las áreas donde se usa formaldehído de aquellos espacios físico donde no se requiere tal como servicios sanitarios, comedor, sala de reuniones, jefatura, modulo secretarial, entre otros.
4. Diseño de un plan de gestión de residuos: durante el proyecto no se determinó la existencia de un plan de gestión integral de residuos, por lo que se hace necesario elaborarlo, con ello no solo se proteja la salud de las personas sino además se proteja el ambiente, para ello se debe además considerar la dotación de envases sellados para el almacenamiento de las muestras.
5. Equipos de protección personal: se debe de crear un programa de dotación y conservación del equipo de protección personal, orientado a la protección de vías respiratorias, ojos y piel, a manera de ejemplo para vías respiratorias se podría utilizar equipo de la marca 3M siendo; un respirador de media cara doble cartucho de la serie 6100; referencia 6100, con un retenedor 501, pre-filtro 5N11 y cartucho línea 604, para protección de ojos de esta misma casa comercial las gafas panorámicas Serie 2890, para la protección piel se deben de utilizar guantes de nitrilo, neopreno o butilo, en caso de riesgo de salpicadura debe de utilizarse ropa de protección impermeable, todos estos equipos deben ser certificados.
6. Dispensadores de formaldehído: debido a las características físico químicas del agente es requerido el uso de otros medios físico tal como las bombas manuales para el trasiego del producto, de manera tal que se evite la generación de vapores durante su trasvase.

7. Programa escrito de comunicación de riesgos: debido a la presencia de diversos agentes químicos es necesario la elaboración de un Programa escrito de comunicación de peligros de manera tal que se evalúe los riesgos de todas las sustancias químicas utilizadas, y que se transmita la información acerca de sus riesgos a los funcionarios (OSHA, n.d.).
8. Programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los sistemas o equipos utilizados: es requerido que todos los sistemas o equipos cuenten con un programa de mantenimiento preventivo y correctivo que garantice su buen funcionamiento.
9. Contención de fuentes de emisión de formaldehído: además de los sistemas de inyección y extracción requeridos en los diferentes lugares, se hace necesario dotar al centro de trabajo de gabinetes que cuenten con extracción localizada; de manera tal que los vapores de formaldehído generados en el almacenamiento de muestras sean captados desde su origen.
10. Debido al limitado alcance de operación del sistema de inyección y extracción se hace necesario evaluar otras alternativas con respecto a las mesas de trabajo de la Morgue, por ello se recomienda la dotación de mesas de trabajo con su respectivo suministro de aire, de manera tal que los vapores de formaldehído se capten a lo largo de toda la mesa de trabajo, en el Anexo 4 se muestra el diseño de la misma (Demer, 2013).
11. Sistema de inyección y extracción: no todos los espacios físicos donde se identificó la presencia de vapores de formaldehído, cuentan con un sistema de inyección y extracción donde se garantice la renovación del aire contaminado, por ello es necesario instalar estos equipos de manera tal que se garantice la calidad interior de aire (INTECO, 2002), (Cherrie, Howie, & Semple, 2010).
12. Evaluación de biomarcadores: representa otra alternativa de evaluación del riesgo y su efecto en la salud de los trabajadores, en el caso específico del formaldehído se recomienda el test de micro núcleos en células epiteliales bucales para la evaluación de la genotoxicidad local, así como el ensayo cometa para la evaluación de daños al ADN, este biomarcador se realiza en cualquier tipo de célula principalmente en linfocitos (Rivera, 2015).

## **Conclusiones y recomendaciones**

### *Conclusiones*

El Control Banding, es una herramienta cualitativa que pretende evaluar la exposición inhalatoria de un agente químico a partir de características físico/químicas tales como volatilidad, pulverulencia, cantidad de sustancia utilizada, entre otras., este tipo de método determina medidas de control orientadas a mantener el riesgo de exposición en niveles aceptables, agrupa variables de exposición que luego de ser analizadas requieren un mismo tipo de control, el Modelo COSHH Essentials (Health and Safety Executive, 2017) utilizado en este proyecto propone medidas de control que no requieren de manera previa un estudio detallado a partir de métodos cuantitativos, lo que permite realizar una mejor inversión de los recursos económicos en caso de ser estos limitados, ya que sin un estudio detallado se puede iniciar la implementación de algunas medidas de control.

El análisis del agente químico en estudio, los procesos de trabajo, el entorno laboral y las prácticas laborales permiten de manera integral identificar las causas del riesgo de exposición a una sustancia química, por lo que facilita realizar un manejo integral del mismo.

Por otra parte, debido a los resultados obtenidos se concluye que en el análisis de exposición ocupacional a formaldehído en este centro de trabajo se deben de considerar otros factores tales como el hacinamiento, la ejecución de diversas tareas en una misma área de trabajo, la ausencia de un sistema de inyección y extracción local o general, la falta de uso de los equipos de extracción y equipos de protección personal, entre otros elementos que sin lugar a dudas pueden afectar de manera negativa la exposición a dicha sustancia.

Debido a las limitaciones existentes para este proyecto no fue posible conformar Grupos de Exposición Similar ya que se requiere una mayor cantidad de mediciones. Relacionado a este mismo tema, es fundamental indicar que se debe de realizar mediciones periódicas con el fin de monitorear las condiciones de trabajo existentes.

### ***Recomendaciones***

El conocimiento y uso de herramientas de evaluación simplificadas tal como lo representa el Modelo COSHH Essentials, debe de ser promovido ya que permite de manera preliminar identificar medidas de control generales sin necesidad de realizar evaluaciones cuantitativas es decir; mediciones, esto a su vez en el caso de que los recursos económicos sean limitados permite hacer un mejor uso de ellos re direccionando estos a la implementación de medidas de control de alto impacto tal y como lo representan los sistemas de inyección y/o extracción y no al pago de estudios orientados a conocer la estimación de su exposición.

Debido al riesgo potencial de esta sustancia se requiere la verificación periódica de la exposición ocupacional a esta sustancia, por ello se recomienda el monitoreo periódico de las condiciones existente, incluyendo mediciones personales, la información generada en estos estudios debe de ser documentada de manera tal que vaya generando una base de datos que permite generar estadística descriptiva e inferencial necesaria para la generación de conocimiento, debido a los resultados obtenidos en el área de recibo de biopsias se hace necesario realizar nuevamente esta medición ya que los datos no concuerdan con el proceso y el entorno laboral, así como con las condiciones existente.

El tiempo de duración del proyecto es un aspecto importante a considerar ya que a mayor tiempo requiera el proyecto puede generar pérdida de interés en los participantes, así como generar un ambiente desfavorable para futuros proyectos. El estudio de biomarcadores sería de gran relevancia para conocer el estado de salud de los trabajadores de este servicio.

En el ámbito nacional, el formaldehído se utiliza en diversas actividades económicas tales como en la prestación de servicios de salud y otros servicios brindados en la estética, con el fin de conocer y mejorar las condiciones de vida de estos trabajadores se necesario realizar otros estudios en los diferentes centros de trabajo.

## Bibliografía

- American Industrial Hygiene Association. (2013). EASC-IHSTAT-V235 (2). Recuperado de <https://www.aiha.org/publications-and-resources/TopicsofInterest/Pages/Tools-and-Apps.aspx>
- Antonio, J., Mas, G., Justes, A. F., Blanco, A. M., Cortés, S. Z., Cuesta, D. R., Anquela, S. (2011). Alternativas al formol como fijador de piezas y tejidos anatómicos, 1, 101–140. Recuperado de [https://www.seap.es/c/document\\_library/get\\_file?uuid=6b1aab95-d755-43dd](https://www.seap.es/c/document_library/get_file?uuid=6b1aab95-d755-43dd).
- Casas, J. Araque, L. Herrerea, D. (2013). Caracterización de la exposición ocupacional a formaldehído en trabajadores del sector salud y educación en Colombia 2004-2013 ., (10). Recuperado de <http://repository.urosario.edu.co/handle/10336/10667>.
- Catalina Hidalgo Prado. (2015). Propuesta de un programa de protección respiratoria por la exposición ocupacional inhalatoria a formaldehído en los laboratorios de anatomía patológica y biopsias del servicio de patología del hospital nacional de niños. Recuperado de <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/6387>.
- Cherrie, J., Howie, R., & Semple, S. (2010). *Monitoring for Health Hazards at Work* (Fourth Edi). United kingdom: Blackwell Publishing Ltd.
- Coggon, D. Harris, E. Poole, J. Palmer, K. (2003). Extended Follow-Up of a Cohort of British Chemical Workers Exposed to Formaldehyde, 95(21). Recuperado de <https://doi.org/10.1093/jnci/djg046>
- Demer, F. R. (2013). Proposed Improvements to ACGIH VS-99-07 Mortuary Table Design, 99. Recuperado de <https://www.google.com/search?q=Proposed+Improvements+to+ACGIH+VS-99-07+Mortuary+Table+Design+F.R.+Demer%2C+Risk+Management+Services%2C+The+University+of+Arizona%2C+Tucson%2C+AZ%2C+USA+Abstract&ie=utf-8&oe=utf-8&client=firefox-b#>
- Dräger. (2015). Manual de tubos Dräger y CMS 17. Recuperado de <https://www.draeger.com/Library/Content/tubes-and-cms-ca-9072723-es-es-1612-1B.pdf>
- Hauptmann, M. Lubin, J. Stewart, P. Hayes, R. Blair, A. (2004). Mortality from Solid Cancers among Workers in Formaldehyde Industries, 159(12), 1117–1130. Recuperado de <https://doi.org/10.1093/aje/kwh174>
- Health and Safety Executive. (2017). COSHH e-tool. Recuperado de <http://www.hse.gov.uk/coshh/essentials/index.htm>
- INSHT. (1996). NTP 406: Contaminantes químicos: evaluación de la exposición laboral ( I ), (I). Recuperado de [www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/.../NTP/Ficheros/.../ntp\\_406.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/.../NTP/Ficheros/.../ntp_406.pdf)
- INSHT. (2010). NTP 873 Prevención de la exposición a formaldehído, 1–4. Recuperado de <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/821a921/873w.pdf>
- INSHT. (2012a). NTP 935 Agentes químicos: evaluación cualitativa y simplificada del riesgo por inhalación (I). Aspectos generales Chemical, (Ii), 1–6. Recuperado de [www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/NTP/NTP/926a937/935w.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/NTP/NTP/926a937/935w.pdf)
- INSHT. (2012b). NTP 936 Agentes químicos: evaluación cualitativa y simplificada del riesgo por inhalación ( II ). Modelo COSHH Essentials, (Ii), 1–6. Recuperado de <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/NTP/NTP/926a937/936w.pdf>
- Institute for Occupational Safety and Health of the German Social Accident Insurance. (2000). GESTIS Substance Database Formaldehyde Solution. Society, (107164), 33. Recuperado de [http://gestis.itrust.de/nxt/gateway.dll/gestis\\_en/000000.xml?f=templates&fn=default.htm&vid=gestiseng:sdbeng](http://gestis.itrust.de/nxt/gateway.dll/gestis_en/000000.xml?f=templates&fn=default.htm&vid=gestiseng:sdbeng)
- INTECO. (2016). Salud y Seguridad en el trabajo. Concentraciones ambientales máximas permisibles en los centros de trabajo .

- IRSST. (2006). GUIDE DE PRÉVENTION LE FORMALDÉHYDE EN MILIEU DE TRAVAIL. Recuperado de [www.irsst.qc.ca/files/documents/pubirsst/rg-471.pdf](http://www.irsst.qc.ca/files/documents/pubirsst/rg-471.pdf).
- Jaimes, J. Pérez, K. Severiche, C. (2014). Riesgos toxicológicos por la exposición ocupacional al formaldehído en las salas de anatomía patológica, 6(2), 141–152. Recuperado de <http://revistas.curn.edu.co/index.php/cienciaysalud/article/view/407>.
- Lino, A. Correa, M. Cardoso, A. Ligeiro, A. Breithaupt, A. de Almeida, J. Oliveira, R. Saraiva, N. Marcourakis, T. Tavares, W. (2011). Formaldehyde induces lung inflammation by an oxidant and antioxidant enzymes mediated mechanism in the lung tissue. *Toxicology Letters*, 207(3), 278–285. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2011.09.026>.
- MSP. (1971). Reglamento General de Hospitales Nacionales. Recuperado de [http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=12713&nValor3=13656&strTipM=TC](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=12713&nValor3=13656&strTipM=TC).
- National Toxicology Program, D. of H. and H. S. (2014). 13th Report on Carcinogens (RoC). Recuperado de <http://ntp.niehs.nih.gov/go/roc13>.
- Neslihan, G., Zafer, K., Feza, A., Afıtap, A., & Hasan, B. (2016). The Evaluation of Formaldehyde Exposure in the Anatomy Laboratories and the Preventive Measures. *Gazi Medical Journal*, 27(3), 98–103. Recuperado de <https://doi.org/10.12996/gmj.2016.32>.
- New Jersey Department of Health. (2012). Derecho a Saber Hoja Informativa sobre Sustancias Peligrosas Formaldehído. *NjHealth*, 3(5), 6. Recuperado de <http://nj.gov/health/eoh/rtkweb/documents/fs/1202sp.pdf>.
- OSHA. (n.d.). Exposición ocupacional a Formaldehído. Recuperado de [www.trabajo.pr.gov/prosha/download/Formaldehyde\\_57.102\\_NORMA.pdf](http://www.trabajo.pr.gov/prosha/download/Formaldehyde_57.102_NORMA.pdf).
- OSHA. (2000). Substance technical guidelines for formalin. Recuperado de [https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show\\_document?p\\_table=STANDARDS&p\\_id=10076](https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=10076).
- OSHA. (2011). OSHA FactSheet Formaldehyde. Recuperado de [https://www.osha.gov/OshDoc/data\\_General\\_Facts/formaldehyde-factsheet.pdf](https://www.osha.gov/OshDoc/data_General_Facts/formaldehyde-factsheet.pdf).
- Pinkerton, L. Hein, M. Stayner, L. (2004). Mortality among a cohort of garment workers exposed to formaldehyde: an update, 193–201. <https://doi.org/10.1136/oem.2003.007476>.
- Rivera, C. (2015). “Determinación del daño genotóxico en trabajadores expuestos a formaldehído de tres laboratorios de anatomía patológica de Lima Metropolitana . Recuperado de <http://200.62.146.130/handle/cybertesis/4260>.
- Estaban Bonilla, R. (2014). Evaluación cualitativa de la exposición ocupacional a agentes químicos en los trabajadores de un proceso de manufactura en una empresa de dispositivos médicos. ITCR.
- UE. (2014). Reglamento (UE) n° 1047/2012. Recuperado de <https://www.boe.es/doue/2014/167/L00036-00049.pdf>.
- UMassAmherst. (2006). Standards for the Design , Construction , Maintenance , and Use of Laboratory Fume Hoods, 1–26. Recuperado de [https://ehs.umass.edu/sites/default/files/Standard for Lab Fume Hoods 04-06\\_0.pdf](https://ehs.umass.edu/sites/default/files/Standard for Lab Fume Hoods 04-06_0.pdf).
- Vincent, R. Y., Ginnity, B., Jones, K., & Vangeel, M. (2018). *Industrial Hygiene* 1296 1,2 3, 199–200. Recuperado de [https://oem.bmj.com/content/oemed/75/Suppl\\_2/A199.3.full.pdf](https://oem.bmj.com/content/oemed/75/Suppl_2/A199.3.full.pdf).
- Waters. (2017). Sep-Pak XPosure Aldehyde Sampler. Recuperado de <http://www.waters.com/webassets/cms/support/docs/wat047204.pdf>.
- Word Health Organization. (2006). IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk to Humans Volume 88 Formaldehyde, 2-Butoxyethanol and 1-tert-Butoxypropan-2-ol (Vol. 288). Recuperado de <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol88/mono88-6.pdf>.
- Ye, X. Ji, Z. Wei, C. McHale, C. Ding, S. Thomas, R. Yang, X. Zhang, L. (2013). Inhaled Formaldehyde Induces DNA-Protein Crosslinks and Oxidative Stress in Bone Marrow and Other Distant Organs of Exposed Mice, 718(October). Recuperado de <https://doi.org/10.1002/em>.

## Apéndices

### Apéndice 1



Comité Ético Científico de la Universidad Nacional



#### FÓRMULA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Dirigido a trabajadoras o trabajadores del Servicio de Patología del Hospital México

#### Proyecto

#### Análisis de la exposición ocupacional a formaldehído en el Servicio de Anatomía Patológica del Hospital México

Nombre de la investigadora principal: Carlos Mora S. Karla Solano D.

Nombre del participante: \_\_\_\_\_

- A. **PROPÓSITO DEL PROYECTO:** Carlos Mora Sánchez y Karla Solano Díaz son investigadores de la Universidad Nacional y coordina este estudio que busca analizar la exposición ocupacional a formaldehído en el Servicio de Patología del Hospital México, mediante su caracterización básica y el análisis cuantitativo para la definición de las medidas de control que minimice la exposición a esta sustancia. En este proyecto se examinan aspectos físico-químicos, laborales así como concentraciones de vapores de formaldehído en el aire, que puedan estar relacionados, de manera negativa, con el servicio que se brinda en esta área de trabajo. Este proyecto se realiza en conjunto con el Hospital México y no es financiado con recursos de otra institución, se cuenta con el aporte de los laboratorios de la Universidad Nacional, así como los recursos económicos del Investigador Carlos Mora Sánchez. Su participación es muy importante para poder llevar a cabo el estudio de forma adecuada y obtener resultados que posteriormente, nos permitan plantear medidas correctivas y preventivas que minimice la exposición de estos trabajadores al formaldehído, esperando que estas sean tomadas en cuenta.

Lo que haremos, será realizar la caracterización básica de la exposición laboral al formaldehído mediante la clasificación del agente químico, la evaluación de los procesos y procedimientos de trabajo, así como de la estimación inicial de la exposición que permita la generación de la estrategia de muestreo del formaldehído en el Servicio de Patología del Hospital México para estimar en este Servicio la exposición ocupacional a formaldehído mediante la determinación de su concentración para la cuantificación del riesgo orientado a emitir recomendaciones con acciones preventivas y correctivas que minimice la exposición de estos trabajadores al formaldehído.



- B. ¿QUÉ SE HARÁ?:** Si está de acuerdo en participar, en primera instancia se le observará en su puesto de trabajo para poder identificar los procesos y procedimientos de trabajo que se relacionan con la exposición a formaldehído; pudiendo ser consultado sobre aspectos relacionados con su puesto de trabajo (jornada laboral, horario de trabajo, tipo de tareas que realiza, duración de las tareas, entre otros aspectos), posteriormente se estimará la concentración de formaldehído mediante la determinación de concentraciones de vapores en el aire de formaldehído, para ello será necesario que los trabajadores durante su labor porten un equipo portátil que permite la recolección de las muestras que posteriormente serán analizadas en el laboratorio. Se podrá además tomar fotografías de las y los participantes del estudio, siempre que estén de acuerdo, pero no se revelará su identidad.
- C. RIESGOS:** Le haremos preguntas de índole laboral, guardando completa confidencialidad de la información que brinda. La participación en este estudio podría generarle reflexión sobre su situación de vida y trabajo; pero, en lo posible esperamos que las preguntas no le afecten durante o después de finalizado el estudio.
- D. BENEFICIOS:** Como resultado de su participación en este estudio, no obtendrá ningún beneficio económico; sin embargo, la información que usted suministré permitirá generar la propuesta de acciones preventivas y/o correctivas que faciliten la gestión del riesgo tanto para la Administración como para los mismos trabajadores, es decir se espera que con ello se genere información que minimice la exposición laboral a formaldehído.
- E.** Antes de dar su autorización para este estudio, usted debe haber conversado con alguno de los investigadores autorizados, quien debe haber contestado satisfactoriamente todas sus preguntas. Si quisiera más información en el futuro, puede obtenerla llamando a \_\_\_\_\_ o a cualquiera de los tres investigadores a los teléfonos \_\_\_\_\_ en horas de oficina (lunes a viernes de 8 a.m. a 5 p.m.). Usted también puede consultar sobre los derechos de los sujetos participantes en proyectos de investigación en la Ley Reguladora de Investigación Biomédica. Cualquier consulta adicional puede realizarla al Comité Ético Científico de la Universidad Nacional al teléfono 2277-3515, los días lunes, miércoles, y viernes por la mañana (8 a 12 m.d.) o martes y jueves por la tarde (1 a 5 p.m.).
- F.** Recibirá una copia de este documento firmado, para su uso personal.



Comité Ético Científico de la Universidad Nacional



- G.** Su participación en este estudio es voluntaria, esto es que usted participa solo si desea hacerlo. Puede negarse a participar o bien, no contestar algunas de las preguntas que le haremos, si no lo desea. Así mismo, puede solicitar que terminemos el trabajo con usted en cualquier momento y esto no le ocasionara problema alguno.
- H.** Su participación en este estudio es confidencial, su nombre y su ubicación no serán mencionados en ningún momento.
- I.** No perderá ningún derecho legal por firmar este documento.

### CONSENTIMIENTO

- \* He leído y/o me han leído la información sobre este estudio, antes de firmar.
- \* He hablado con él o la investigadora y me ha contestado todas mis preguntas en un lenguaje entendible para mí.
- \* Participo en este estudio de forma voluntaria.
- \* Tengo el derecho a negarme a participar, sin que esto me perjudique de manera alguna.
- \* Para cualquier pregunta puedo llamar a \_\_\_\_\_ a los siguientes números telefónicos: \_\_\_\_\_.
- \* He recibido una copia de este consentimiento para mi uso personal.

\_\_\_\_\_  
Nombre, cédula y firma de quien participa

\_\_\_\_\_  
Fecha

\_\_\_\_\_  
Nombre, cédula y firma del testigo

\_\_\_\_\_  
Fecha

\_\_\_\_\_  
Nombre, cédula y firma del investigador que solicita el consentimiento

\_\_\_\_\_  
Fecha



**Apéndice 3. Registro de eventos durante el muestreo**

Fecha: \_\_\_\_\_

Número de muestra: \_\_\_\_\_

Área de trabajo: \_\_\_\_\_

Puesto de trabajo: \_\_\_\_\_

Tarea: \_\_\_\_\_

Eventos

1. ....
2. ....
3. ....
4. ....
5. ....
6. ....
7. ....
8. ....
9. ....
10. ....

**Anexos**

**Anexo 1. Inventario de Sustancias Química  
 Servicio de Anatomía Patológica Hospital México**

<b>NOMBRE DEL PRODUCTO QUIMICO</b>	<b>OBSERVACIONES</b>	<b>NUMERO DE CAS</b>
Acetato de Sodio Trihidratado	Irritante, mutagénico, neurotóxico	6131-90-4
Acetato de amonio	Irritante	7791-18-6
Acetona	Inflamable, irritante	67-64-1
Ácido acético glacial	Corrosivo, Irritante altamente inflamable	64-17-7
Ácido bórico	Dañino, irritante, afecta sistema nervioso central, riñones e hígado	10043-35-3
Ácido Cacodílico	Irritante	5949-29-1
Ácido Cítrico	Irritante	7292-9
Ácido Clorhídrico	Materiales combustibles y oxidantes	7647-01-0
Ácido fórmico	Corrosivo, irritante, nocivo	64-18-6
Ácido Fosfotungstico	Irritante, daño riñones, corrosivo	12067-99-1
Ácido oxálico	Corrosivo, irritante	144-62-7
Ácido Periódico	Corrosivo	10450-60-9
Ácido pícrico	Toxico, explosivo	88-89-1
Ácido succínico	Irritante	110-15-6
Ácido tricloroacético	Corrosivo	76-03-9
Alcohol Isopropílico	Irritante, nocivo, afecta SNC	63-63-0
Alcohol de 95%	Irritante	67-63-0
Aluminio amonio Sulfato	Irritante, dañino	7784-25-1
Aluminio potasio sulfato	Irritante leve	7784-24-9
Hidróxido de amonio	Explosivo, corrosivo, tóxico e inflamable	7664-41-7

<b>NOMBRE DEL PRODUCTO QUIMICO</b>	<b>OBSERVACIONES</b>	<b>NUMERO DE CAS</b>
Amonio citrato	Dañino, irritante	3012-65-5
Amonio cloruro	Irritante	12125-02-9
Amonio Hidróxido	Veneno, corrosivo	1336-21-6
Amonio Oxalato	Veneno, irritante, afecta riñones. Toxico	6009-70-7
Amonio Sulfato	Irritante	7783-20-2
Azocarmin	Nocivo e irritante	25641-18-3
Azul de metileno	Dañino, irritante	61-73-4
Azul de toluidina	Dañino, Irritante	6586_04_5
Bisulfito de sodio	Irritante	7681-57-4
Calcio cloruro	Dañino , irritante	10035-04-8
Calcio sulfato	Dañino , irritante	10101-41-4
Cloruro Férrico	Toxico, corrosivo	7705-08-0
Cloruro de mercurio	Toxico, corrosivo	7487-94-7
Cloruro de oro	Dañino, Corrosivo	16961-25-4
Cloruro de sodio	Irritante	7647-14-5
Cloruro de Zinc	Corrosivo, irritante, toxico	7646-85-7
Cobre Sulfato	Dañino, irritante	7758-99-8
Cromotropo	Nocivo, irritante	4197_07_3
Cycloaliphatic epoxide	Toxico	2855-13-2
Dihydroxyphenylalanina	Peligroso, nocivo e irritante	59-92-7
Digitonina	Toxico	234-255-6
EA 50	Toxico, inflamable	67-56-1
Eosina amarillenta	Nocivo, toxico	17372-87-1
Eosina Wright	Nocivo, toxico, INFLAMABLE	67-56-1
Etanol al (70%)	Irritante	67-63-0
Éter etílico	Inflamable, irritante, afecta SNC, hígado, Sistema reproductivo, sangre	60-29-7
Fast green	Nocivo, toxico, INFLAMABLE	2353-45-9
Fenol	Corrosivo, irritante	108-95-2
Fosfato disódico Hidrogeno anhidro	Irritante	7558-79-4
Fosfato de sodio	Irritante	10049-21-5

NOMBRE DEL PRODUCTO QUIMICO	OBSERVACIONES	NUMERO DE CAS
Fucsina acida	Nocivo	3244-88 -0
Fucsina básica	Dañino, irritante	632-99-5
Glicerina	Irritante	56-81-5
Goma Arábica/ Acacia	Irritante	9000_01_5
Gold chloride hydrate	Irritante	16961-25-4
Hematoxilina de Harris	Peligro, Nocivo	21908-53-2
Hematoxilina Natural	Nocivo, irritante	517-28-2
Hematoxilina de mayers	Nocivo	7681-55-2
Hexametilentetramina / Metenamina	Solido inflamable, irritante, sensibilizante, dañino	100-97-0
Hidrogeno fosfato de potasio	Toxico, irritante	7778-77-0
Hidróxido sodio anhidro	Corrosivo, irritante	1310-73-2
Hierro Sulfato III	Irritante, afecta el hígado	7782-63-0
Hipoclorito de sodio	Toxico, irritante, corrosivo	860-22-0
Indigo carmin	Irritante	860-22-0
Light Green sf yellowish	Irritante	5141-20-8
Litio Carbonato	Nocivo, Irritante, afecta el sistema nervioso central , respiratorio, músculos y riñones	554-13-2
Magnesio Sulfato	Dañino	10034-99-8
Metanol	Inflamable	67-56-1
Nitrato de plata	Corrosivo	7761-88-8
Nitrato de plomo	Nocivo, irritante. Explosivo	10099-74-8
Orceina	Irritante	1400-62-0
Oxalato de amonio	Veneno, corrosivo	6009-70-7
Oxido de mercurio	Altamente Toxico, irritante, corrosivo	21908-53-2
Oxido de Osmio	Muy toxico, quemaduras, corrosivo	20816-12-0
Pepsina	Irritante	9001-75-6
Ponceau s	Irritante	6226-79-5
Potasio Cloruro	Dañino, irritante	7447-40-7
Potasio Ferrocianuro 3	Irritante	13746-66-2

<b>NOMBRE DEL PRODUCTO QUIMICO</b>	<b>OBSERVACIONES</b>	<b>NUMERO DE CAS</b>
Potasio fosfato dibásico	Dañino	7758_11_04
Potasio fosfato monobásico	Irritante, dañino	7778-77-0
Potasio Hidróxido solución	Veneno, corrosivo,	1310-58-3
Potasio Metabisulfito	Irritante	16731-55-8
Potasio Permanganato	Peligro, corrosivo, nocivo	7722-64-7
Potasio Yodato	Oxidante, dañino, irritante, afecta el SNC, sangre y riñones	7758_05_06
Rojo de rutenio	Irritante	12790-48-6
Sodio acetato anhidro	Irritante	6131-90-4
Sodio azida	Nocivo, toxico, Irritante, afecta el SNC, riñones y Sistema Cardiovascular.	26628-22-8
Sodio Fosfato dibásico	Irritante y dañino	7558-79-4
Sodio carbonato	Corrosivo, irritante.	497-19-8
Sodio Citrato	Irritante. No peligrosa	6132_04_3
Sodio Metasulfito	Nocivo, irritante	7681-57-4
Sodio nitrato	Oxidante, irritante. Explosivo	7631-99-4
Sodio Tunstico	Corrosivo, dañino, inflamable	7440-23-5
Sodio sulfito anhidro	Dañino, irritante	231-821-4
Solución buffer PH4	Inflamable, irritante	77-92-9
Solución Fucsina fenicada	Irritante, dañino	632-99-5
Sulfato de aluminio y potasio	Irritante, dañino	10043-67-1
Sulfuro de sodio	Altamente toxico, irritante, corrosivo.	1313-82-2
Solución buffer PH7	Dañino , irritante	1310-73-2
Sulfato de cromo raliun	Corrosivo, nocivo, irritante	15244-38-9
sulfato Potasio y cromo	Irritante	10279-63-7
Timol	Nocivo, irritante	89-83-8
Tolueno	Irritante	108-88-3
Trizina	Toxico, irritante	

<b>NOMBRE DEL PRODUCTO QUIMICO</b>	<b>OBSERVACIONES</b>	<b>NUMERO DE CAS</b>
Trizma HCL	Irritante	1185-53-1
Urea	Irritante	57-13-6
Violeta de metilo	Nocivo	8004-87-3
Xilol	Irritante, Toxica	1330-20-7
Yodo resublimado	Irritante	7553-56-2
Yodo	Corrosivo, irritante, oxidante, inflamable, afecta el SNC y SCV	7553-56-2
Yoduro de potasio	Irritante, afecta el SNC	7681-11-0
Zinc	Irritante	7440-66-6
Zinc Sulfato	Nocivo e irritante	7446-20-0

**Fuente:** Hospital México, Servicio de Anatomía Patológica

## Anexo 2

### **Caja Costarricense del Seguro Social Servicio de Anatomía Patológica Hospital México**

#### **Funciones por puestos de trabajo**

##### **Área de Biopsias**

**Médico Asistente en biopsias:** Ese día el Médico asignado realiza el corte macroscópico de biopsias que consiste en describir las muestras de biopsias, identificar con la tarjeta, frasco y cápsula de inclusión, tomar la o las muestras representativas y colocarlas en la cápsula de inclusión. Atiende además las biopsias por congelación y las biopsias de ganglio centinela. Al final de la jornada abre las piezas de cirugías radicales provenientes de las diferentes salas y las coloca para la fijación adecuada. El número de biopsias asignadas por día depende del cálculo mensual de la carga de trabajo. Una vez procesada la biopsia el médico realiza la lectura, análisis y diagnóstico histopatológico de cada una de las láminas y biopsias.

**Médico Residente en corte biopsias:** es el Médico que en conjunto con el Médico Asistente Especialista realizan el corte macroscópico de las biopsias. El residente es un estudiante de post grado que requiere supervisión continua (directa o indirecta) la supervisión en el corte es visual, si además el residente requiere que el Médico Asistente Especialista le dirija en el corte de una pieza de gran complejidad se corta en forma conjunta y simultánea, por lo que su labor y su producción no es independiente del Médico Asistente Especialista quien es el único responsable del diagnóstico final. La carga de trabajo asignada es la misma que corresponde al especialista, no en una producción paralela. Como control de la calidad de la descripción queda el dictado del corte macroscópico de la biopsia que queda incorporado el informe final de la biopsia, en ese dictado quedan registrados las medidas del espécimen, las características morfológicas y los márgenes de resección indispensables para valorar la resección de las diferentes lesiones.

**Residente en autopsias:** es el residente que realiza las autopsias durante la jornada ordinaria. Está asignado para cubrir todo el mes.

**Médico Asistente en autopsias:** es el Médico Asistente Especialista encargado de revisar las autopsias realizadas por el residente en la jornada ordinaria y en horas extras, hace la revisión macroscópica, establece en conjunto con el residente los diagnósticos macroscópicos y elabora el informe de autopsia. Realiza además la revisión histológica de los casos de autopsia en forma individual o en coordinación con el residente para establecer los diagnósticos definitivos de autopsias. Está asignado para cubrir todo el mes. La supervisión en el trabajo de autopsia consiste la revisión que se realiza en la sala de disección de cada autopsia donde se lee el resumen de la historia clínica, se corroboran con las piezas anatómicas los hallazgos macroscópicos descritos y se elaboran los diagnósticos Anátomo patológicos provisionales, se verifican las fotografías tomadas a las lesiones y se entrega el informe a la secretaría para su transcripción y archivo. De cada lesión se toma una muestra para histología con la que se establecen los diagnósticos finales y definitivos de la autopsia. Esta supervisión la realiza el Médico Asistente Especialista encargado de la morgue según rol para las autopsias diarias y las realizadas entre semana por horas extras. Las autopsias de días feriados y fines de semana se revisan con el Médico Asistente Especialista de disponibilidad.

**Citologías por aspiración:** es el Médico Asistente Especialista asignado a la toma de muestras de citología, el mismo atiende pacientes en el cubículo asignado para punciones ubicado en el servicio, los pacientes se anotan en una agenda para los días lunes y jueves de cada semana se anotan inicialmente 30 pacientes, pero se atienden hasta 50 en conjunto con una radióloga para dirigir la toma (biopsia por aspiración) por ultrasonido. Todos los pacientes se citan a las 7:30am y se labora hasta terminar con el último paciente que asiste, generalmente alrededor de las 11am. Esta forma de trabajo es para adaptarse al tiempo que dispone la Médico especialista en Radiología. Guiada por US o independientemente de Rx, por palpación.

**Unidades Especializadas Oncológicas:** El Médico Especialista prepara y asiste a las diferentes Unidades Especializadas, que realizan los análisis de los casos-pacientes en forma integrada, para tomar decisiones terapéuticas.

### Área de laboratorio.

Los histotecnólogos laboran en tiempo de rutina y tiempo extraordinario a razón del corte de 5 bloques por hora, 40 bloques por día de lunes a viernes en rutina, con la siguiente descripción de actividades:

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Recepción del material para el procesamiento, conteo y anotación en libro de procesamiento	Ordenar por número los bloques de tejido generados durante el corte macroscópico, contar y anotar los bloques en orden en el libro de procesamiento histológico.
Procesamiento en la máquina procesadora de tejidos	Pasar los tejidos por diferentes graduaciones de alcoholes y xilol para ser deshidratados y posteriormente parafinados.
Sacar el material de la máquina de procesamiento	Drenar el líquido de la máquina de procesamiento y se saca el material de la misma.
Distribución del material procesado	Distribuir el material procesado en las diferentes estaciones de trabajo de inclusión en parafina.
Inclusión	Colocar las muestras de tejido dentro de moldes especiales para colocar la parafina y se dejan enfriar.

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Distribuir el material incluido	Raspar los bloques de tejido incluido, verificar el material con las tarjetas de solicitud y distribuir en las estaciones de corte microscópico.
Corte microscópico (micrótomo)	Remover superficie de parafina y tejido antes de tomar la muestra, se coloca la cuchilla del micrótomo, con el micrótomo se devasta la muestra y se remueve los cuerpos extraños del tejido del
	Procesado, se corta y se pone el corte en el baño de flotación lo que permite estirar el tejido para colocarlo en la lámina de vidrio. Limpieza del micrótomo.
Preparación de las láminas histológicas para tinción	Rotular las láminas histológicas de acuerdo al número de biopsia asignado, anotar cada una en el libro de corte, colocar las láminas en la estufa para remover la humedad.
Tinción	Colocar las láminas histológicas en la máquina de tinción automática, donde pasan por un proceso de hidratación y coloración de los tejidos.
Montaje	Una vez que se sacan las láminas de la máquina de tinción se sumergen en xilol para colocarle el cubreobjetos a cada una.

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Acomodación de las láminas	Acomodar las láminas según numeración y por médico patólogo asignado.
Entrega de láminas histológicas	Entregar las láminas histológicas a los médicos patólogos asignados.
Lavado de la máquina procesadora de tejido y cambios de reactivos	Lavar la máquina procesadora de tejidos y poner reactivos nuevos para que quede lista para utilizar nuevamente.
Preparación de insumos y reactivos para uso en el procesamiento	Preparar insumos, control de temperatura y reactivos

### **Funciones coordinador de área de laboratorio.**

#### **Tareas Administrativas**

- Atender y resolver adecuadamente problemas y situaciones variadas y de gran dificultad, propias del campo de su especialidad técnica.
- Coordinar las diferentes funciones de 10 técnicos de histología dentro del Laboratorio para la consecución adecuada del procesamiento de los bloques de tejido de parafina, láminas histológicas, congelaciones y demás tareas.
- Confeccionar el rol de distribución semanal de las labores de los técnicos de histología de acuerdo a las necesidades del Laboratorio, para garantizar un adecuado funcionamiento y calidad del trabajo realizado.
- Realizar controles de calidad de los diferentes procesos que se ejecutan en el Laboratorio.
- Estandarizar los diferentes procesos del Laboratorio y optimizar el uso de los recursos disponibles de equipo, insumos y personal.
- Velar por el adecuado empleo y mantenimiento de los equipos, instrumentos, útiles y materiales que se asignen para el cumplimiento de las actividades del laboratorio.
- Realizar la revisión, programación y velar por un adecuado mantenimiento de los equipos médicos que se utilizan diariamente en el Laboratorio.

- Controlar los insumos y su inventario, utilizados en los diferentes procesos que se realizan en el Laboratorio, coordinando con los encargados de la Bodega y con la Jefatura para garantizar la disponibilidad de los recursos e insumos en el momento que se necesiten.
- Hacer recomendaciones técnicas especializadas para la compra de materiales, reactivos químicos y de equipo de laboratorio para Patología en apoyo a la Jefatura del Servicio.
- Revisar y confeccionar la metodología de trabajo en los procesos de Laboratorio como son: Procesamiento de bloques de tejido de parafina y láminas de histología, coloraciones de rutina (Hematoxilina y eosina), tinciones especiales de Histoquímica, biopsia por aspiración con aguja fina (Citologías), biopsias por congelación.
- Coordinar con el personal de apoyo para la realización de funciones afines a los procesos que se llevan a cabo en el Laboratorio, necesarias para el adecuado funcionamiento del mismo, como son: limpieza general y disponibilidad de insumos (bloques de tejido generados en el corte macroscópico, reactivos químicos, materiales y otros)
- Llevar una bitácora donde se anote las tareas específicas diariamente y que estén directamente relacionadas con la coordinación para el adecuado funcionamiento del laboratorio.
- Mantener estrecha comunicación y coordinación con la Jefatura del Servicio.

#### **Tareas técnicas**

- El coordinador técnico del Laboratorio deberá realizar además labores de procesamiento de bloques de tejido de parafina, 40 bloques de tejido por día.
- Excepción a lo anterior, será cuando este funcionario deba atender situaciones propias de la coordinación, como por ejemplo asistir a reuniones donde sea necesario contar con su criterio técnico de experto a nivel local o internivel Institucional.
- Dichas actividades deberán ser debidamente documentadas mediante actas, oficios o registro en la bitácora, con el aval correspondiente de la Jefatura del Servicio.
- En tal caso el tiempo dedicado a estas funciones no podrá ser mayor a 4 horas diarias, por lo que el funcionario deberá realizar una producción mínima de 20 bloques de tejido de parafina por día.
- Para garantizar que el funcionario lleve a cabo la producción deberá completar el formulario de control de trabajo ya establecido en el Servicio para tal fin, diariamente, y llevar la bitácora al día.

#### **Personal de apoyo**

**Digitador.** Ingresar diariamente la información de la tarjeta de solicitud de biopsia al sistema de cómputo. Ingresar a diario todas las biopsias recibidas. Atiende además los pedidos de la bodega.

**Área de recibo de muestras.** Recibe todas las biopsias del hospital y área de atracción, recoge el material de sala de operaciones, hace un listado de recibo en Excel, digita en el sistema las biopsias por congelación y las biopsias urgentes que se procesan a diario.

**Área de corte macroscópico:** alista el material de biopsia para corte macro, numera los cassette o cápsulas para biopsia, toma el dictado macro que realiza el patólogo, médico residente o técnico disector, elabora los informes diarios de biopsias cortadas. La producción diaria depende del trabajo asignado a ese día.

- Clasifica las muestras de biopsia que se reciben a diario, para darle prioridad de proceso de acuerdo al diagnóstico anotado en la tarjeta de solicitud.
- Ordena numéricamente las biopsias para el corte macroscópico diario.
- Ordena las biopsias del corte macroscópico diario, según la prioridad del corte, en biopsias pequeñas, en biopsias pequeñas y urgentes, biopsias grandes y biopsias grandes con neoplasias malignas.
- Después de la clasificación anterior, elabora las cápsulas para incluir el material de biopsia, con el número asignado a cada una y el código de color de cada cápsula.
- Prepara la estación de corte macroscópico con el instrumental de corte que utiliza el Médico Patólogo encargado del corte diario.
- Toma el dictado macroscópico hecho por el Médico Patólogo, en forma digital, en el programa de cómputo utilizado en el servicio (File Maker Pro).
- Asiste al Médico Patólogo durante todo el proceso de corte según lo que necesite: formalina, frascos, tintas para marcar tejidos, entre otros.
- Colabora con la extracción de piezas grandes de biopsias, de bandejas y frascos, para el corte y la posterior fijación en formalina.
- Elabora el reporte final, del total de biopsias cortadas por día, con el número de bloque correspondiente a cada biopsia.
- Entrega al personal del laboratorio de histología las tarjetas de solicitud de biopsia de las biopsias cortadas a diario.

**Lavado de frascos.** Desecha muestras y lava los frascos de biopsias en un promedio de tres a 4 cajas por día. Dos veces por semana va al cementerio para enterrar desechos Anátomo patológicos. A diario limpia las mesas de disección. A diario confecciona las listas de las biopsias reportadas para su desecho.

**Encargado de bodega.** Despacha pedidos, hace el inventario de bodega, acomoda los bloques de parafina.

**Encargado de archivo de láminas:** archiva a diario las láminas de biopsia ya diagnosticadas y devueltas al archivo. Entrega correspondencia.

**Técnicos disectores.** Realizan la evisceración de cuerpos, de los fallecidos seleccionados para autopsia, asiste al Médico en la disección. Hay un técnico disector nombrado para el corte macro de biopsias. Realiza el corte de las biopsias pequeñas que no requieren ningún procedimiento especial.

**Asistente de Laboratorio:** el funcionario asistente de laboratorio tiene las siguientes funciones:

- Contar y registrar mediante la anotación en el libro existente para tal fin, los bloques de biopsias y autopsias con sus respectivos números, los cuales se procesan diariamente.
- Asistir en el desvaste y distribución de los bloques de parafina entre los compañeros para continuar con el procesamiento histológico de las biopsias.
- Asistir en la rotulación de los portaobjetos para la identificación del paciente por medio del número de biopsia previamente asignado.
- Asistir en la coloración y Montaje de Láminas Histológicas
- Ordenar Láminas Histológicas: ordena en forma numérica en las bandejas disponibles para tal fin, las láminas histológicas de acuerdo al número de biopsia previamente asignado.
- Entregar de Láminas Histológicas a los Médicos Patólogos
- Asistir en la realización la técnica para las biopsias intraoperatorias por congelación.
- Asistir en la realización de las técnicas especiales de histoquímica.
- Asistir en la realización de las tareas de mantenimiento de rutina y control de calidad de los equipos que involucran todo el proceso histotecnológico.
- Ordenar y archivar los bloques de tejido de parafina ya cortados.
- Realizar otras funciones afines de asistencia dentro del Laboratorio que permitan la adecuada consecución de los procesos que se llevan a cabo.

**Anexo 3. Mantenimiento preventivo y correcto de las cabinas de flujo laminar**

MARCA	MODELO	PLACA	LOCALIZACION	
Thermo	Shandoc	000649	Patología	
NOMBRE DEL TECNICO	EMPRESA	REPORTE	FECHA VISITA	HORA
Ricardo Comacho	Tecoral	8927	19/12/2016	
DESCRIPCION DEL TRABAJO		REPUESTOS UTILIZADOS		
Revisión general de mantenimiento preventivo se usa protocolo de mantenimiento, se limpian lámpara y externamente		FALTA CHECK LIST 29/12/2016.		
OBSERVACIONES				
				SUPERVISIÓN

CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL  
 HOSPITAL MEXICO  
 Ingeniería y Mantenimiento

CONTRATO: 1412

MARCA	MODELO	PLACA	LOCALIZACION	
Thermo	Shandoc	600648	Patología	
NOMBRE DEL TECNICO	EMPRESA	REPORTE	FECHA VISITA	HORA
Ricardo Comacho	Tecomi	8928	19/12/2016	
DESCRIPCION DEL TRABAJO		REPUESTOS UTILIZADOS		
Mantenimiento preventivo sin embargo este equipo se encuentra desconectado y en la morgue ya que va ser instalado de esa sala y se está haciendo los		FALTA CHECK LIST 29/12/2016		
OBSERVACIONES				
previstos para su instalación				
				SUPERVISIÓN

Anexo 4



**Universidad Nacional UNA**  
**Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas IRET**  
 Teléfono: +506 2277-3584 Fax: +506 2277-3624  
**Laboratorio de Análisis de Residuos de Plaguicidas LAREP**  
 Teléfono: 2277-3501



**Informe de análisis**

Resultados de los análisis de formaldehído en muestras de aire

Código de servicio: S18-11  
 Responsable muestreo: Sr. Carlos Mora  
 Fecha del informe: 05 noviembre 18

Código de laboratorio	Descripción	Flujo de muestreo (L/min)	Tiempo de muestreo (h)	Análisis	concentración de formaldehído (µg/m3)	Límite de reporte formaldehído (µg)
18-154	blanco de campo	0	0	LC-MSMS	n.d	0.01
18-155	3-B-inclusión-histología micro	0.5	60	LC-MSMS	24.0	0.01
18-156	3-C-histología -cambio de reactivo	0.5	60	LC-MSMS	228.4	0.01
18-157	4-D-histoquímica	0.5	60	LC-MSMS	10.5	0.01
18-158	2-E-macrocorde	0.5	60	LC-MSMS	795.0	0.01
18-267	blanco de campo	0	0	LC-MSMS	n.d	0.01
18-268	J-Almacenamiento	0.1	235	LC-MSMS	250.8	0.01
18-269	K-Morguen -autopsia bebe	0.1	117	LC-MSMS	2969	0.01
18-270	Histología, 3-G	0.1	255	LC-MSMS	232.0	0.01
18-271	H. Miscalaneo	0.1	255	LC-MSMS	1038.0	0.01
18-272	Recepción de muestras	0.1	249	LC-MSMS	4829.0	0.01
18-273	Morgue	0.1	93	LC-MSMS	169	0.01
18-274	Morgue-corte biopcias macro	0.1	77	LC-MSMS	433	0.01
18-275	Morgue	0.1	212	LC-MSMS	81	0.01
18-276	blanco de campo	0	0	LC-MSMS	n.d	0.01
18-283	blanco de campo	0	0	LC-MSMS	n.d	0.01
18-284	Macro corte	0.1	143	LC-MSMS	161	0.01
18-285	Análisis de muestras	0.1	240	LC-MSMS	n.d	0.01
18-286	Morgé	0.1	87	LC-MSMS	79	0.01

LR = límite de reporte; n.d = no detectado;