

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

ESCUELA DE INGENIERÍA EN SEGURIDAD LABORAL E HIGIENE AMBIENTAL



HOSPITAL NACIONAL DE NIÑOS

**“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”**

**PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR POR EL GRADO DE BACHILLERATO EN INGENIERÍA EN
SEGURIDAD LABORAL E HIGIENE AMBIENTAL**

ELABORADO POR:

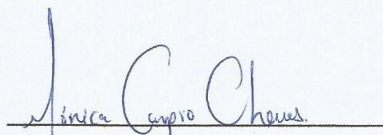
CATALINA HIDALGO PRADO

CARTAGO, AGOSTO, 2015

CONSTANCIA DE DEFENSA PÚBLICA

Proyecto de graduación defendido públicamente ante el Tribunal Examinador integrado por la profesora Ing. Mónica Carpio Chaves y la profesora Ing. Gabriela Hernández Gómez, como requisito para optar al grado de Bachiller en Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental, del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

La orientación y supervisión del trabajo desarrollado por la estudiante, estuvo a cargo de la profesora asesora BQ. Gabriela Rodríguez Zamora.



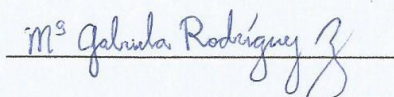
Ing. Mónica Carpio Chaves

Profesora Evaluadora



Ing. Gabriela Hernández Gómez

Profesora Evaluadora



BQ. Gabriela Rodríguez Zamora

Profesora Asesora



Catalina Hidalgo Prado

Estudiante

Cartago, Agosto de 2015

Dedicatoria

A mis papás, Oscar y Maruja, porque mis triunfos son suyos, por enseñarme que con trabajo duro, dedicación y humildad no hay meta lo suficientemente alta.

A mi hermana, Marisol por ser mi modelo a seguir, ejemplo de lucha y superación, por demostrarme que cuánto más difícil es alcanzar un objetivo mayor es la satisfacción.

A mi hermano, Ronny por ayudarme y apoyarme siempre, por mostrarme que en la mayoría de las ocasiones la mejor solución para los problemas, es aquella que es más sencilla.

A José, por ser además de mi novio todos estos años, ser mi amigo y mi compañero de estudio, pero sobre todo por ser mí gran apoyo. Porque llegamos juntos y nos vamos juntos!

Agradecimientos

Primeramente quiero agradecer a Dios, por ser mi guía durante toda esta etapa de aprendizaje, por darme la oportunidad de vivir y cumplir mi meta.

Quiero agradecer a toda mi familia por ser mi soporte, mi motor, por haberme brindado las fuerzas y apoyo hasta el último momento, por haber formado parte de mi esfuerzo, por vivir el proceso conmigo, por sentir la felicidad conmigo.

Al Hospital Nacional de Niños, especialmente al Servicio de Patología, por abrirme sus puertas y brindarme la oportunidad de desarrollar mi proyecto, por tratarme tan bien y hacerme sentir como una más del Servicio.

A Esteban y Max, mi más sincero agradecimiento, por ser mis compañeros y amigos en este proceso, por toda la ayuda brindada para la comprensión de las tareas, y así la elaboración de este proyecto, por hacerme sentir como en la casa.

A las chicas TIE, Sidia y Gaby, por todos los años de apoyo y ánimos brindados, porque realmente me hicieron sentir que tengo una familia en el TEC. Mil gracias.

A mis amigos por sus ánimos, consejos, comprensión, puntos de vista y apoyo a lo largo del camino, por brindarme fortaleza.

Un especial agradecimiento a la profesora Gabriela Rodríguez por su paciencia, por ayudarme a plasmar mis ideas, sobre todo por su apoyo, por sus consejos, por guiarme hasta llegar a cumplir mi objetivo. A los profesores Gabriela Hernández, Mónica Carpio e Ignacio Del Valle por los aportes brindados.

En general quiero agradecer a todas aquellas personas que de una u otra forma fueron parte de este proceso, por las veces que me escucharon, por los momentos vividos, por los momentos de felicidad, por haber hecho que estos cinco años fueran los más maravillosos, por ayudarme a convertir el sueño que tuve hace cinco años en una realidad. Gracias a todos.

Resumen

El presente proyecto se realizó en el Servicio de Patología del Hospital Nacional de Niños (HNN), ubicado en el Paseo Colón, San José, Costa Rica. En este Servicio laboran 16 personas.

El proyecto se creó a partir de una problemática que, consiste en la exposición ocupacional inhalatoria a formaldehído en el Servicio, ya que debido a una evaluación previa se encontró que los valores de exposición superaron una parte por millón (1 ppm), representando un riesgo para los trabajadores del área, ya que se sobrepasa el criterio de referencia nacional, el cual es un valor techo de 0,3 ppm (INTECO, 2001).

Para el análisis del problema, se planteó realizar evaluaciones personales a siete colaboradores del Servicio, además de evaluar los posibles factores que se relacionan con la exposición a formaldehído, como lo son: las condiciones de infraestructura, las variables personales de los trabajadores, el estado de los sistemas de inyección/extracción y del equipo de protección respiratoria, así como las necesidades de capacitación para el personal.

Se encontró que cinco de los siete evaluados presentaron en sus muestras concentraciones de formaldehído mucho mayores a lo recomendado tanto en la normativa internacional como la nacional, siendo el trabajador del Laboratorio de Biopsias quien reportó las concentraciones más altas debido a las malas condiciones de ventilación de este recinto.

Otro de los hallazgos es que los equipos de protección respiratoria son inadecuados para las labores que se llevan a cabo, aunado a esto existe un desconocimiento general por parte de los trabajadores sobre el uso, mantenimiento y vida útil del mismo, además de la ausencia de capacitaciones sobre los riesgos que implica el uso de esta sustancia, así como acciones a tomar en caso de emergencia.

Es por esto que se propuso un programa de protección respiratoria que permita disminuir la exposición a formaldehído en el Servicio de Patología del Hospital Nacional de Niños.

Palabras clave: exposición a formaldehído, biopsias, desechos anatomopatológicos, sistemas de ventilación.

CONTENIDO GENERAL

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
A. Identificación de la empresa	2
1. Antecedentes históricos	2
2. Ubicación Geográfica	3
3. Filosofía de la organización	3
4. Principios Estratégicos	3
5. Organización Corporativa	4
6. Número de Trabajadores	6
7. Tipo de Servicio	6
8. Mercado	6
9. Proceso del Laboratorio de Anatomía Patológica	7
B. Descripción del Problema	9
C. Justificación del Problema	9
D. Objetivos	13
1. Objetivo General	13
2. Objetivos Específicos	13
E. Alcances y Limitaciones	14
1. Alcance	14

2. Limitaciones	14
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	15
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	23
A. Tipo de investigación	24
B. Fuentes de información	24
1. Fuentes de información primaria	24
2. Fuentes de información secundaria	25
3. Fuentes de información terciaria	25
C. Población y muestra	26
D. Operacionalización de variables	27
E. Descripción de las herramientas.....	34
F. Plan de análisis	42
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL	48
A. Características Generales	49
1. Descripción general de las tareas	49
2. Características del entorno de trabajo.....	50
B. Posibles factores determinantes de exposición a formaldehído.....	51
1. Entorno laboral.....	53
2. Controles administrativos	57

3. Controles ingenieriles.....	70
C. Evaluación de exposición ocupacional a formaldehído	74
1. Factores cualitativos	74
2. Niveles de exposición ocupacional a formaldehído	76
D. Conclusiones.....	82
E. Recomendaciones.....	83
CAPÍTULO V. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	84
CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFÍA.....	79
CAPÍTULO VII. APÉNDICES.....	86
CAPÍTULO VII. ANEXOS	111

Índice de Figuras

Figura 1. 1. Organigrama da la Dirección Administrativa del Hospital Nacional de Niños.	4
Figura 1. 2. Organigrama de la Subdirección General (Parte B) del Hospital Nacional de Niños.....	5
Figura 1. 3. Diagrama del proceso del Laboratorio de Anatomía Patológica.....	7
Figura 1. 4. Diagrama de Proceso en el Laboratorio de Biopsias.	8
Figura 3. 1. Plan de Análisis.	43
Figura 4. 1. Diagrama de causas de la exposición ocupacional a formaldehído en el Servicio de Patología.....	52
Figura 4. 2. Porcentaje de trabajadores que afirman tener conocimiento sobre el uso, mantenimiento y vida útil del EPR.	58
Figura 4. 3. Porcentaje de trabajadores que afirman conocer los principales efectos del formaldehído.	59
Figura 4. 4. Distribución de trabajadores según frecuencia de uso del equipo de protección respiratoria.	61
Figura 4. 5. Porcentaje de satisfacción de los trabajadores hacia el EPR.....	62
Figura 4. 6. Equipo de protección respiratoria brindado por el hospital.....	63
Figura 4. 7. Telaraña de Bernstein para determinar la eficiencia del EPR actual.....	64
Figura 4. 8. Porcentaje de trabajadores que presentan los síntomas con mayor frecuencia.....	68
Figura 4. 9. Telaraña de Bernstein para determinar la eficiencia del sistema de ventilación actual del Servicio.	72
Figura 4. 10. Rango de edades de los trabajadores del Servicio de Patología.	74
Figura 4. 11. Distribución de trabajadores de acuerdo al porcentaje promedio del tiempo de uso de la sustancia durante la jornada laboral.....	75
Figura 4. 12. Distribución actual de las rejillas de inyección en la morgue.....	79
Figura 4. 13. Gráfico de cajas de los niveles de exposición ocupacional al formaldehído por puesto.	80
Figura 7. 1. Distribución de puntos para la toma de datos según ASHRAE (2009).....	89
Figura 7. 2. Puntos de medición de ingreso de aire.....	82
Figura 7. 3. Puntos de medición de egreso de aire.....	83

Figura 7. 4. Punto de medición de ingreso de aire en el Laboratorio de Biopsias.	84
Figura 7. 5. Punto de medición de aire de egreso en el Laboratorio de Biopsias.....	85
Figura 7. 6. Croquis del Laboratorio de Anatomía Patológica.	96
Figura 7. 7. Modelo de difusor existente en la morgue.	97
Figura 7. 8. Modelo de rejilla existente en la morgue.....	99
Figura 7. 9. Croquis del Laboratorio de Biopsias.	100
Figura 7. 10. Ventana presente en el Laboratorio de Biopsias.....	101
Figura 7. 11. Dimensiones de la ventana presente en el Laboratorio de Biopsias.	103
Figura 7. 12. Pruebas de normalidad realizadas a los datos de concentración.....	109

Índice de Tablas

Tabla 3. 1. Operacionalización del objetivo 1.	28
Tabla 3. 2. Operacionalización del objetivo 2.	31
Tabla 3. 3. Operacionalización del objetivo 3.	33
Tabla 4. 1. Tareas identificadas como críticas en el Laboratorio de Anatomía Patológica....	55
Tabla 4. 2. Tareas identificadas como críticas de en el Laboratorio de Biopsias.....	56
Tabla 4. 3. Exámenes médicos realizados a los trabajadores y sus hallazgos.....	69
Tabla 4. 4. Caudales requeridos y reales para ambos laboratorios del Servicio de Patología.	71
Tabla 4. 5. Niveles de exposición ocupacional a formaldehído obtenidas para los puestos críticos.....	77
Tabla 7. 1. Materiales y equipos por utilizar para el muestreo personal.....	87
Tabla 7. 2. Acta de muestreo para velocidades de aire y diámetro de ductos.	88
Tabla 7. 3. Lista de verificación de las condiciones de Bioseguridad nivel 3 en los laboratorios.	90
Tabla 7. 4. Guía de observación participativa.....	99
Tabla 7. 5. Encuesta uso de equipo de protección personal.....	106
Tabla 7. 6. Encuesta higiénica	107
Tabla 7. 7. Bitácora de muestreo para eventos inhabituales durante la evaluación personal.	111
Tabla 7. 8. Acta de muestreo.	112
Tabla 7. 9. Matriz de requerimientos para la elaboración del programa (INTE 31 09 09 00, <i>Respiratory Protection</i> 1910.134 OSHA, COVENIN y ASHRAE).....	79
Tabla 7. 10. Medidas cualitativas para los cartuchos cambiables.....	80
Tabla 7. 11. Medidas cualitativas para los filtros con protección P100.	80
Tabla 7. 12. Medidas cualitativas para la limpieza regular de los respiradores.....	80
Tabla 7. 13. Medidas cualitativas para la etiqueta verde oliva o negra de los filtros.	80
Tabla 7. 14. Medidas cualitativas para los respiradores de rostro completo.	80
Tabla 7. 15. Medidas cualitativas para el registro de cambio de los filtros.....	81

Tabla 7. 16. Medidas cualitativas para las correas y pasadores.....	81
Tabla 7. 17. Medidas cualitativas para el almacenamiento de los respiradores.....	81
Tabla 7. 18. Velocidades de aire en el sistema de inyección.....	86
Tabla 7. 19. Velocidades de aire en el sistema de extracción 1.	88
Tabla 7. 20. Velocidades de aire en el sistema de extracción 2.....	90
Tabla 7. 21. Velocidades de aire de ingreso en la ventana de 45x70 cm.	92
Tabla 7. 22. Velocidades de egreso de aire en la ventana trasera del Laboratorio de Biopsias.	94
Tabla 7. 23. Caudales obtenidos para cada difusor.....	98
Tabla 7. 24. Caudales obtenidos para cada rejilla.	100
Tabla 7. 25. Valores de NPS en dB(A) obtenidos en ambos laboratorios.	104
Tabla 7. 26. Medidas cualitativas para el caudal mínimo de inyección.	105
Tabla 7. 27. Medidas cualitativas para el caudal mínimo de extracción.....	105
Tabla 7. 28. Medidas cualitativas para los filtros HEPA.....	105
Tabla 7. 29. Medidas cualitativas para el mantenimiento preventivo.	105
Tabla 7. 30. Medidas cualitativas para el registro de mantenimiento.....	106
Tabla 7. 31. Medidas cualitativas para el nivel de ruido.....	106
Tabla 7. 32. Cálculos realizados para la obtención de concentraciones de formaldehído en ppm.....	108

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

A. Identificación de la empresa

1. Antecedentes históricos

En el año 1945 y como uno de los actos conmemorativos del primer centenario del Hospital San Juan de Dios, fue inaugurada la Sección de Pediatría del Hospital San Juan de Dios, con una capacidad de 140 camas. Con motivo de la epidemia de poliomielitis que afectó a la población infantil de Costa Rica en 1954, la Sección de Pediatría del San Juan de Dios, afrontó serios problemas de tipo médico-administrativos generados por el inesperado aumento en el número de pacientes afectados. Esta situación inspiró en el Dr. Carlos Sáenz Herrera, la idea de construir unas instalaciones adecuadas para la atención de los menores.

En 1954, el Dr. Sáenz Herrera inició la campaña por medio de la prensa escrita y la radio, con el fin de recolectar fondos, misma que obtuvo una respuesta ciudadana entusiasta y generosa. En coordinación con algunos asesores, el doctor elaboró entonces el Programa de Necesidades del Hospital Nacional de Niños, en el cual incluyeron los planos constructivos del nuevo centro.

El 5 de abril de 1957 se inició la construcción del Hospital Nacional de Niños (HNN); tras la obtención de los fondos económicos y el estudio del terreno, la Junta dispuso la construcción del edificio en terreno esquinero ubicado frente al Paseo Colón y a la calle 20 sur. El 24 de mayo de 1964, se inauguró el hospital. A partir de esa fecha y hasta la actualidad el hospital ha mantenido sus funciones normalmente, ampliando su infraestructura para dar una mejor atención a todos los niños de Costa Rica.

2. Ubicación Geográfica

El Hospital Nacional de Niños se ubica en Calle 20, Avenida 0, Paseo Colón, San José, Costa Rica.

3. Filosofía de la organización

Los niños son primero, todo lo demás estará siempre después de los niños. Este es el principio fundamental para garantizar que ellos nunca serán maltratados o marginados en ninguno de sus intereses o derechos.

4. Principios Estratégicos

Visión

"Ser un Centro de Ciencias Médicas para la atención de las patologías de más alta complejidad, capaz de mejorar la salud de la población infantil de Costa Rica, y de contribuir a la formación pediátrica nacional e internacional por medio de la docencia e investigación."

(Hospital Nacional de Niños, 2014).

Misión

"Contribuir a mejorar la salud de la población infantil del país, brindando una atención especializada y de emergencia, mediante servicios integrales de calidad, con eficacia, eficiencia, equidad y oportunidad."

(Hospital Nacional de Niños, 2014).

Principios y Valores

Primero los Niños, Seguridad para Todos, Puntualidad y Asistencia, Diligencia y Responsabilidad, Afición por el Conocimiento y el Mejoramiento Continuo de la Calidad, Comunicación con Respeto y Amabilidad, Trato Humanizado y Benevolente y Espíritu de Servicio.

(Hospital Nacional de Niños, 2014).

5. Organización Corporativa

Debido a que la organización es tan grande y compleja, se manejan varios organigramas dentro de la misma.

La siguiente figura muestra la organización jerárquica de la Dirección Administrativa del HNN.

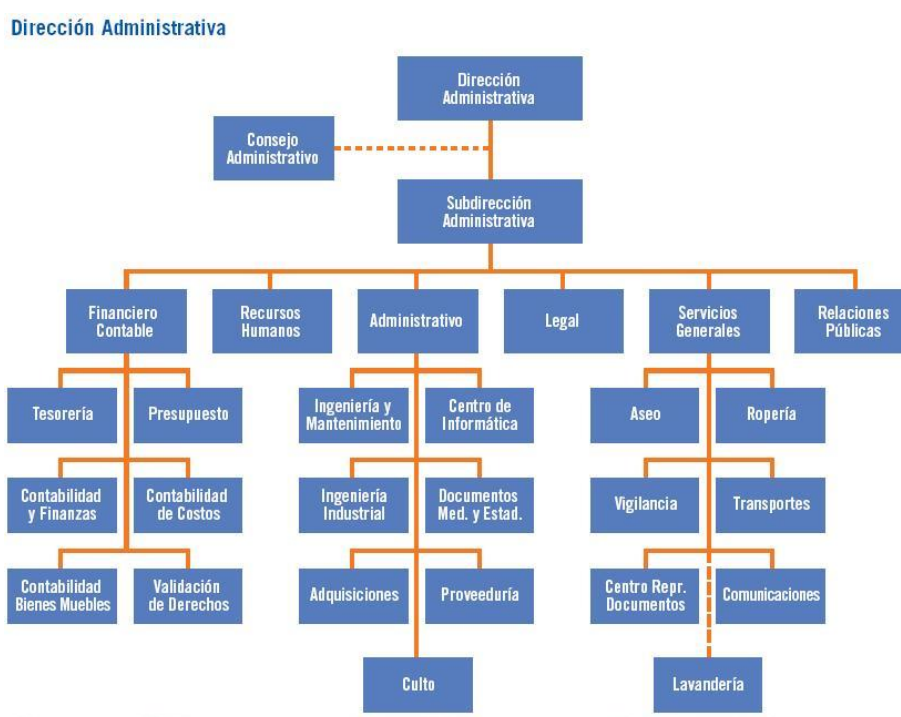


Figura 1. 1. Organigrama de la Dirección Administrativa del Hospital Nacional de Niños.

Fuente: Recursos Humanos (2014)

En la figura anterior se puede apreciar el organigrama de la Dirección Administrativa del hospital; sin embargo, la Oficina de Salud Ocupacional no se encuentra contemplada dentro del mismo, a pesar de pertenecer a la Dirección Administrativa del HNN.

En el inicio, la Oficina de Salud Ocupacional era una dependencia del Departamento de Recursos Humanos; sin embargo cambió y ahora se encuentra bajo la tutela de la Dirección General del HNN.

A continuación, se muestra la organización jerárquica de la Subdirección General, parte B, ya que ésta abarca otras áreas del hospital que no necesariamente son especialidades médicas.

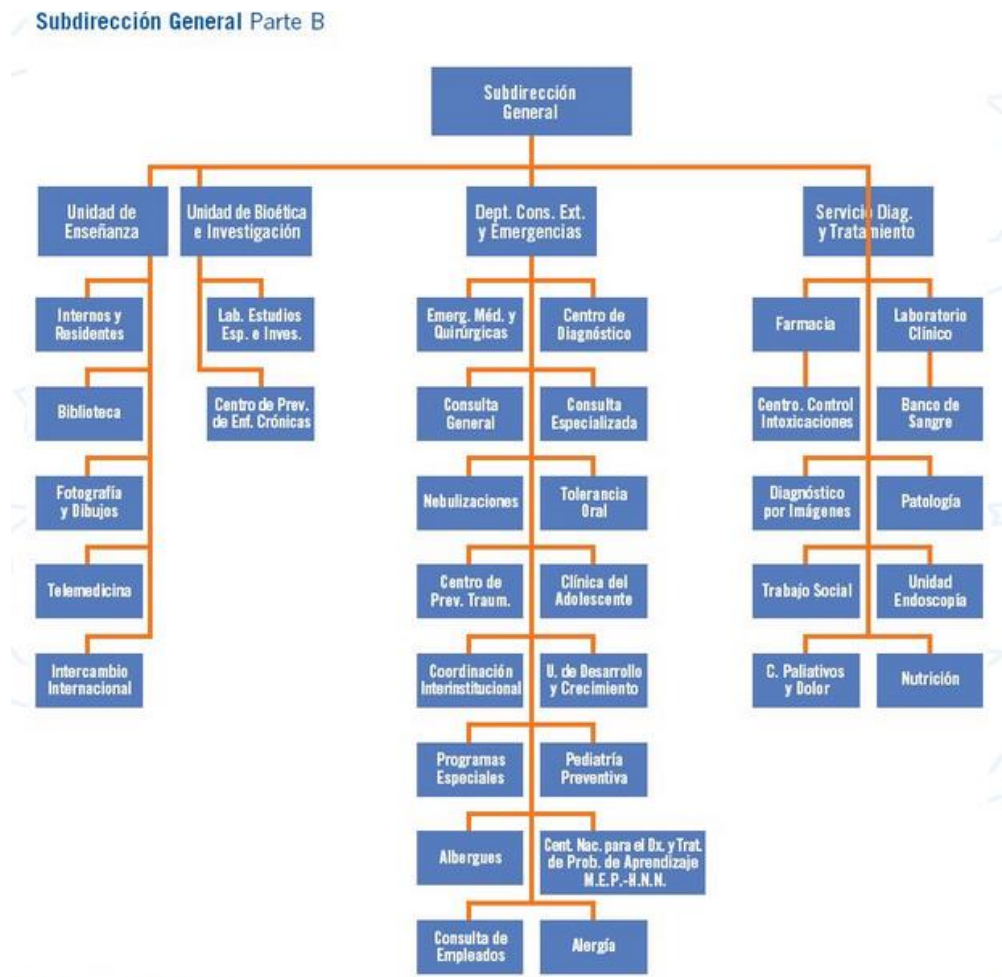


Figura 1. 2. Organigrama de la Subdirección General (Parte B) del Hospital Nacional de Niños.

Fuente: Recursos Humanos (2014)

Como se puede apreciar en la figura anterior, el Servicio de Patología se ubica dentro del Servicio de Diagnóstico y Tratamiento, ya que la gran mayoría de los procedimientos que se realizan van encaminados al diagnóstico de enfermedades por medio del análisis de biopsias.

6. Número de Trabajadores

El Servicio de Patología del HNN cuenta con 16 trabajadores, distribuidos de la siguiente forma: tres médicos patólogos, una microbióloga, tres secretarias, cuatro histólogos, tres técnicos en disección, una asistente técnica en microbiología y un asistente técnico en salud (encargado de las biopsias). La jornada laboral es por turnos de ocho horas diarias para los técnicos en disección, mientras que los demás integrantes del servicio trabajan nueve horas de 7:00 a.m. a 4:00 p.m.

Además de sus turnos de ocho horas laborales por día, los técnicos en disección deben hacer guardias de 24 horas cada 15 días (sólo los fines de semana), esto debido a que el Servicio nunca puede cerrar.

7. Tipo de Servicio

Los servicios que ofrece la unidad de patología del HNN van desde la realización de autopsias a los niños fallecidos dentro del hospital (siempre y cuando se cuente con la autorización de sus padres), hasta estudios anatomopatológicos de biopsias y especímenes quirúrgicos, así como estudios de líquidos corporales.

8. Mercado

Se contempla toda la población infantil asegurada de Costa Rica, que requiera de los servicios.

9. Proceso del Laboratorio de Anatomía Patológica

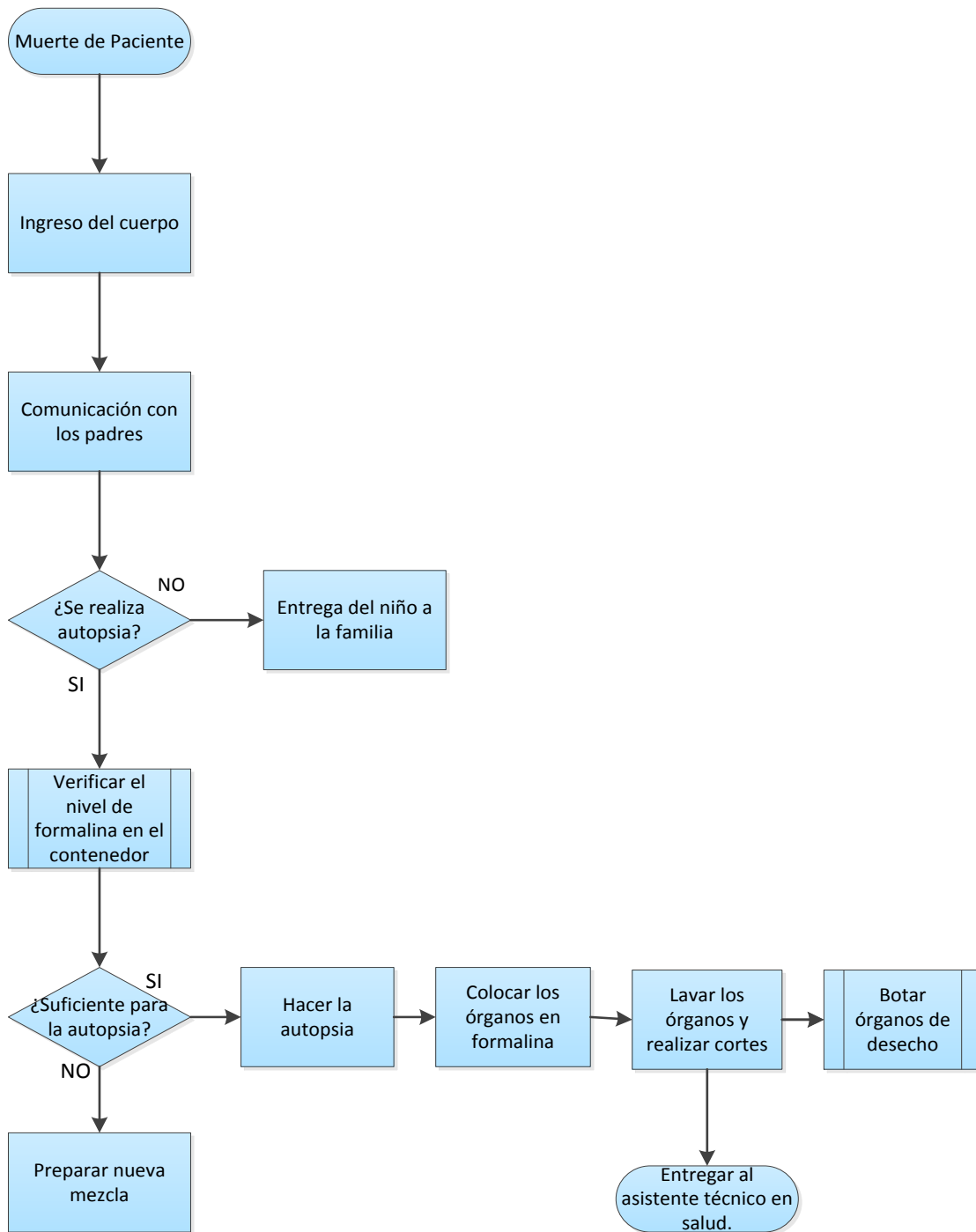


Figura 1. 3. Diagrama del proceso del Laboratorio de Anatomía Patológica.

Fuente: La autora.

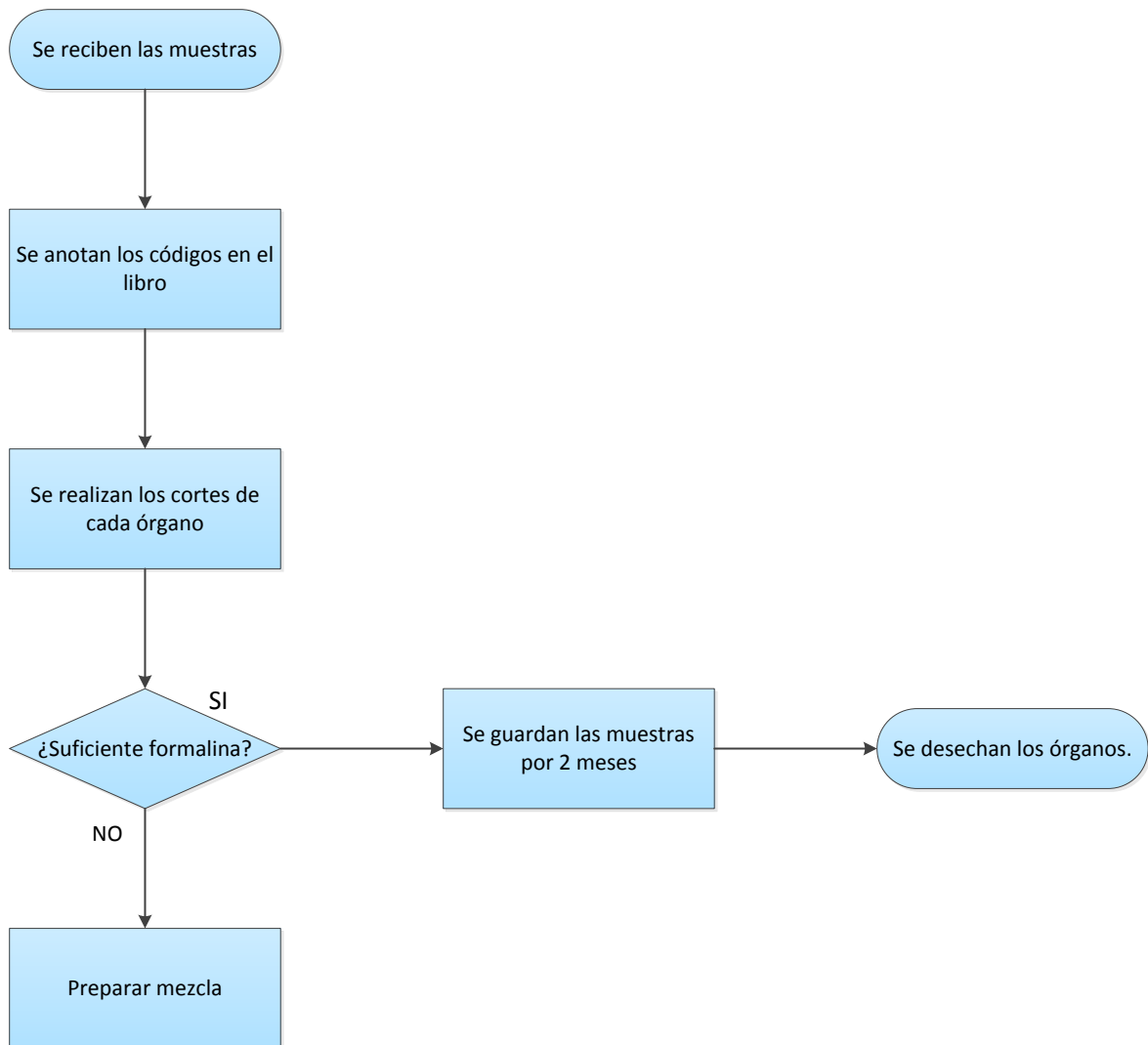


Figura 1. 4. Diagrama de Proceso en el Laboratorio de Biopsias.

Fuente: La autora.

B. Descripción del Problema

En el servicio de Patología del Hospital Nacional de Niños existe exposición a formaldehído, el cual está clasificado como cancerígeno, categoría 1, según la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC, por sus siglas en inglés) (2006).

En el Hospital Nacional de Niños para el año 2014 sólo se había realizado una evaluación para conocer el nivel de exposición de los trabajadores del Servicio, en la cual se obtuvieron concentraciones de formaldehído superiores a una parte por millón (1 ppm), lo que indica que se encuentran por encima de los valores recomendados por la normativa nacional, que sugiere un valor techo de 0,3 ppm (INTECO, 2003).

Además, existe un malestar general del personal que labora en el área debido a las condiciones en las que deben trabajar, ya que no cuentan con sistemas de ventilación eficientes; lo anterior quedó evidenciado por medio de un documento de no conformidades emitido por la jefatura del Servicio de Patología, dirigido a la Dirección General del HNN el año anterior.

C. Justificación del Problema

El trabajo en hospitales supone la exposición a muchos agentes químicos y biológicos; esta exposición se ve agravada si se trabaja en servicios de patología, ya que en estas secciones se utiliza una gran cantidad de sustancias que eventualmente pueden afectar la salud; cuya sustancia más comúnmente utilizada y conocida es el formaldehído (Megías *et al.*, 2011).

Se conoce que a bajas concentraciones el formaldehído provoca irritación ocular y también actúa como sensibilizante de la piel; además, la inhalación de formaldehído a altas concentraciones provoca severa irritación del tracto respiratorio, pudiendo incluso llegar a provocar la muerte (Dosil & Castro, 2011).

La IARC, a partir de la revisión de múltiples estudios realizados a lo largo de los años, concluyó en el 2004 que el formaldehído es cancerígeno para los humanos (Medicina y Seguridad en el Trabajo, 2013), por lo que el trabajo en laboratorios de anatomía

patológica se debe realizar con especial cuidado, no sólo por el alto riesgo biológico al que se exponen los trabajadores, sino por la amenaza química que supone el uso del formaldehído, que es la sustancia que se utiliza con mayor frecuencia para la fijación y preservación de órganos, tejidos e incluso cadáveres (Escuela Nacional de Medicina del Trabajo, 2010).

Existen varios tipos de cáncer asociados a la exposición a formaldehído, como lo son el cáncer en el tracto respiratorio, en donde se incluye la tráquea, la laringe, los pulmones y la nasofaringe, así como también el cáncer oral, cerebral, y la leucemia (Álvarez & Sánchez, 2012) . A pesar de esto, la IARC, en su monografía número 88 del año 2006, concluye que sólo existe suficiente evidencia entre la exposición a formaldehído y la aparición de cáncer nasofaríngeo; para los demás, aún hacen falta estudios que relacionen directamente la aparición del cáncer con la exposición laboral a formaldehído (IARC, 2006).

Para el año 2011, la Organización Mundial de la Salud (OMS) había determinado que a nivel mundial, el 19% de todos los cánceres eran atribuibles al medio, incluido el entorno laboral, lo que se traduce en 1,3 millones de defunciones anuales (OMS, 2011). Es por esto que reducir los niveles de exposición en centros de trabajo a agentes cancerígenos es de vital importancia.

Debido a la peligrosidad de esta sustancia, existen límites de exposición ocupacional para evitar futuros problemas de salud de los trabajadores; para este químico el Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH, por sus siglas en inglés), establece que el nivel recomendado para 10 horas laborales es de 0.016 partes por millón (ppm) (NIOSH, 2010). Sin embargo, estudios realizados en España han determinado que la concentración existente en laboratorios de anatomía patológica en hospitales va en un rango desde los 0,08 hasta 6,90 ppm (INSHT, 2010), quedando evidenciado que se sobrepasa este nivel de referencia, aumentando el riesgo de sufrir alguna enfermedad en el futuro.

Es importante recalcar que, hallarse por debajo de los límites establecidos no significa que no se requieran acciones destinadas a reducir la exposición a un nivel tan bajo como sea técnicamente posible (Dosil & De Castro, 2011), ya que, por más mínima que sea la exposición siempre se corre el riesgo de desarrollar alguna enfermedad a largo plazo.

En Costa Rica, para el año 2005 se consideraba que un 1% de la población trabajadora se exponía a vapores de formaldehído, lo que se traduce en 13 100 personas en total (Chaves *et al.*, 2005), dentro de las cuales se encuentran los trabajadores de laboratorios de patología anatómica. Es probable que para el año 2015 esa cifra se vea incrementada, ya que la demanda de servicios aumenta cada día, acrecentando la cantidad de personas expuestas a esta sustancia.

En el Laboratorio de Anatomía Patológica y Laboratorio de Biopsias del HNN existen condiciones que hacen que se aumente la exposición a formaldehído; una de ellas se trata de la disolución de la sustancia en agua, hasta alcanzar una concentración del 10% del químico; esta labor es realizada manualmente por los técnicos en disección y el asistente técnico en salud.

Además de realizar estas mezclas, los técnicos en disección se ven sometidos la mayor parte del tiempo a jornadas mayores a las 40 horas semanales establecidas en el Código de Trabajo (laboran hasta 75 horas por semana), algunas veces realizan turnos de hasta 24 horas o más (deben permanecer en el Servicio, no necesariamente sin dormir), en donde el riesgo de exposición crece, aún más cuando se dan muertes, ya que esto implica un uso mayor de formaldehído para preservar los órganos que extraen de cada cuerpo.

Con respecto a las condiciones del laboratorio de anatomía patológica, éste cuenta con inyección de aire fresco desde el exterior; también existe un sistema de extracción; sin embargo, no se tiene certeza del buen funcionamiento del mismo, por lo que la concentración de vapores podría aumentar dentro del local, ya que es posible que no se esté dando una evacuación eficiente del químico. Además, el Laboratorio de Biopsias tampoco cuenta con un sistema de extracción eficiente (se encuentra descompuesto), y la única entrada de aire fresco consta de una ventana, la cual el trabajador asegura que prefiere mantener cerrada, por lo que la concentración del químico en el aire es elevada.

Aunado a lo anterior, el Servicio de Patología el área de oficinas no se encuentra separada del laboratorio, por lo que todo el personal del Servicio de Patología se ve expuesto (algunos en menor cantidad, ya que no se exponen de manera directa y deliberada al formaldehído) a los vapores de formaldehído, ya que al no haber sistema de extracción en

buenas condiciones, el aire viciado escapa por los pasillos del Servicio, contaminando todo el lugar.

La dirección del Servicio de Patología del HNN, tiene claro que el principal recurso para ofrecer un servicio de calidad son sus trabajadores; por lo tanto, su interés es mejorar las condiciones de trabajo; esto queda evidenciado en la carta remitida a la Dirección General del Hospital, en la cual se pide el mejoramiento de las condiciones del lugar, debido a la carencia de sistemas de ventilación adecuados y demás equipos especiales para las labores que allí se realizan.

En esta carta enviada en junio de 2014 por la Dra. Santamaría, jefa del Servicio de Patología del HNN, se manifiesta que la falta de buenas condiciones de trabajo puede ocasionar que no se lleven a cabo en un futuro los procedimientos que ahí se realizan, ya que los trabajadores no están dispuestos a poner en riesgo sus vidas por más tiempo.

Es importante recalcar que el artículo 21 del Reglamento General de Seguridad e Higiene de Trabajo (1997) establece que “el aire deberá renovarse de acuerdo con el número de trabajadores, la naturaleza de la industria o trabajo y con las causas generales o particulares que contribuyan a vaciar el ambiente o hacerlo incómodo”. Asimismo, en este artículo se constituye que el aire en los centros de trabajo tiene que mantenerse en condiciones que no resulten nocivas para la salud del personal.

Además, el artículo 66 de la Constitución Política de Costa Rica (1949) especifica que “todo patrono debe adoptar en sus empresas las medidas necesarias para la higiene y seguridad del trabajo”.

Por lo anterior, un programa de protección respiratoria ayudaría a solventar estas deficiencias, así como a mantener un ambiente controlado, en donde el nivel de exposición sea reducido al mínimo posible, para prevenir futuras enfermedades en los trabajadores del Servicio de Patología del HNN.

D. Objetivos

1. Objetivo General

Proponer un programa de protección respiratoria por exposición ocupacional inhalatoria a formaldehído en los Laboratorios de Anatomía Patológica y Biopsias del Servicio de Patología del Hospital Nacional de Niños.

2. Objetivos Específicos

- Identificar los posibles factores determinantes de exposición a formaldehído existentes en los Laboratorios de Anatomía Patológica y Biopsias del Servicio de Patología del Hospital Nacional de Niños.
- Evaluar la exposición ocupacional inhalatoria a formaldehído en los Laboratorios de Anatomía Patológica y Biopsias del Servicio de Patología del Hospital Nacional de Niños.
- Brindar opciones de mejora administrativas e ingenieriles, integradas en un programa para la disminución de la exposición ocupacional inhalatoria a formaldehído, en los Laboratorios de Anatomía Patológica y Biopsias del Servicio de Patología del Hospital Nacional de Niños.

E. Alcances y Limitaciones

1. Alcance

El presente proyecto ofrece como producto final un programa de protección respiratoria que permita disminuir la exposición ocupacional a formaldehído a niveles tan bajos como sea posible, con el fin de proteger la salud de los trabajadores de los Laboratorios de Anatomía Patológica y Biopsias del Servicio de Patología del Hospital Nacional de Niños. El programa incluye propuestas de controles ingenieriles (como sistemas de ventilación y aire acondicionado) y administrativos (como capacitación del personal, selección, uso y mantenimiento del equipo de protección respiratoria), así como la vigilancia médica.

2. Limitaciones

La principal limitante para el desarrollo del proyecto durante la etapa de la toma de las muestras fue la imposibilidad de saber con anticipación cuándo se debían ejecutar labores que implicaran la manipulación del formaldehído. El uso de este químico se da en mayores proporciones cuando muere un niño, ya que involucra hacer mezcla (diluir el formaldehído en agua), el trasvase de formalina del contenedor grande (10 galones) a pequeños frascos (dos litros) etiquetados para la correcta fijación de los órganos, el corte de los órganos para analizar los tejidos, o bien, darle una disposición final a los desechos que se encuentran sumergidos en químico para evitar su descomposición.

También, las personas consideradas en este estudio tuvieron jornadas laborales variables, por lo que otra limitante fue el hecho de no poder realizar un muestreo representativo en tiempo a toda la población (ya que los técnicos disectores trabajan horas extra y no fue posible saber con certeza cuántas horas a la semana lo hacen). Además, el hecho de que se da la rotación de turnos implicó otra limitación, ya que, aunque se procuró seleccionar turnos de muestreo que abarcaran a toda la población de trabajadores expuestos, dos de ellos no pudieron ser evaluados.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

El deseo de la humanidad de preservar cuerpos o partes de ellos ha estado presente prácticamente desde el origen de los tiempos; es por esto que durante el transcurso de los años las personas se han preocupado para encontrar nuevas técnicas de fijación de órganos y cadáveres (Bustamante *et al.*, 2007).

La fijación es un procedimiento para conservar los tejidos en el estado más parecido a los procesos orgánicos, evitando la descomposición y transformación de las sustancias celulares (Gómez, 2013). La fijación es previa al tallado de muestras y en ella, las piezas (a veces órganos enteros) llegan sumergidos en formaldehído, siendo éste el fijador más comúnmente utilizado en la rutina de los laboratorios de histología y anatomía patológica (Dosil & De Castro, 2011).

El propósito de fijar órganos o partes de ellos, es realizar un correcto estudio a las biopsias tomadas. Una biopsia es una muestra de tejido tomada de un paciente, con fines diagnósticos. Las muestras de mayor tamaño consisten en órganos enteros, denominados también piezas quirúrgicas, que se han obtenido en intervenciones quirúrgicas durante el tratamiento de una enfermedad o en una autopsia (Caldés *et al.*, 2011).

Por otra parte, una autopsia o necropsia consiste en un procedimiento mediante el cual a través de la observación, intervención y análisis de un cadáver, se dan evidencias o pruebas físicas relacionadas con la patología, así como las circunstancias conocidas como anteriores o posteriores a la muerte; con el propósito de obtener información para fines científicos o jurídicos (Moreno & Devia, 2013).

El formaldehído o formol como es comúnmente llamado, es un gas incoloro de olor sofocante, muy soluble en agua (INSHT, 2010), conocido por provocar irritación de ojos y del tracto respiratorio en exposiciones de corta duración. Su inhalación en altas concentraciones puede provocar edema pulmonar, el cual es la acumulación excesiva de líquido en los pulmones (INSHT, 2000).

El formaldehído está clasificado en la categoría 1 de carcinogenicidad, de acuerdo con la IARC, lo que significa que es cancerígeno para las personas. Existen varios tipos de cáncer asociados a la exposición a formaldehído, como lo son: cáncer cerebral, oral, pulmonar, nasofaríngeo y leucemia (Álvarez & Sánchez, 2012). A pesar de esto, sólo existe

suficiente evidencia entre la exposición a formaldehído y la aparición de cáncer nasofaríngeo, mientras que los demás tipos de cáncer aún se encuentran en estudio (IARC, 2006).

No obstante, en el año 2010 la Agencia de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés) publicó que “también hay pruebas suficientes de una asociación causal entre la exposición al formaldehído y el cáncer linfohematopoyético, con mayor evidencia de linfoma de Hodking y leucemia, especialmente leucemia mieloide” (EPA, 2010).

Sin embargo, el formaldehído no es utilizado de forma pura, ya que en condiciones normales es un gas; es por esto que en los laboratorios de patología utilizan una disolución acuosa llamada formalina, la cual contiene una concentración de formaldehído que oscila entre el 37 y 50%, que además puede contener hasta un 15% de metanol (Álvarez & Sánchez, 2012).

En algunos casos, de acuerdo a los requerimientos de cada servicio de patología, el nivel de concentración del formaldehído en la disolución acuosa puede cambiar. Normalmente un valor del 10% de formaldehído es aceptado para la correcta fijación de órganos; no obstante, ese nivel de concentración ya es peligroso para la salud de quien se expone. De acuerdo al INSHT (2001), concentraciones que se encuentren entre 5 y 25% resultan nocivas para la salud; además, a este contaminante se le han asignado frases R que indican que es pernicioso por inhalación, ingestión y contacto por piel; asimismo, se señala que es irritante para los ojos, la piel y las vías respiratorias y en algunos casos con posibilidad de efectos irreversibles.

Cuando se lleva a cabo una autopsia, el personal que la realiza se ve expuesto a diversos agentes, tanto biológicos como químicos. Es por esto que un ambiente controlado es de vital importancia para prevenir la aparición de futuras enfermedades. El concepto de ambiente controlado implica “la adopción de una serie de mecanismos que permitan garantizar la calidad interior del aire de la sala o zona así considerada y corregir sus desviaciones cuando éstas se produzcan” (Sociedad Andaluza de Medicina Preventiva y Salud Pública , 2014).

Este ambiente controlado se traduce en bioseguridad, la cual se define como un conjunto de medidas encaminadas a proteger a los trabajadores y los pacientes de la exposición a riesgos biológicos en el laboratorio, así como también la protección del ambiente (Favi *et al.*, 2013). Pero hablar de bioseguridad solamente no es suficiente, ya que son muchos los microorganismos a los que se pueden ver expuestos los trabajadores de laboratorios; es por esto que se definen cuatro niveles de bioseguridad (NDB), uno para cada grupo de riesgo. Los laboratorios se clasifican como: Laboratorio básico (NDB 1), laboratorio básico (NDB 2); laboratorio de contención (NDB 3) y laboratorio de contención máxima (NDB 4) (OMS, 2005). La principal diferencia entre el NDB1 y el NDB2 es que en el primero los microorganismos no provocan enfermedades en las personas, mientras que los microorganismos que se presentan en el nivel 2, pueden causar ligeras molestias, por lo que el riesgo es moderado.

A su vez, los grupos de riesgo se clasifican de acuerdo a la capacidad de los microorganismos de provocar enfermedades en los seres humanos; por lo tanto, entre más bajo sea el grupo de riesgo, menor es la posibilidad de contagiar grandes grupos de personas.

Es conocido que los patógenos se pueden transmitir por distintas puertas de entrada, las más frecuentes e importantes son: a través de elementos punzo cortantes (virus y bacterias), ropa de cadáveres (virus), salpicaduras sobre las mucosas (virus) e inhalación de aerosoles (tuberculosis y otras enfermedades respiratorias de transmisión aerógena). Si se tienen en cuenta los patógenos más importantes y frecuentes descritos anteriormente, la sala de autopsias debería cumplir las medidas correspondientes a un nivel de bioseguridad tipo 3 (Coitinho & Rodríguez, 2013).

Adoptar un nivel de bioseguridad tipo 3 implica cumplir algunas medidas especiales en cuanto a sistemas de ventilación y medios de filtración; en este caso, se refiere a mantener presiones estáticas negativas, a realizar un mínimo de 6 cambios de aire por hora, además de que todo el aire viciado debe ser extraído y nunca ser recirculado (ASHRAE, 2003).

La presión estática viene a ser el valor de la fuerza que ejerce el aire sobre las paredes, en sentido perpendicular a ellas; en este caso, por requerirse presiones negativas,

la presión ejercida en el recinto debe ser menor que la presión atmosférica (Soler & Palau, 2011).

Con esta presión negativa se puede asegurar que ningún contaminante liberado dentro del laboratorio salga hacia cualquier otro recinto; de esta manera se protege la salud de las personas. Este tipo de laboratorios deben contar con filtros especiales para la captura de los contaminantes, ya que el aire extraído debe ser despedido hacia el medio ambiente; es por esto que varios autores recomiendan utilizar filtros HEPA (del inglés "High Efficiency Particle Arresting", o "recogedor de partículas de alta eficiencia"), ya que éstos alcanzan hasta un 99.97% de eficiencia para la remoción de partículas de diámetros de 0.3 μm o mayores (EPA, 2000).

Además del gran riesgo biológico que corren los trabajadores de los laboratorios de anatomía patológica, el riesgo químico al que se exponen es alto, y muchas veces subestimado; como ya se mencionó, el formaldehído en altas concentraciones y exposiciones prolongadas puede ocasionar serios problemas a la salud.

Debido a lo anterior, es de vital importancia conocer la concentración del contaminante en el área de trabajo, por lo que es necesario realizar una evaluación en la zona de respiración de los trabajadores y posteriormente comparar con el valor límite ambiental que corresponda (INSHT, 2001).

Esta evaluación consiste en estimar la magnitud del riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores, debido a la presencia de estos agentes en el lugar de trabajo, obteniendo la información necesaria para adoptar las medidas preventivas adecuadas (Mateo *et al.*, 2006).

En Costa Rica, el formaldehído tiene un límite de exposición ocupacional de 0,3 ppm, que corresponde a un valor techo, lo cual significa que no debe ser sobrepasado en ningún momento de la jornada laboral (INTECO, 2001).

Sin embargo, estos valores límite difieren entre una organización y otra; por ejemplo, la NIOSH (2010) establece que para jornadas laborales de diez horas no se debe sobrepasar los 0,016 ppm; la OSHA (2013) indica que para jornadas de ocho horas ese valor

es de 0,75 ppm, mientras que la ACGIH (2012) no define el límite para una jornada de trabajo, sino más bien corresponde a un valor techo igual a 0,3 ppm.

Para lograr mantener estas concentraciones de vapores de formaldehído por debajo de los niveles anteriormente citados, y con ello prevenir los efectos en la salud de los trabajadores, la ventilación forzada es una medida de control, la cual se define como el uso estratégico de una corriente de aire para controlar contaminantes en el espacio proporcionado, el control de temperatura y remoción de contaminantes directamente en la fuente de emisión (ASHRAE, 2009).

Dentro de la normativa nacional, la INTE 31-08-08-03: Ventilación en los lugares de trabajo, establece que el sistema de ventilación artificial o mecánica se fundamentará en la inyección de aire fresco y no contaminado al interior del centro de trabajo, permitiendo la salida del aire viciado al exterior (INTECO, 2003), esto con la finalidad de mantener un ambiente sano para los trabajadores.

Por lo anterior, se entiende que los centros de trabajo que posean sustancias potencialmente dañinas para la salud, deben contar con un sistema de ventilación, el cual debe ser acorde a las necesidades del recinto; es por esto que se deben realizar comprobaciones al sistema antes de su instalación y durante el tiempo que éste se encuentre en funcionamiento, para determinar si el caudal es el requerido o si existen obstrucciones en los ductos de ventilación (Falagán *et al.*, 2000).

Además, cuando se trabaja con sustancias volátiles, es importante controlar la temperatura de trabajo, ya que a medida que se enfría un gas a presión constante, se observa que disminuye su volumen (Castellán, 1987). Esto se debe a la ley de los gases ideales descrita a continuación:

$$Pv = nRT$$

Donde;

N = número de moles

P = presión absoluta del gas

v = Volumen específico del gas

R = Constante de gas ideal

T = temperatura

Sin embargo, se debe graduar la temperatura de manera que se mantenga el confort térmico de los ocupantes del recinto; de acuerdo con la normativa de ASHRAE (2009), el rango de temperatura para asegurar el confort térmico de las personas es entre 20 y 24 °C.

Pero sólo discutir sobre ventilación y sistemas de aire acondicionado no es suficiente cuando se trabaja con sustancias cancerígenas como lo es el formaldehído; en este caso, es más correcto hablar de programas de protección respiratoria (PPR), ya que éste es un programa con participación multidisciplinaria, mediante el cual se identifican y evalúan los riesgos de contaminación del aire y los trabajadores expuestos a los agentes químicos, a fin de desarrollar actividades de control, que tiendan a minimizar sus efectos en la salud de los trabajadores (COVENIN, 1994).

El objetivo primordial de los programas de protección respiratoria es controlar las enfermedades causadas por respirar aire contaminado con polvos, nieblas, gases, brumas, humos y vapores. Éstos se deben mantener fuera del aire que los trabajadores respiran, y se logra implementando controles ingenieriles y administrativos, en primer lugar; pero si los contaminantes siguen siendo un riesgo presente se debe proporcionar equipo de protección respiratoria (MSA, 2009).

El equipo de protección respiratoria está destinado a proteger el sistema respiratorio de la inhalación de atmósferas peligrosas (INSHT, 2009), reduciendo los niveles de exposición por debajo de los límites recomendados.

Además, dentro de un PPR se debe incluir la vigilancia médica, ya que por medio de exámenes específicos para el control de la exposición al contaminante, se puede obtener información valiosa acerca de la salud del trabajador y si ha desarrollado enfermedades como producto de su exposición.

Es claro que un PPR comprende controles ingenieriles y administrativos, por lo que se toma como marco de referencia el estándar OSHA 29 CFR 1910.134 *Respiratory Protection* y la norma venezolana COVENIN, para determinar los puntos que debe contemplar el programa en sí. Asimismo, se toma como referencia la normativa de ASHRAE, para establecer los parámetros de funcionamiento de los sistemas de ventilación. Es por esto que alcanzar un complemento de ambos controles puede llegar a ser muy ventajoso, porque se logra un mejor control de la exposición, lo cual minimiza las consecuencias negativas en la salud de quienes se encuentran expuestos, ya que se procura proteger la salud de manera activa y pasiva a la vez.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

A. Tipo de investigación

El presente proyecto se considera una investigación de tipo aplicada, ya que se orientó a la solución de un problema, mediante la propuesta de una alternativa de mejora. Además tiene un enfoque mixto, debido a que se tomó en cuenta en su etapa de diagnóstico tanto el análisis cuantitativo como el cualitativo; el primero debido a que se realizaron mediciones de la concentración de formaldehído generado en las distintas tareas del Servicio de Patología. El segundo se debió a la recopilación de información por medio de cuestionarios, encuestas y quices aplicados al personal.

En la fase de diseño se desarrollaron las medidas necesarias que contribuyen a minimizar la exposición ocupacional al formaldehído.

B. Fuentes de información

Para el desarrollo del presente proyecto se utilizaron fuentes de información de tipo primaria, secundaria y terciaria, las cuales se muestran a continuación:

1. Fuentes de información primaria

a. Sujetos de información:

- Entrevistas y cuestionarios a los trabajadores del Servicio de Patología del HNN.
- Entrevista a la encargada de Salud Ocupacional del HNN.

b. Fuentes bibliográficas:

- Libros
- Normas Técnicas de Prevención (NTP). Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO):
 - INTE 31-08-08-97: Ventilación en los lugares de trabajo.
 - INTE 31-09-09-00: Guía para para la elaboración de un programa de salud y seguridad en el trabajo.

- INTE 31-08-04-01: Concentraciones ambientales máximas permitidas en los centros de trabajo.
- Tesis, estudios de investigación y proyectos de graduación de la Escuela de Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental.
- Documentación brindada por el hospital.

2. Fuentes de información secundaria

a. Normativas:

- *Occupational Safety & Health Administration (OSHA). Code of Federal Regulations:*
 - OSHA 29 CFR 1910.134: *Respiratory Protection.*
 - OSHA 29 CFR 1910.1048: *Formaldehyde.*
- *The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). Code of Federal Regulations:*
 - NIOSH 42 CFR 84 *Approval of Respiratory Protective.*
- *Environmental Protection Agency (EPA).*
 - EPA/635/R-10/002A.
- *American Conference of Industrial Hygienists (ACGIH).*
 - *Guide to Occupational Exposure Values 2012.*
- *American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers (ASHRAE).*
 - *Fan Fundamentals.*

- b. Base de datos sobre tesis, estudios de investigación y proyectos de graduación de la Escuela de Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental.

3. Fuentes de información terciaria

- Sitios web visitados: INSHT, NIOSH, ACGIH, OSHA, ISO, OIT, ASRHAE, CAREX Canadá, OMS.
- Artículos científicos

C. Población y muestra

El Servicio de Patología del HNN cuenta con 16 trabajadores, distribuidos de la siguiente forma: 3 médicos patólogos, 1 microbióloga, 3 secretarias, 4 histólogos, 3 técnicos en disección, una asistente técnica en microbiología y un asistente técnico en salud (encargado de las biopsias).

Las herramientas cualitativas correspondieron a encuestas, cuestionarios, quices y una encuesta higiénicas; las mismas estaban dirigidas al personal que labora en el Servicio que debe manipular la sustancia y utilizar el equipo de protección respiratoria. Debido a que las secretarias no tienen contacto directo con la sustancia, no fueron consideradas para la aplicación de las herramientas cualitativas, por lo tanto la muestra fue de 13 personas.

La evaluación del riesgo higiénico se realizó mediante una estrategia de peor caso, para lo cual se seleccionaron tres técnicos en disección, un asistente técnico en salud y tres médicos patólogos, para un total de siete trabajadores, por ser los que tenían mayor contacto en tiempo y frecuencia de exposición al químico. Por lo anterior, se tomaron un total de 13 muestras, las cuales corresponden a: cuatro de técnicos en disección, cuatro de médicos patólogos y cinco del asistente técnico en salud.

Para realizar el muestreo se utilizó el equipo que corresponde para las mediciones de exposición personal; es decir, bombas de alto caudal y dispositivos de captura. (Ver detalle sobre los equipos utilizados en el Apéndice 1). Estas mediciones tuvieron una duración de al menos el 70% de la jornada de cada trabajador (siete personas); es decir, se evaluó al menos 6 horas a cada uno de ellos.

El muestreo se realizó en dos días, durante los turnos de la mañana y de la tarde, ya que son los que contienen un mayor volumen de trabajo. Se procuró evaluar las tareas más críticas, como lo son la mezcla de formalina, trasvase de formalina a pequeños contenedores, corte de órganos y descarte de material anatomopatológico.

D. Operacionalización de variables

Con la finalidad de definir los indicadores, métodos, herramientas e instrumentos que permitieron llevar a cabo el cumplimiento de los objetivos planteados para el desarrollo del proyecto, se realizó la operacionalización de las variables para cada uno de los objetivos, la cual se muestra a continuación.

Objetivo 1. Identificar los posibles factores determinantes de exposición a formaldehído existentes en los Laboratorios de Anatomía Patológica y Biopsias del Servicio de Patología del Hospital Nacional de Niños.

Tabla 3. 1. Operacionalización del objetivo 1.

Variable	Conceptualización	Aspectos a Considerar		Indicadores	Instrumento/ Herramienta
Posibles factores determinantes de exposición al formaldehído.	Son todos aquellos elementos laborales y condiciones personales que afectan en la exposición al contaminante, que eventualmente pueden ocasionar daños a la salud de los trabajadores.	Condiciones de infraestructura		-Nivel de ventilación natural en el lugar de trabajo.	-Acta de muestreo según procedimiento estandarizado Normativa ASHRAE, para anotar resultados de medición de velocidad de aire con un anemómetro (Apéndice 2).
				-Porcentaje de cumplimiento de condiciones requeridas para los laboratorios tipo 3.	-Lista de verificación (Apéndice 3). Basada en la revisión documental de: Manual de bioseguridad en laboratorio. OMS (2005). Manual de procedimientos de bioseguridad. Instituto de Investigaciones Biomédicas.
		Administrativo	-Tareas	-Cantidad de tareas críticas.	Guía de observación participativa (Apéndice 4).

Variable	Conceptualización	Aspectos a Considerar		Indicadores	Instrumento/ Herramienta
			-Capacitación	-Número de trabajadores capacitados para el uso y mantenimiento del EPR. -Nivel de conocimiento sobre efectos y riesgos de la sustancia.	-Cuestionarios a los trabajadores (Apéndice 5). -Entrevista a la encargada de salud ocupacional (Apéndice 6). -Quiz a los trabajadores (Apéndice 7).
			-Prácticas de trabajo	-Cantidad de procesos estandarizados presentes en el laboratorio.	-Matriz de registros de las guías de procedimientos establecidos en el laboratorio.
			-EPR	-Porcentaje de colaboradores que utilizan el EPR. -Porcentaje satisfacción hacia el uso del EPR. -Porcentaje de rendimiento del EPR.	-Encuesta a trabajadores (Apéndice 8). -Análisis F.O.D.A. sobre el EPR. -Telarañas de Bernstein.
			-Vigilancia de la salud	-Cantidad de padecimientos respiratorios. -Periodicidad de exámenes médicos al sistema respiratorio. -Frecuencia de efectos fisiológicos presentados.	-Matriz de registros de la revisión documental de los exámenes realizados. -Entrevista a la encargada de salud ocupacional. -Encuesta Higiénica (Apéndice 9).

Variable	Conceptualización	Aspectos a Considerar		Indicadores	Instrumento/ Herramienta
		Ingenieril	Sistemas de ventilación/ extracción	-Caudal expedido por el sistema	-Acta de muestreo según procedimiento estandarizado Normativa ASHRAE para anotar resultados de medición de velocidad de aire y diámetro de los ductos, con un anemómetro y un vernier respectivamente (Apéndice 2).
				-Cambios de aire/h en el laboratorio.	-Acta de muestreo según procedimiento estandarizado Normativa ASHRAE, para anotar resultados de medición de velocidad de aire con un anemómetro (Apéndice 2).
				-Porcentaje de cumplimiento con los requerimientos del sistema de ventilación.	-Telaraña de Bernstein.
				-Frecuencia de mantenimiento	-Matriz de registros del de plan de mantenimiento al sistema de ventilación.

Fuente: La autora.

Objetivo 2. Evaluar la exposición ocupacional inhalatoria a formaldehído en los Laboratorios de Anatomía Patológica y Biopsias del Servicio de Patología del Hospital Nacional de Niños.

Tabla 3. 2. Operacionalización del objetivo 2.

Variable	Conceptualización	Aspectos a Considerar		Indicadores	Instrumento/ Herramienta
Exposición ocupacional a formaldehído	Es el nivel de concentración de formaldehído que recibe el trabajador como consecuencia de su trabajo y duración de la jornada, ya sea por un periodo de tiempo corto o prolongado. Además, puede ser cuantificado y comparado con respecto a valores de referencia.	Factores cualitativos	Edad laboral	-Años	-Encuesta Higiénica (Apéndice 9) -Bitácora de muestreo, para el muestreo personal de formaldehído (Apéndice 10).
			Antigüedad en el puesto	-Años	
			Duración de la jornada de trabajo	-Horas	
			Frecuencia de uso de la sustancia	-Días a la semana.	

Variable	Conceptualización	Aspectos a Considerar	Indicadores	Instrumento/ Herramienta
		<p>Nivel de exposición ocupacional a formaldehído</p>	<p>-Concentración en mg/m³ de formaldehído, para comparar con los límites permisibles y recomendables.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Guía del método NIOSH 2016 (2003). - Bitácora de muestreo para el muestreo personal de formaldehído (Apéndice 10). -Acta de muestreo (Apéndice 11). -Microsoft Excel para tratamiento estadístico de los datos obtenidos. -SPSS para graficar los resultados del muestreo. -Guía de comparación de los límites de exposición ocupacional de NIOSH. (NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards, 2010). -Guía de comparación de los límites de exposición en la INTE 31-08-04-01: Concentraciones ambientales máximas permitidas en los centros de trabajo.

Fuente: La autora.

Objetivo 3. Brindar opciones de mejora administrativas e ingenieriles, integradas en un programa para la disminución de la exposición ocupacional inhalatoria a formaldehído, en los Laboratorios de Anatomía Patológica y Biopsias del Servicio de Patología del Hospital Nacional de Niños.

Tabla 3. 3. Operacionalización del objetivo 3.

Variable	Conceptualización	Aspectos a Considerar	Indicador	Instrumento/Herramienta
<p>Programa que reúna las opciones de mejora administrativas y/o ingenieriles para la disminución de la exposición ocupacional a formaldehído.</p>	<p>Documento que contiene una estructura planificada de los procesos preventivos para la disminución de la exposición ocupacional a formaldehído.</p>	<p>Componentes que integran el programa.</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Necesidades de capacitación. -Contenido de la capacitación. -Rango de prioridad del equipo de protección respiratoria. -Periodicidad de exámenes médicos al sistema respiratorio. -Recursos requeridos (costo: monetario y tiempo) -Evaluaciones del programa. 	<ul style="list-style-type: none"> - Matriz de requerimientos para la elaboración del programa (INTE 31 09 09 00, <i>Respiratory Protection 1910.134 OSHA</i>, COVENIN y ASHRAE) (Apéndice 12). -Diagnóstico de necesidades de capacitación (DNC). -Guía de Diseño de Capacitación (Ministerio de Salud, Argentina). - Matriz QFD (<i>Quality Function Deployment</i>). -Capital de licitación (consulta a proveedores) (Apéndice 13). - Programa de modelado SketchUp Make® 2014.

Fuente: La autora.

E. Descripción de las herramientas

Para el desarrollo del presente proyecto se utilizaron herramientas que permitieron la recolección y el análisis de la información, a continuación se presenta la descripción de éstas:

1. INTE 31-08-08-97: Ventilación en los lugares de trabajo

El Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO), establece los cambios de aire por hora que debe haber en los recintos de trabajo. Por lo tanto, esta norma se utilizó para el análisis de los valores que se obtuvieron, y así poder comparar con los establecidos en la norma de diez cambios de aire por hora.

2. Acta de muestreo según procedimiento estandarizado de la ASHRAE

La bitácora es una herramienta que permitió el registro de velocidades de aire y diámetro de ductos, tomando como referencia el procedimiento estandarizado descrito en el *Fan Fundamentals* de la ASHRAE (Ver Apéndice 2).

3. Anemómetro de hilo caliente EXTECH modelo 407123

Este instrumento permitió medir la velocidad del viento en las distintas entradas y salidas de aire en ambos laboratorios.

4. Vernier TRUPER modelo CALDI-6MP

Instrumento que se utilizó para la medición del diámetro de los ductos del sistema de inyección/extracción de ambos laboratorios en el Servicio de Patología del HNN. La incertidumbre de este instrumento es de 0,01 mm.

5. Lista de verificación

Consiste en una serie de contenidos relacionados con aspectos en general del local, para este caso laboratorios con bioseguridad nivel 3, recopilados del Manual de Bioseguridad en Laboratorio de la OMS (2005) y el Manual de Procedimientos de Bioseguridad del Instituto de Investigaciones Biomédicas (2010), con el objetivo de determinar el porcentaje de cumplimiento del laboratorio (Ver Apéndice 3). Esta lista fue validada en otro Servicio de Patología.

6. Guía de observación participativa

El observador interactuó con el sujeto que realizaba las actividades, permitiendo la recolección de la información con el fin de comprender la ejecución de la tarea y la cantidad de procedimientos establecidos. Además se empleó para determinar la duración de las mismas y la sintomatología presentada por los trabajadores mientras las llevaban a cabo. (Ver Apéndice 4).

7. Cuestionarios a los trabajadores

Esta herramienta fue empleada sobre los trabajadores que se encontraron dentro del Laboratorio de Anatomía Patológica y el laboratorio de corte de biopsias, con el propósito de identificar aspectos relevantes con el tema de capacitación sobre el uso del EPR y manejo del formaldehído que se desconozcan (Ver Apéndice 5).

8. Entrevista a la encargada de salud ocupacional

Diseñada con el fin de obtener información relacionada con la distribución, capacitación y mantenimiento del equipo de protección respiratoria, así como la capacitación en general sobre el manejo del formaldehído. Se utilizó para conocer la opinión de la encargada de salud ocupacional, en relación a los esfuerzos y las medidas que se han implementado para disminuir la exposición a vapores de formaldehído (Ver Apéndice 6).

9. Quiz a los trabajadores

Un quiz está compuesto por una o varias preguntas, que pueden ser de respuesta única, múltiple o bien respuestas de desarrollo. Para efectos de este proyecto, se empleó para determinar el nivel de conocimiento de los trabajadores sobre riesgos a la salud y procedimientos seguros en caso de emergencia sobre el formaldehído (Ver Apéndice 7.)

10. Matriz de registro de las guías de procedimientos en el laboratorio

Son todas aquellas guías de procedimientos en donde se especifica qué se debe hacer para cada tarea en específico que se deba realizar en el laboratorio que impliquen el uso de la formalina. En el proyecto fueron contabilizadas, así como también se identificaron cuáles tareas carecen de procedimientos específicos para el uso de la formalina.

11. Encuestas a los trabajadores

Consiste en preguntas abiertas y cerradas, con el fin de obtener datos relacionados con la presencia de molestias por el uso del equipo de protección respiratoria, así como la percepción del personal sobre la protección que brindan estos equipos (Ver Apéndice 8).

12. Análisis de Fortalezas, Debilidades, Oportunidades y Amenazas (F.O.D.A.)

El análisis F.O.D.A. es una herramienta que permitió integrar en un cuadro la situación actual de los laboratorios, obteniendo de esta manera un diagnóstico sobre el uso el EPR, y en función de ello, tomar decisiones acordes con los objetivos planteados.

13. Telaraña de Bernstein

Expresa de manera gráfica las distancias entre los valores reales e ideales del equipo a evaluar. En este caso, permitió observar de manera gráfica el desempeño del equipo de protección respiratoria presente en los laboratorios, así como también los sistemas de ventilación respecto de los estándares definidos.

14. Matriz de revisión documental de los exámenes médicos realizados relacionados con la exposición a contaminantes

Los registros existentes sobre exámenes médicos realizados al personal que manipula el formaldehído en el laboratorio, como radiografías de tórax y espirometrías, ayudaron a contabilizar el total de padecimientos respiratorios encontrados en el personal a través de los años, así como también fueron de utilidad para tener un recuento de la cantidad de evaluaciones médicas que se han realizado.

15. Encuesta Higiénica

Consistió en la recopilación de toda la información relacionada con la exposición a formaldehído en el Servicio de Patología en estudio, además de lo referente a las tareas realizadas por el personal, equipo de protección personal, los diferentes procesos, jornadas de trabajo, medidas de control existentes, entre otros (Ver Apéndice 9).

16. Norma DIN 1946: Estándar de Ventilación

En la Norma de la Industria Alemana (DIN, por sus siglas en alemán) se establece, en uno de sus apartados los cambios de aire (renovaciones) por hora que debe haber en los recintos de trabajo. Por lo tanto, esta norma se utilizó para obtener un parámetro de comparación con los valores que se obtuvieron y los establecidos en la norma de diez cambios por hora para laboratorios.

17. Matriz de registros del plan de mantenimiento del sistema de ventilación

Consultas al Departamento de Mantenimiento del hospital con el fin de determinar la frecuencia de mantenimiento del actual sistema de ventilación. Se obtuvieron datos importantes como si al sistema se le realiza o no mantenimiento preventivo o correctivo.

18. Acta de muestreo para el muestreo personal de formaldehído

La bitácora es una herramienta que permitió el registro de tareas ya establecidas y eventos inesperados durante las evaluaciones de exposición ocupacional a formaldehído,

esto con el fin de poder interpretar mejor los resultados de las evaluaciones de exposición a formaldehído, para comprobar las tareas definidas como críticas. (Ver Apéndice 10).

19. Guía del método NIOSH 2016

Este método se basa en el muestreo personal de absorción de aire, utilizando una bomba de muestreo portátil de alto caudal y un tubo de captación de gel de sílice con 2,4-dinitrofenilhidrazona. Este método se empleó para determinar las concentraciones del formaldehído en el aire y el resultado se utilizó para compararlos con los valores límite establecidos por la NIOSH y la normativa nacional.

20. Acta de muestreo

Ésta es una herramienta que permitió el registro de datos durante la evaluación de la exposición ocupacional a formaldehído, como lo son: la identificación de las muestras, las personas a quienes se evaluaron, así como también los flujos de aire de la bomba de muestreo personal antes y después de la evaluación, entre otros (Ver Apéndice 11).

21. Microsoft Excel® 2010

Éste es un programa para hojas de cálculo en las que se pueden desarrollar ecuaciones matemáticas y análisis estadísticos de los datos, para efectos del proyecto fue utilizado para el tratamiento estadístico de los resultados que se obtuvieron de concentraciones de formaldehído.

22. SPSS Statistics®

Este programa es un software estadístico que permite la gestión de datos, el análisis, el trazado de gráficas y las simulaciones requeridas para cualquier grupo de valores que requieran ser analizados. En el proyecto, este programa permitió realizar las evaluaciones estadísticas de la concentración de formaldehído, obtenidas en las respectivas evaluaciones, así como el trazado de intervalos de confianza.

23. Límites de exposición de NIOSH

Los límites de exposición son valores de referencia para la evaluación y control de la exposición a los agentes químicos presentes en el lugar de trabajo, principalmente aquellos que son absorbidos en su mayoría por la vía inhalatoria. En el proyecto se tomaron como referencia los límites establecidos por NIOSH para exposición laboral a formaldehído para 10 horas laborales.

24. INTE 31-08-04-01: Concentraciones ambientales máximas permitidas en los centros de trabajo

El Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO), establece las concentraciones máximas permisibles que debe haber en los centros de trabajo. Por lo tanto, esta norma se utilizó para obtener un parámetro de comparación con los valores que se obtuvieron de concentración de formaldehído y los establecidos en la norma.

25. Matriz de lineamientos a considerar para la selección de ductos y ventiladores

Se realizó la matriz con base en la revisión de manuales de fabricantes sobre materiales de los ductos y características de los ventiladores, éstos fueron utilizados como guía para el diseño de un nuevo sistema de ventilación.

26. Guía de diseño de un programa de protección respiratoria propuesta por los manuales técnicos de OSHA

Es una guía que brindó las pautas para elaborar de la forma más completa el programa de protección respiratoria para el personal del Servicio de Patología del HNN.

27. Norma Venezolana CONVENIN

La Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN) establece los lineamientos mínimos que debe contener un programa de protección respiratoria, con el fin de reducir la exposición de los trabajadores a contaminantes presentes en el aire. Por lo

tanto, esta norma se utilizó para incluir los apartados que debe contemplar un programa de protección respiratoria.

28. INTE 31-09-09-00: Guía para la elaboración de un programa de salud y seguridad en el trabajo

Esta norma establece los aspectos que se deben contemplar en la elaboración y seguimiento de un programa de salud y seguridad en el trabajo, independientemente del tipo de labor que se realice en el lugar. En el proyecto fue utilizada como guía para establecer parámetros dentro del programa de protección respiratoria.

29. Matriz de requerimientos para la elaboración del programa (INTE 31 09 09 00, Respiratory Protection 1910.134 OSHA, COVENIN y ASHRAE)

Con esta matriz se determinaron qué aspectos de cada una de estas normativas fueron tomados en cuenta para la elaboración del programa de protección respiratoria. (Apéndice 12).

30. Diagnóstico de necesidades de capacitación

Proceso que facilitó la estructuración y el desarrollo de planes para el fortalecimiento de conocimientos, habilidades o actitudes de los trabajadores del Servicio de Patología del HNN, para prevenir accidentes y enfermedades. Estas necesidades se detectaron por medio de la aplicación de encuestas, quices y la observación participativa.

31. Guía de diseño de capacitación

Esta guía es una ayuda para poder dar estabilidad y viabilidad a la capacitación, ya que se pueden organizar contenidos, estrategias de capacitación, la duración de la misma, así como la selección de recursos. Esta guía está basada en la Guía de Diseño de Capacitación del Ministerio de Salud de la República de Argentina (2013).

32. QFD (Quality Function Deployment)

Esta herramienta es una matriz de relación entre las características que deben poseer los EPR y las necesidades del usuario, lo que permitió establecer rangos de funcionamiento de los equipos de protección respiratoria, presentándose de forma más gráfica los resultados, de manera que se pudiera seleccionar el equipo más adecuado.

33. Normativa ASHRAE

La Sociedad Americana de Aire Acondicionado, Refrigeración y Calefacción (ASHRAE, por sus siglas en inglés), establece las pautas para el debido funcionamiento de los sistemas de ventilación. En el proyecto fue utilizada como guía para establecer los parámetros dentro de los cuales deben funcionar los sistemas de ventilación de ambos laboratorios.

34. Capital de Licitación (Guía de consulta a proveedores)

Se realizaron consultas a proveedores de ventiladores y ductería con el fin de abarcar posibles dudas en cuanto a los sistemas valorados, además de recibir un criterio de experto para la toma de decisiones (Apéndice 13).

Se realizó también con el fin de cotizar los distintos equipos en dado caso que brinden el servicio de instalación del sistema de ventilación propuesto, esto para calcular costos aproximados de la implementación de la alternativa de solución.

35. Programa de Modelado SketchUp Make® 2014

Herramienta de diseño y modelado que permitió simular la implementación del sistema de ventilación en el área de estudio, presentando a escala la información de las alturas y las distribuciones de los inyectores y extractores.

F. Plan de análisis

La relación entre las herramientas y la manera en que se utilizaron se describen en este apartado. El plan de análisis identifica los elementos que se manejaron en cada uno de los objetivos que se plantearon para desarrollar el proyecto, que para facilitar su comprensión se muestra la siguiente figura, en donde se observa la relación de los elementos de la fase de diagnóstico y los elementos de la fase de diseño.

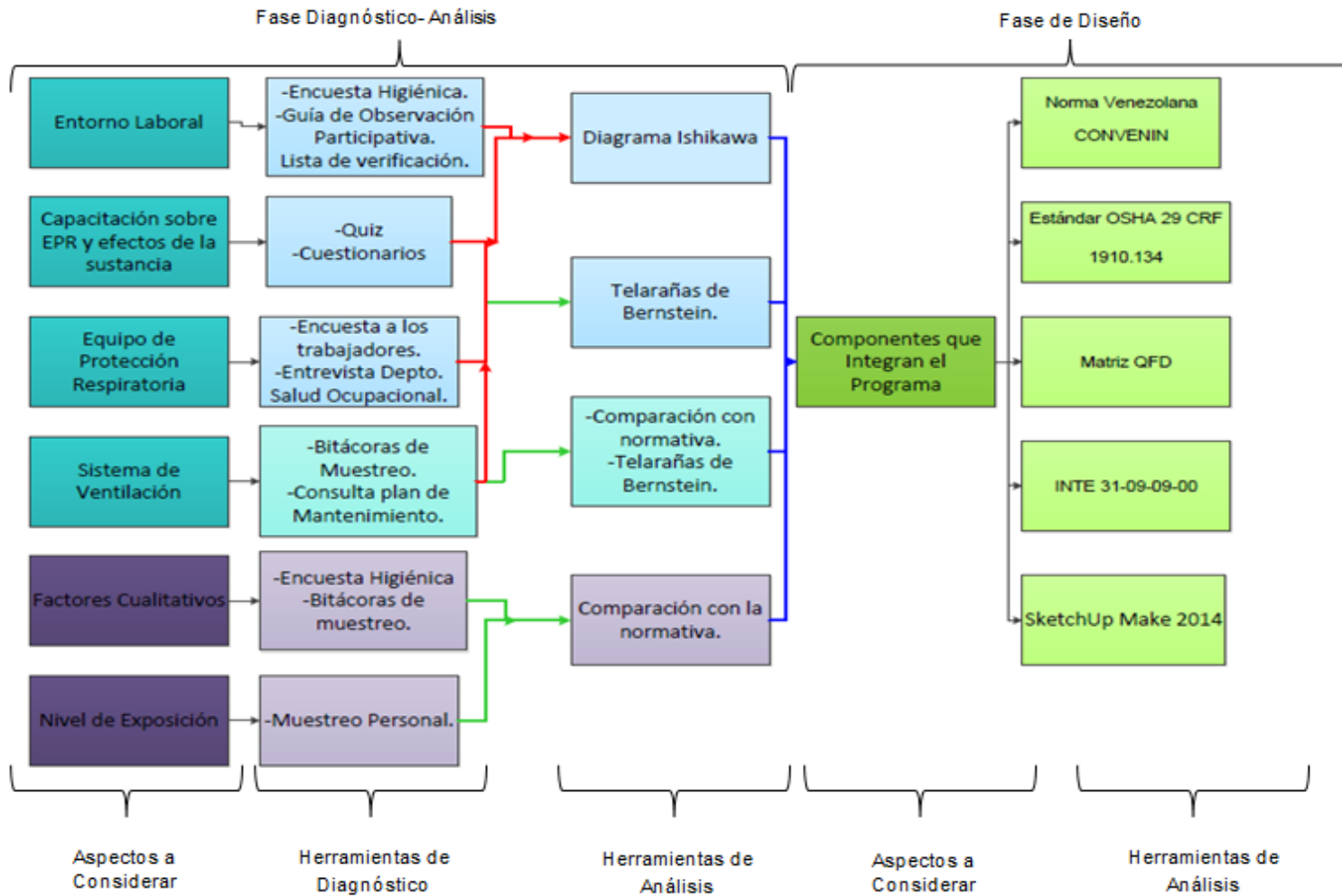


Figura 3. 1. Plan de Análisis del proyecto.

Fuente: La autora.

A continuación, se describe cómo se desarrollaron los objetivos de acuerdo a las herramientas explicadas en la figura anterior. Los objetivos 1 y 2 corresponden al diagnóstico de los aspectos fundamentales para el avance del proyecto, en donde con base en los resultados obtenidos a partir de la evaluación personal de exposición a formaldehído se procedió a comparar con la normativa. El objetivo 3 se relaciona con el diseño de las medidas de control administrativas e ingenieriles para la disminución de la exposición ocupacional a formaldehído.

Objetivo 1. Identificar los posibles factores determinantes de exposición a formaldehído existentes en los laboratorios de anatomía patológica y biopsias del servicio de patología del Hospital Nacional de Niños.

Variable: Posibles factores determinantes de exposición ocupacional a formaldehído.

Para identificar los posibles factores determinantes de exposición a formaldehído, se dividió este apartado en tres categorías, uno que involucra las condiciones de infraestructura, otro que incluye los controles administrativos, y por último los controles ingenieriles presentes en Servicio de Patología.

En el caso de las condiciones de infraestructura, se empleó una lista de verificación basada en el Manual de Bioseguridad en Laboratorio de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y en el Manual de Procedimientos de Bioseguridad del Instituto de Investigaciones Biomédicas, con la cual se obtuvo un porcentaje de cumplimiento para los laboratorios con bioseguridad nivel 3 del Servicio de Patología del HNN. También, por medio de guías de observación participativa, se registró la cantidad de tareas críticas presentes en ambos laboratorios del Servicio de Patología.

En el caso de los controles administrativos, se aplicó un quiz para obtener el nivel de conocimiento de los trabajadores respecto a los riesgos a la salud y seguridad sobre la sustancia en estudio. Asimismo se hizo revisión documental de los exámenes médicos realizados a los trabajadores que se ven directamente expuestos al formaldehído, para cuantificar las enfermedades respiratorias presentadas.

En cuanto al equipo de protección respiratoria, se determinó la eficiencia por medio de Telarañas de Berstein. Además, se procuró conocer el porcentaje de colaboradores que usan el EPR, así como su porcentaje de satisfacción hacia el mismo, esto por medio de cuestionarios a los trabajadores. Asimismo, se emplearon entrevistas, las cuales ayudaron a determinar el nivel de capacitación de los colaboradores respecto al uso y mantenimiento de los equipos de protección respiratoria.

Por otra parte, la evaluación del sistema de ventilación fue realizada por medio de una Telaraña de Bernstein, la cual permitió conocer el nivel de eficiencia del sistema existente en comparación con el que debería de existir. Para poder establecer este cumplimiento se realizaron mediciones de caudales y cálculo de cambios de aire por hora en el recinto, al obtener estos datos se procede a compararlo con el valor de referencia establecido en la normativa tanto nacional (INTE 31 08 08 97: Ventilación en los lugares de trabajo) como internacional (Normativa DIN 1946: Estándar de ventilación) que especifican un mínimo de diez cambios de aire por hora para recintos utilizados como laboratorios.

También se realizaron mediciones ambientales del ruido en el plano de trabajo para determinar si éstos sistemas de ventilación cumplen con los criterios que establecen los fabricantes de estos equipos para ocupaciones hospitalarias.

Objetivo 2: Evaluar la exposición ocupacional inhalatoria a formaldehído en los laboratorios de anatomía patológica y biopsias del Servicio de Patología del Hospital Nacional de Niños.

Variable: Exposición Ocupacional a Formaldehído

Para el desarrollo de este objetivo se analizaron aspectos tanto cualitativos (tareas, jornadas, capacitaciones, prácticas de trabajo) como cuantitativos (concentraciones ambientales de formaldehído, cambios de aire en los recintos) de la exposición ocupacional a formaldehído. Por lo tanto, se aplicó una encuesta higiénica para conocer los factores cualitativos que pueden influir en la exposición, también se hizo empleo de actas de muestreo, para anotar todos aquellos eventos que casualmente pudieron producir alteraciones en los datos que se obtuvieron.

Asimismo, se hicieron evaluaciones personales de la exposición a formaldehído, con el fin de obtener la concentración a la que se exponen los trabajadores de los dos laboratorios descritos del Servicio de Patología del HNN, una vez obtenidos estos datos se compararon con los límites de exposición establecidos por la NIOSH y la INTE 31-08-94-01 para esta sustancia, cabe mencionar que a estos límites no se les tuvo que realizar corrección por jornada laboral.

Objetivo 3. Brindar opciones de mejora administrativas e ingenieriles, integradas en un programa para la disminución de la exposición ocupacional a formaldehído, en los Laboratorios de Anatomía Patológica y Biopsias del Servicio de Patología del Hospital Nacional de Niños.

Variable: Programa que reúna las opciones de mejora administrativos y/o ingenieriles para la disminución de la exposición ocupacional a formaldehído.

Para el desarrollo de este objetivo se utilizó la matriz de requerimientos de las normativas de OSHA, INTE, COVENIN y ASHRAE, con la cual se determinaron los aspectos que serían tomados en cuenta de cada una de estas normativas para la formulación del programa.

Se utilizó la norma INTE 31-09-09-00: Guía para la elaboración de un programa de salud y seguridad en el trabajo, para determinar las partes sobre cómo se debió estructurar el programa.

En la guía de diseño de un programa de protección respiratoria propuesta por los manuales técnicos de OSHA (Estándar 29 CRF 1910.134 *Respiratory Protection*), se valoraron los aspectos como la selección, uso, mantenimiento de los equipos de protección respiratoria; así como las debidas pruebas de ajuste que se les debe realizar a los respiradores.

Por otra parte se tomó como referencia la Norma Venezolana CONVENIN, en donde también se valoró la selección del EPR, además de esta norma se tomaron parámetros bajo los cuales debe funcionar un sistema de ventilación y los requerimientos mínimos que debe contener.

Al mismo tiempo, se tomó como referencia la normativa de ASHRAE para obtener los parámetros de funcionamiento de los sistemas de ventilación y aire acondicionado de ambos laboratorios, asimismo se consultó con los proveedores de sistemas de ventilación para saber cuál equipo resulta más adecuado para las labores que ahí se realizan.

También se hizo empleo de una guía de diseño de capacitación, para planear los aspectos que se deben tomar en cuenta cuando se realicen las capacitaciones al personal del servicio de patología. Además, se utilizó la matriz QFD (*Quality Function Deployment*) para obtener el equipo de protección respiratoria “ideal” de acuerdo con las necesidades del servicio que se identificaron.

Por último, se simuló la implementación del nuevo sistema de ventilación del área en estudio por medio del programa SketchUp Make® 2014.

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

A. Características Generales

El área evaluada es el Servicio de Patología del Hospital Nacional de Niños, la cual cuenta con un total de 16 trabajadores distribuidos en varios puestos de trabajo. Esta área se puede dividir por sectores, teniendo así:

- Oficinas.
- Laboratorio de Anatomía Patológica.
- Laboratorio de corte y recepción de biopsias.
- Laboratorios de histología.
- Cuarto de inclusión.
- Laboratorio de microbiología.

Cabe mencionar que de estos 16 colaboradores, 13 fueron sometidos a herramientas de tipo cualitativo, y solamente siete de ellos fueron seleccionados para realizar muestreos personales de exposición ocupacional a formaldehído.

1. Descripción general de las tareas

El Servicio se caracteriza por realizar varios tipos de tareas: recibir expedientes de los pacientes, realizar autopsias, corte de biopsias, tinción de muestras, análisis rápidos de muestras quirúrgicas y el diagnóstico de enfermedades.

Algunas de estas tareas están muy relacionadas, mientras que otras son procesos más independientes. En caso de hacer una autopsia, las muestras que se guardan pasan al laboratorio de corte y recepción de biopsias para su posterior análisis, pero en este laboratorio también se reciben las biopsias que han sido tomadas en cirugía.

En el laboratorio de corte y recepción de biopsias se deben registrar, cortar y analizar las muestras; posterior a su análisis, éstas son enviadas a los laboratorios de histología, donde se realizan las inclusiones de los tejidos, los cuales son bañados con parafina, para poder realizar cortes más finos a las muestras.

Una vez hechos estos cortes, a las muestras se les realizan distintas tinciones dependiendo de la información que se necesite obtener de cada tejido para brindar un diagnóstico certero.

Por último, cada muestra es colocada en pequeñas láminas de vidrio, con el fin de que sean analizadas por los patólogos para obtener diagnósticos de cada paciente. Al final, cada lámina de vidrio es almacenada en la bodega, para poseer un registro de cada autopsia y biopsia que se ha realizado en el hospital.

Por otra parte, en el cuarto de inclusión lo que se realiza son análisis rápidos de muestras quirúrgicas, que se consideran urgentes, para saber qué tipo de enfermedad (en algunos casos qué tipo de cáncer) tiene un paciente que aún está en cirugía, esto para que el médico sepa cómo proceder con el caso.

2. Características del entorno de trabajo

Los Laboratorios de Anatomía Patológica, Biopsias, microbiología y el cuarto de inclusión se separan del resto del servicio (laboratorios de histología, recepción, sala de juntas y comedor) por medio de puertas de madera, mientras que los laboratorios de histología se separan por medio de paneles de vidrio.

Por otra parte, los pisos en ninguna sección del Servicio son de material antideslizante, en el Laboratorio de Anatomía Patológica son fáciles de lavar y desinfectar, sin embargo el del Laboratorio de Biopsias no cuenta con estas características, además el piso es de color negro.

En el Laboratorio de Anatomía Patológica se cuenta con mesas de trabajo de acero inoxidable, pero las sillas son de materiales porosos. En el Laboratorio de Biopsias la mesa de trabajo es de madera con fregadero de acero inoxidable encima, las dos sillas presentes tienen las mismas características del laboratorio anterior.

B. Posibles factores determinantes de exposición a formaldehído

Se realizó un recorrido por las instalaciones del Servicio de Patología para detectar las principales condiciones laborales que pueden estar influyendo en la exposición ocupacional a formaldehído. Éstas se refieren a controles administrativos e ingenieriles.

El siguiente diagrama de causas muestra a manera de resumen la situación encontrada:

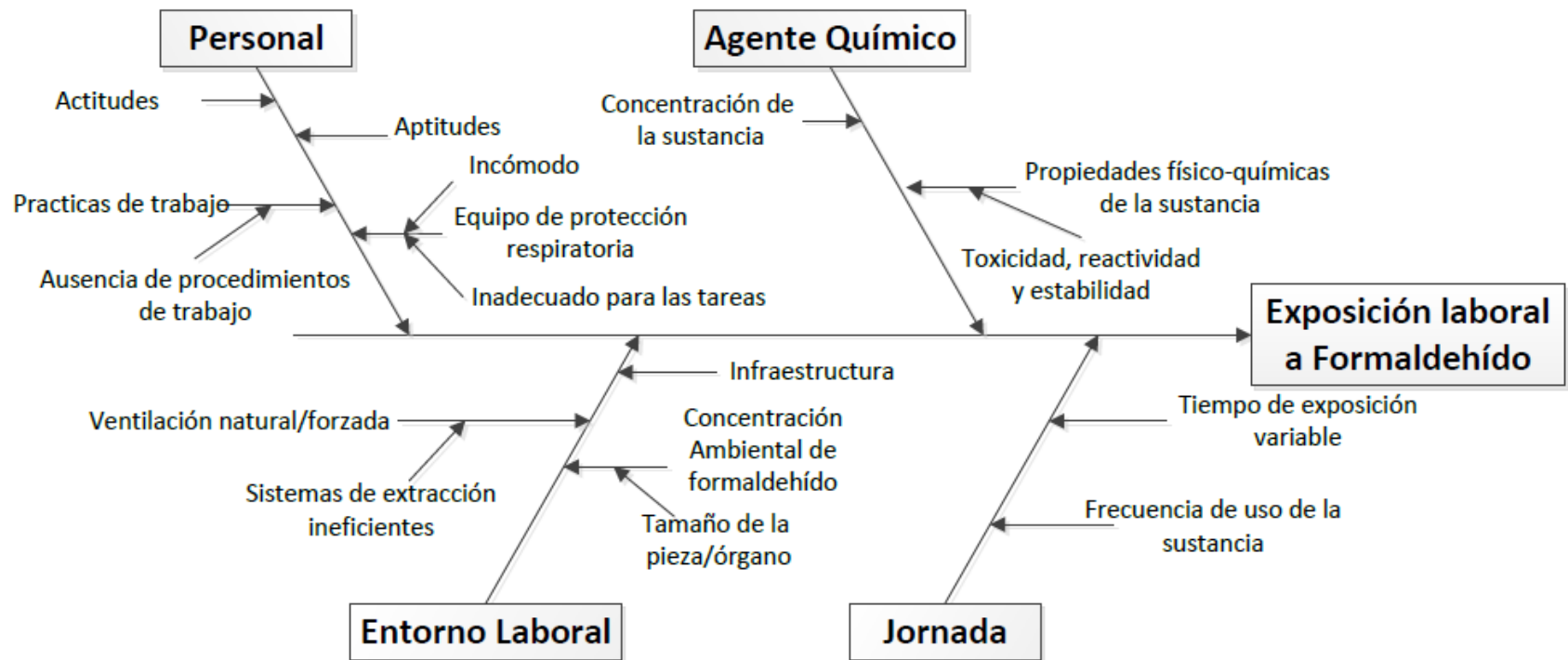


Figura 4. 1. Diagrama de causas de la exposición ocupacional a formaldehído en el Servicio de Patología

Fuente: La autora.

A continuación se detalla cada aspecto valorado en el diagrama de causas mostrado anteriormente.

1. Entorno laboral

1.1 Ventilación Natural

1.1.1. Laboratorio de Anatomía Patológica

Este laboratorio cuenta con una serie de ventanas de 92x23 cm en la parte superior de la pared sur, pero éstas se encuentran selladas. Por otra parte, este recinto sí cuenta con un sistema de inyección de aire fresco desde el exterior.

1.1.2. Laboratorio de Corte y Recepción de Biopsias.

En este lugar se tiene una ventana de 45x70 cm, que es la única entrada de aire fresco que tiene el local; sin embargo, el trabajador que labora en esta sección asegura que normalmente la mantiene cerrada, porque así se siente más cómodo para trabajar.

1.2. Cumplimiento con bioseguridad nivel 3

Por medio de una lista de verificación basada en el Manual de Bioseguridad en Laboratorios de la OMS (2005) y el Manual de Procedimientos de Bioseguridad del Instituto de Investigaciones Biomédicas (2010), se determinó el porcentaje de cumplimiento de los laboratorios con bioseguridad nivel 3 aplicables con las áreas evaluadas en el Servicio de Patología del HNN.

Se obtuvo que en ambos laboratorios hay grandes deficiencias en cuanto al cumplimiento de requisitos de bioseguridad nivel 3, ya que el Laboratorio de Anatomía Patológica (morgue) cumple en casi un 60%, mientras que el Laboratorio de Biopsias apenas sobrepasa el 50%.

Dentro de las principales deficiencias encontradas en ambos laboratorios se pueden mencionar:

- 1) Los sistemas de inyección/extracción no proporcionan presiones negativas efectivas para evitar la propagación de contaminantes hacia las demás secciones del Servicio.
- 2) No existen procedimientos establecidos en caso de emergencia (derrame o intoxicación).
- 3) Carencia de kits de contención de derrames en ambos laboratorios.
- 4) Ausencia de lavaojos y duchas de emergencia dentro de los laboratorios. Cabe mencionar que dentro del Servicio sí existe una ducha y un lavaojos, sin embargo éste es de difícil acceso para los trabajadores ya que se encuentra dentro de un recinto aparte y a una distancia aproximada de 8 m del Laboratorio de Anatomía Patológica y a 23 m del Laboratorio de Biopsias.

Además, para el caso particular del Laboratorio de Biopsias, se encontró que se da la recirculación del aire contaminado, ya que el trabajador que debe permanecer siempre en este recinto pone en funcionamiento un ventilador que en lugar de evacuar el aire viciado, lo recircula por el recinto.

1.3. Tareas críticas

A partir de la valoración por medio de una guía de observación participativa de todas las tareas que realizan los trabajadores del Servicio, se determinaron aquellas que resultan críticas en ambos laboratorios, debido a que son las que requieren el uso de formalina, y se priorizaron según la duración de las mismas, la frecuencia de realización y la sintomatología presentada por los colaboradores mientras las llevan a cabo, éstos síntomas fueron documentados por medio de preguntas mientras se realizaba la tarea.

Tabla 4. 1. Tareas identificadas como críticas en el Laboratorio de Anatomía Patológica.

Laboratorio	Nombre de la tarea	Duración promedio de la tarea (min)	Frecuencia de realización de la tarea	Frecuencia mensual promedio (niños fallecidos autopsiados por mes)	Tiempo de exposición promedio al mes (min)	Síntomas o molestias presentados durante la tarea
Anatomía Patológica	Preparación de formalina	25	Depende de la cantidad de fallecidos	4	100	Para todas las tareas evaluadas los síntomas presentados fueron Irritación ocular y dificultad respiratoria
	Poner órganos en formalina durante una autopsia	5		4	20	
	Lavar órganos en formalina	8		4	32	
	Corte de autopsias	90		4	360	
	Descarte de material anatomopatológico	40	Una vez al mes	1	40	

Nota: Los valores resaltados son las tareas que resultaron más críticas en el Laboratorio de Anatomía Patológica.

Fuente: La autora.

Tabla 4. 2. Tareas identificadas como críticas de en el Laboratorio de Biopsias.

Laboratorio	Nombre de la tarea	Duración promedio de la tarea (min)	Frecuencia de realización de la tarea	Frecuencia mensual promedio (Biopsias realizadas por mes)	Tiempo de exposición promedio al mes (min)	Síntomas o molestias presentados durante la tarea
Biopsias	Preparación de formalina	25	Depende de la cantidad de biopsias que se reciban	2 294	57 350	Para todas las tareas evaluadas los síntomas presentados fueron: Irritación ocular y dificultad respiratoria
	Corte de biopsias	45	Todos los días	2 294	103 230	
	Descarte de material anatomopatológico	40	Una vez al mes	1	40	

Nota: Los valores resaltados son las tareas que resultaron más críticas en el Laboratorio de Biopsias.

Fuente: La autora.

Como se puede apreciar de las tablas anteriores, en total son ocho las tareas identificadas como críticas; sin embargo, la preparación de la formalina y el descarte del material anatomopatológico son tareas que se realizan de manera similar en ambos laboratorios. También, en la mayoría de los casos la frecuencia de realización es variable, ya que depende de la cantidad de niños fallecidos o la cantidad de biopsias que se realizan en el hospital. Además, se determinó una frecuencia mensual promedio de los últimos 18 meses, tanto de niños fallecidos autopsiados como de la cantidad de biopsias realizadas en el hospital, que multiplicado por el tiempo promedio de la duración de cada tarea, da como resultado un tiempo de exposición promedio al mes. Se aprecia, que las tareas que poseen un mayor tiempo de exposición al mes, con un promedio de 360 y 103 230 minutos son el corte de autopsias (órganos fijados en formalina durante dos meses) y el corte de autopsias respectivamente.

Otro aspecto importante que se debe apreciar es que en ambos laboratorios todos los trabajadores indicaron que cuando realizan estas tareas sienten irritación ocular y dificultad respiratoria, a pesar de utilizar el equipo de protección respiratoria que se les brinda.

2. Controles administrativos

2.1. Capacitación

Este apartado se compone de dos secciones, una para determinar la capacitación de los trabajadores en cuanto al uso, mantenimiento y vida útil del equipo de protección respiratoria (EPR), y la otra para determinar el nivel de conocimiento del personal en cuanto a riesgos y efectos de la sustancia en estudio para la salud.

2.1.1 Sobre el EPR

Los resultados del cuestionario aplicado a los 13 trabajadores del Servicio, sobre si tienen conocimiento en cuanto al uso, mantenimiento y vida útil del equipo de protección respiratoria, se muestran en la siguiente figura.

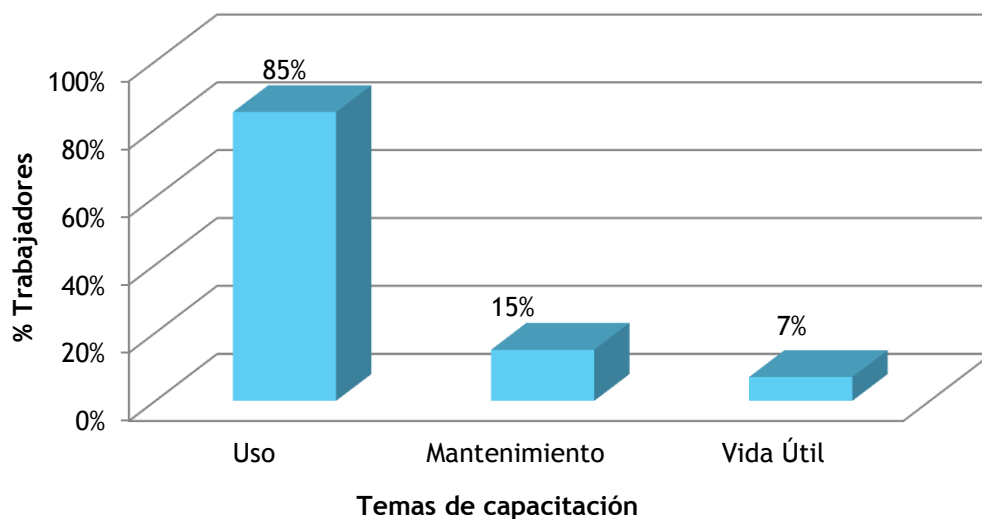


Figura 4. 2. Porcentaje de trabajadores que afirman tener conocimiento sobre el uso, mantenimiento y vida útil del EPR.

Fuente: La autora.

De la figura anterior se observa que el 85% de los trabajadores aseguran tener conocimiento sobre el uso adecuado del equipo de protección respiratoria; sin embargo, sólo un 15% de ellos alega saber cuál es el mantenimiento que requiere el equipo y solamente un 7% afirmó conocer cuál es la vida útil del mismo.

Lo anterior supone un problema, ya que, a pesar de que los trabajadores afirmen saber cómo se usa correctamente su EPR, el hecho de que un porcentaje tan bajo sepa cómo darle el adecuado mantenimiento al mismo involucra un acortamiento de la vida útil, y no tener conocimiento sobre la vida útil implica que muchos lo pueden estar usando aunque éste ya no sea funcional.

A pesar de los resultados mostrados anteriormente, la encargada de la Oficina de Salud Ocupacional del hospital alega que a los trabajadores de este Servicio sí se les ha brindado la adecuada capacitación. Sin embargo, no se obtuvo acceso a los registros sobre los temas incluidos en las capacitaciones, tampoco sobre la asistencia del personal a las mismas ni la duración de cada una. Cabe destacar, la inexistencia de planes de capacitación

futuras ni evaluaciones a las capacitaciones ya impartidas para el área de higiene ocupacional.

Dentro de las principales necesidades de capacitación detectadas está cómo saber cuándo el equipo llega al final de su vida útil y cómo darle el adecuado mantenimiento. A pesar de que la gran mayoría aseguró saber cómo es el adecuado uso, ninguno sabía cómo realizar las pruebas de presión negativa y positiva, por lo que en muchas ocasiones es posible que la persona lo estuviese utilizando de manera incorrecta.

2.1.2. Sobre riesgos y efectos de la sustancia.

De acuerdo al quiz aplicado a los trabajadores, sobre su nivel de conocimiento acerca de los riesgos y efectos de la sustancia, así como de los procedimientos seguros en caso de emergencia con la misma, se obtuvieron los siguientes resultados.

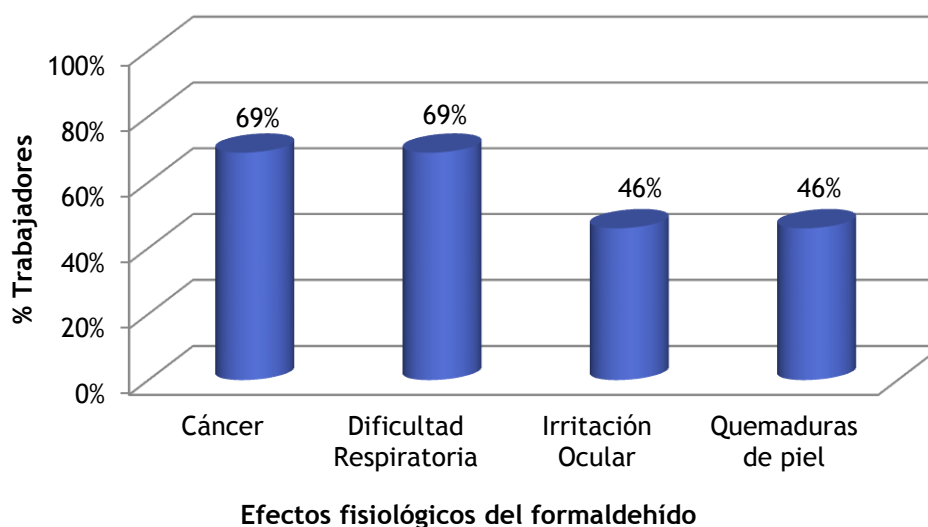


Figura 4. 3. Porcentaje de trabajadores que afirman conocer los principales efectos del formaldehído.

Fuente: La autora.

En la figura anterior se puede apreciar que la mayoría de los trabajadores están conscientes de que el formaldehído produce cáncer; sin embargo, no tienen conocimiento

sobre qué tipos de cáncer provoca específicamente esta sustancia. Además, se observa que muchos tienen conocimiento general sobre la dificultad respiratoria e irritación ocular que provoca, ya que la mayoría alega que han experimentado estos síntomas en algunas ocasiones.

También, se evaluó si tenían conocimiento sobre procedimientos en caso de emergencia (derrame o intoxicación); para este aspecto en particular se detectaron grandes necesidades de capacitación, ya que sólo dos de ellos dijeron conocer cuál es el debido procedimiento en caso de derrame; sin embargo, la respuesta que dieron cuando se les preguntó qué hacen en esos casos fue llamar a la jefatura y esperar indicaciones.

Cabe mencionar que dentro del Servicio de Patología no existe ningún equipo o kit para la contención de derrames, y aunque existiera nadie sabría qué hacer en estos casos.

Además, todos los trabajadores alegaron no saber qué hacer en caso de que alguno de sus compañeros o ellos mismos sufran una intoxicación aguda con formaldehído, o bien una salpicadura en ojos o piel.

Por último, se les mostró a todos el rombo de seguridad de la sustancia de acuerdo con la NFPA 704 (anexo 1), para comprobar si entendían la figura; en este caso ninguno de los colaboradores supo explicar qué significaban los colores ni los números.

2.2. Prácticas de Trabajo

En cuanto a las prácticas de trabajo que requieren el uso de la formalina, no se tienen guías de procedimientos de trabajo de ninguna clase; todos los trabajos que allí se realizan se hacen de manera empírica, es decir, aprendiendo de las personas que laboraron antes que ellos.

2.3. Equipo de Protección Respiratoria

El porcentaje y la frecuencia con la que los trabajadores utilizan el equipo de protección respiratoria, según lo que ellos mismos señalaron, se muestra en la siguiente figura.

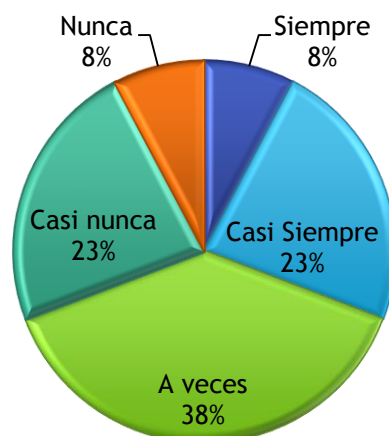


Figura 4. 4. Distribución de trabajadores según frecuencia de uso del equipo de protección respiratoria.

Fuente: La autora.

Como se muestra en la figura anterior, un 38% de los trabajadores indicó que a veces utiliza el equipo de protección respiratoria que se les brinda en el hospital. Esta población alude que éste es muy incómodo para realizar el trabajo y que ya están acostumbrados a trabajar sin el equipo porque les genera mucho calor e incomodidad, por lo que no se lo colocan, a pesar de que la organización se los suministra. Un 46% de la población asegura que “casi siempre” y “casi nunca” usan el equipo de protección respiratoria (un 23% para cada frecuencia); esto se da porque hay quienes lo consideran importante y otros lo consideran muy incómodo.

Además, a los trabajadores que sí utilizan el EPR se les preguntó el motivo por el cual lo hacen y un 92% de ellos afirmó utilizar el equipo porque saben que se exponen a un agente químico peligroso. Por otra parte, más de la mitad de la población en estudio asegura que además de usarlo porque se exponen a un químico peligroso, lo utilizan porque no quieren que les llamen la atención, ya que el uso del mismo es de acatamiento obligatorio dentro del Servicio.

También, se pidió la opinión de los trabajadores acerca de su grado de satisfacción hacia el equipo de protección respiratoria que utilizan, los resultados se muestran a continuación:

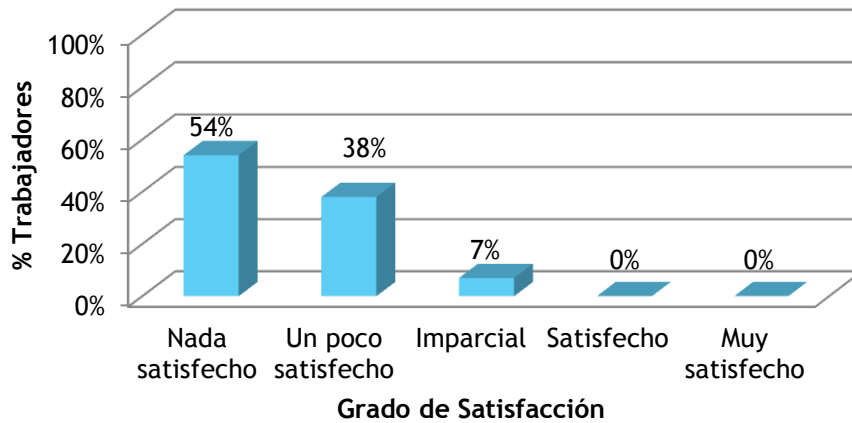


Figura 4. 5. Porcentaje de satisfacción de los trabajadores hacia el EPR.
Fuente: La autora.

De acuerdo a la figura anterior, se observa que más de la mitad de la población en estudio está “nada satisfecho” con el equipo de protección respiratoria que se les brinda en el Servicio. Cabe destacar que todos acordaron que el mismo es pesado e incómodo, además de que sienten que el equipo no los protege lo suficiente; es por este motivo que gran parte de los colaboradores afirman utilizar el equipo de forma esporádica, principalmente cuando están siendo supervisados por la jefa del Servicio o bien la encargada de salud ocupacional.

Con respecto al equipo que brinda es hospital a los trabajadores del Servicio es el como el que muestra a continuación:



Figura 4. 6. Equipo de protección respiratoria brindado por el hospital.

Fuente: HNN, 2015.

En ambos laboratorios se manejan equipos similares, los cuales son respiradores de media cara, por lo cual cuando realizan labores que impliquen el uso formalina, deben colocarse anteojos de seguridad para evitar salpicaduras, aunque éstos no hacen un sello hermético, por lo que los trabajadores siempre presentan irritación ocular.

Además, en la morgue, de los tres respiradores que hay, uno tiene las correas reventadas y el otro no tiene las válvulas, por lo que solamente uno es funcional. En esta sección laboran los tres técnicos en disección, por lo cual ellos deben compartir el respirador, pero ellos alegan no utilizarlo porque no confían en si su compañero lo limpió adecuadamente. Además, en el lugar donde lo almacenan no se encuentra protegido del polvo, ya que no lo contiene una bolsa plástica con cierre hermético.

Por otra parte, en el Laboratorio de Biopsias, al encontrarse solamente un trabajador, él sí dispone de su propio respirador, el cuál es almacenado en el casillero personal del colaborador y se encuentra dentro de una bolsa que lo protege del polvo.

Cabe mencionar que en ninguno de los dos laboratorios existen registros de cambio de filtros o entrega de respiradores nuevos.

Para determinar la eficiencia del EPR actual, se utilizó la herramienta denominada Telaraña de Bernstein, en la cual se grafica la condición deseada *versus* la condición real del EPR de ambos laboratorios.

Es importante mencionar que la clasificación para cada uno de los niveles por factor se desarrolló con base en revisiones bibliográficas, documentación y estudios acordes con el tema; estas clasificaciones se pueden observar en el Apéndice 14.

En la siguiente figura se muestra la condición establecida como deseada en el equipo de protección respiratoria en cuanto a eficiencia (línea azul), así como la condición real del EPR de ambos laboratorios. La herramienta sugiere que cuando las líneas de las gráficas de condición real se unen en un punto de la gráfica verde, la situación actual es ideal, mientras que si una de las gráficas se encuentra más cercana al centro de la figura, menor es la eficiencia del equipo.

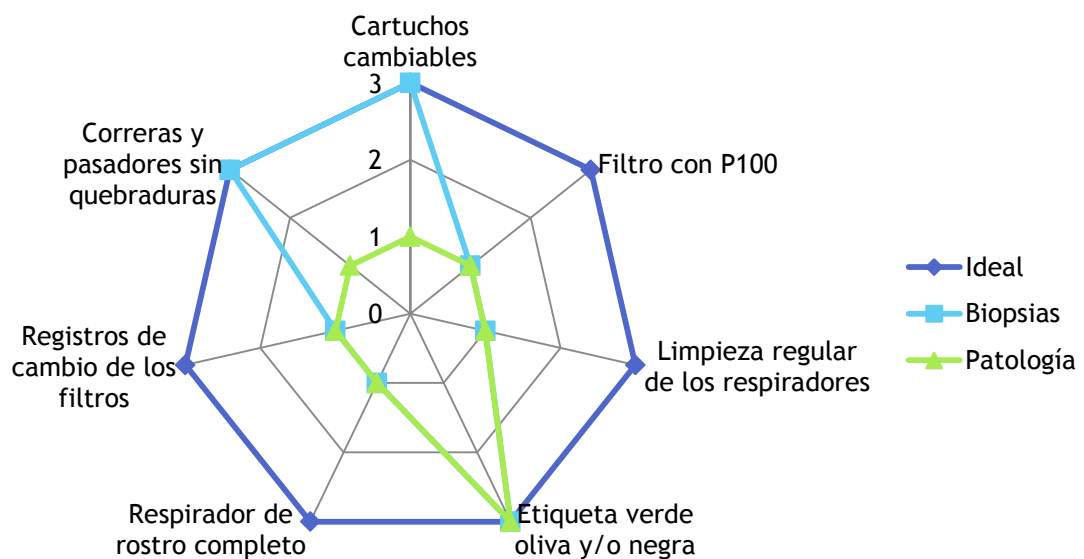


Figura 4. 7. Telaraña de Bernstein para determinar la eficiencia del EPR actual.

Fuente: La autora.

La telaraña de Bernstein mostrada anteriormente indica que hay determinadas características del equipo de protección respiratoria actual en ambos laboratorios que impiden que éste sea eficiente según lo establecido, ya que existen factores de la condición real que distan hasta en dos niveles de la condición deseada, acercándose al centro de la figura.

Las características más críticas, es decir, en las que se tiene una mayor deficiencia (las que más se acercaron al centro de la figura) en los equipos de ambos laboratorios fueron el filtro con protección P100, existencia de registros de cambio de filtros, la limpieza regular de los respiradores y la presencia de respiradores de rostro completo.

Además, se puede decir que la eficiencia del equipo utilizado en el Laboratorio de Biopsias es un poco mayor al del Laboratorio de Anatomía Patológica, ya que la condición real se cruza con la situación ideal en tres puntos, mientras que en la morgue solamente en dos ocasiones.

Cabe destacar que en ambos casos, ninguno de los cuatro trabajadores tiene claro cuándo fue que el equipo se otorgó al Servicio y todos coincidieron en que nunca se les ha cambiado los filtros a los respiradores que poseen. Por otra parte en el Servicio no existen registros de entrega equipo o cambio del mismo.

Con los resultados presentados anteriormente, se identificaron las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas que pueden influir en la exposición ocupacional a formaldehído debido al uso, funcionalidad, mantenimiento y capacitaciones en cuanto a los equipos de protección respiratoria. En la siguiente tabla se presentan los resultados:

Tabla 4. 3. Matriz F.O.D.A. del equipo de protección respiratoria.

		FORTALEZAS (F)	DEBILIDADES (D)
FACTORES INTERNOS	1. Conocimiento de los trabajadores en el adecuado uso del EPR.		<p>1. Poca comunicación entre la Oficina de Salud Ocupacional y el Servicio de Patología.</p> <p>2. Falta de registros sobre capacitaciones impartidas en cuanto al uso, mantenimiento y vida útil del EPR.</p> <p>3. Falta de registros cambios de filtros a los equipos.</p> <p>4. Los equipos existentes en la morgue provienen de diferentes proveedores</p> <p>5. En la morgue los equipos están incompletos (sin válvulas, correas reventadas, sin cartuchos ni filtros)</p> <p>6. Los trabajadores no poseen equipos individuales (personales)</p>
	2. Iniciativas positivas por parte de los trabajadores en temas de mantenimiento, limpieza y funcionalidad del EPR.		
FACTORES EXTERNOS			

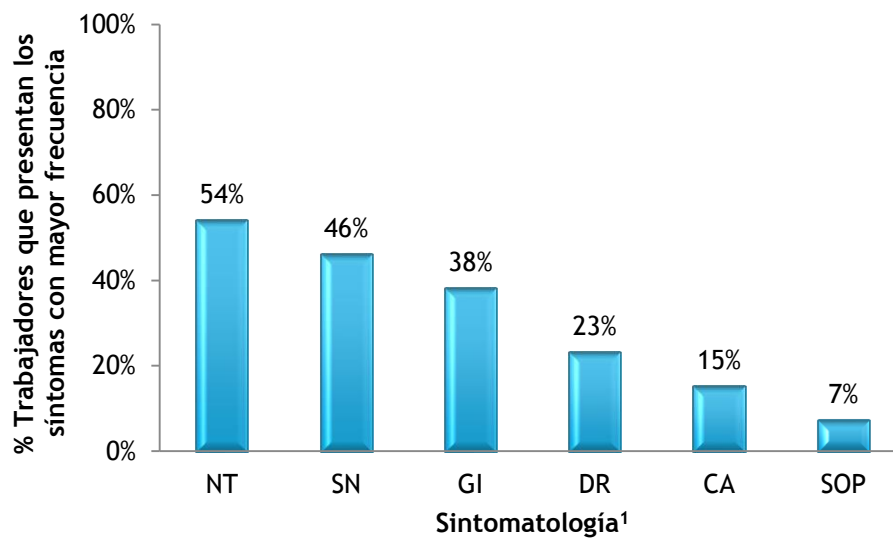
OPORTUNIDADES (O)	Estrategia FO (maxi -maxi)	Estrategia DO (mini-maxi)
<p>1. Proveedores con personal competente para impartir capacitaciones sobre el uso, mantenimiento y vida útil del EPR.</p> <p>2. Algunos proveedores ofrecen capacitaciones sobre las pruebas de ajuste del EPR.</p> <p>3. Varios proveedores cuentan con equipos certificados y homologados por NIOSH.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Coordinar con proveedores y el personal capacitaciones sobre las pruebas de ajuste que se deben realizar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Estandarizar los equipos que se utilizan en el Servicio. • Establecer un programa de capacitación para todo el personal que deba utilizar el EPR.
AMENAZAS (A)	Estrategia FA (maxi-mini)	Estrategia DA (mini-mini)
<p>1. El tiempo de entrega y disponibilidad de filtros y equipos o partes de reemplazo de éstos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Entrenar a los colaboradores para que soliciten el cambio de su EPR con anticipación, cuando la vida útil de éste está llegando a su fin. 	<ul style="list-style-type: none"> • La oficina de Salud Ocupacional debe cerciorarse de que siempre hay disponibilidad de filtros, de equipos o sus partes de reemplazo en caso de que se requiera un cambio de emergencia.

Fuente: La autora.

2.4. Vigilancia de la salud

Se procedió a hacer una revisión documental de los exámenes médicos efectuados a los 13 trabajadores del Servicio. Adicionalmente, dentro de la encuesta higiénica se contempló preguntar a los trabajadores si habían sentido algún efecto fisiológico durante los últimos seis meses.

La siguiente figura muestra los resultados obtenidos de los síntomas presentados por los trabajadores con mayor frecuencia en el periodo descrito.



Nota: (1) NT=Nariz tapada; SN=Secreción nasal; GI= Garganta irritada; DR= Dificultad respiratoria; CA= Crisis de asma; SOP= Sensación de opresión en el pecho.

Figura 4. 8. Porcentaje de trabajadores que presentan los síntomas con mayor frecuencia.

Fuente: La autora.

Como se aprecia, la nariz tapada (NT) y la secreción nasal (SN) son los efectos fisiológicos que se han presentado más frecuentemente en la mayoría de los colaboradores durante los últimos seis meses.

Es importante mencionar que el pequeño porcentaje que indicó que ha sentido sensación de opresión en el pecho (SOP) en el período descrito de forma frecuente, son personas mayores de 50 años de edad y con más de 30 años de ejercer la profesión.

Como se mencionó anteriormente, se realizó una revisión de los exámenes médicos que se les han efectuado a los trabajadores. Cabe mencionar que no existen registros de exámenes específicos al sistema respiratorio de los colaboradores, ya que nunca antes de este año (2015) se les había realizado ningún otro examen que no fuera un “examen físico completo” o “exámenes de laboratorio de rutina”.

En la siguiente tabla se muestran los exámenes efectuados y sus principales hallazgos, así como algunas observaciones adicionales de casos especiales. A pesar de ser siete personas las evaluadas cuantitativamente por exposición ocupacional a formaldehído y 13 las evaluadas cualitativamente, solamente se tienen los registros médicos de tres de ellos.

Tabla 4. 3. Exámenes médicos realizados a los trabajadores y sus hallazgos.

Trabajador	Fecha de revisión	Exámenes realizados	Hallazgos encontrados en los trabajadores	Observaciones
1	7/1/2015	<ul style="list-style-type: none"> Exámenes de laboratorio de rutina. Examen físico completo. Rx. de tórax y senos paranasales. 	<ul style="list-style-type: none"> Ligera obstrucción en vías respiratorias. Garganta irritada. 	El trabajador presenta dificultad respiratoria.
2	19/1/2015	<ul style="list-style-type: none"> Exámenes de laboratorio de rutina. Examen físico completo. Rx¹. de tórax y senos paranasales. 	<ul style="list-style-type: none"> Pruebas de proteinuria alteradas. Alergia corporal. Ligera obstrucción en vías respiratorias. 	Trabajador remitido al nefrólogo.
3	28/1/2015	<ul style="list-style-type: none"> Exámenes de laboratorio de rutina. Examen físico completo. 	<ul style="list-style-type: none"> Rinitis alérgica. Garganta irritada. 	El trabajador indicó que frecuentemente sufre de cefaleas, las cuales mejoran en periodos de vacaciones al igual que su rinitis. Trabajador remitido al

Trabajador	Fecha de revisión	Exámenes realizados	Hallazgos encontrados en los trabajadores	Observaciones
				Otorrinolaringólogo.
4	No se presentó a la cita	_____	_____	No se encontraba en su turno de trabajo.

Nota (1): Rx= Radiografía.

Fuente: La autora.

Los trabajadores 1 y 2 corresponden a técnicos en disección, quienes presentan una ligera obstrucción de las vías respiratorias; además, el trabajador 2 presenta alteraciones en sus pruebas de proteinuria, por lo cual fue referido al nefrólogo, para descartar que su pérdida de proteínas por la orina se deba a su exposición al formaldehído.

También, se observa que al trabajador 3 no se le realizaron radiografías de tórax; sin embargo, fue referido al otorrinolaringólogo debido a su rinitis alérgica, para ver la posible relación entre la exposición a formaldehído y este padecimiento. Dentro de las observaciones descritas para el trabajador 3, se indica que sufre de cefaleas que mejoran cuando está de vacaciones, al igual que su rinitis, por lo que se podría sospechar que sus malestares están directamente relacionados a la exposición.

3. Controles ingenieriles

3.1. Sistema de ventilación/extracción

Se efectuaron mediciones de velocidad del aire con un anemómetro marca EXTECH modelo 407123, en los diferentes puntos donde hay ingreso de masas de aire por diferencias de presión entre el medio interno del recinto (área de trabajo) y el externo (pasillos dentro y fuera del Servicio de Patología); las mismas se efectuaron en ambos laboratorios.

Cabe destacar que al momento de las mediciones las puertas de ambos laboratorios estaban cerradas; éstas no se tomaron como puntos de ingreso de aire, ya que en condiciones normales de trabajo siempre se encuentran cerradas. Por lo anterior, las mediciones se llevaron a cabo en las ventanas del Laboratorio de Biopsias y en el sistema

de inyección y extracción del Laboratorio de Anatomía Patológica, en el Apéndice 15 se muestra un croquis de los puntos de ingreso de aire en cada laboratorio.

Estas mediciones de velocidades de aire fueron tomadas con la finalidad de establecer cuál es el caudal real de ambos laboratorios, para comparar con la norma y comprobar si las renovaciones de aire son las adecuadas. Los datos de velocidades de aire obtenidas en los laboratorios y los caudales se encuentran en los Apéndices 16 y 17 respectivamente.

Tanto en la norma INTE 31-08-08-97: Ventilación en los lugares de trabajo, como en la norma DIN 1946: Estándar de Ventilación, se especifica que en un laboratorio debe haber un mínimo de 10 cambios de aire por hora. Los valores de los caudales obtenidos para cada recinto se muestran a continuación:

Tabla 4. 4. Caudales requeridos y reales para ambos laboratorios del Servicio de Patología.

Laboratorio	Caudal requerido de inyección (m ³ /h)	Caudal real de inyección (m ³ /h)	Caudal requerido de extracción (m ³ /h)	Caudal real de extracción (m ³ /h)
Anatomía Patológica	928.2	1 225.50	1 021.02	3 129.38
Biopsias	399	1 495.26	438.9	1.00

Fuente: La autora.

Como se aprecia en la tabla anterior, en ambos laboratorios se cumple con el caudal requerido de inyección, pero solamente la morgue cumple con el caudal requerido para extracción, asegurando una presión negativa en el lugar.

Además, se realizaron mediciones ambientales del nivel de ruido con un sonómetro marca QUEST 1200, generado por los distintos equipos de inyección/extracción (Ver procedimiento en Apéndice 18) y en ambos laboratorios el nivel de ruido superó lo recomendado por los fabricantes de estos equipos para ocupaciones hospitalarias de 41-58 dB(A) (Greenheck, 2005).

También, se consultó el plan de mantenimiento de los sistemas de ventilación al Departamento de Ingeniería y Mantenimiento del hospital, para conocer la frecuencia y verificar la existencia de los registros; se encontró que dicho mantenimiento se le brinda de forma preventiva cada tres meses al sistema de ventilación de la morgue, por parte de un ente externo al hospital.

Con los datos presentados anteriormente, se elaboró una Telaraña de Bernstein, la cual, de la misma manera que para el EPR, muestra la condición establecida como deseada (línea azul), así como la condición real del sistema de ventilación de ambos laboratorios.

De igual forma que para el EPR, la herramienta indica que cuando las líneas de las gráficas de condición real se unen en un punto de la gráfica azul, la situación actual es ideal, mientras que si una de las gráficas se encuentra más cercana al centro de la figura, el sistema es deficiente.

Es importante mencionar que la clasificación para cada uno de los niveles por factor se desarrolló con base en revisiones bibliográficas, documentación y estudios acordes con el tema; estas clasificaciones se pueden observar en el Apéndice 19.

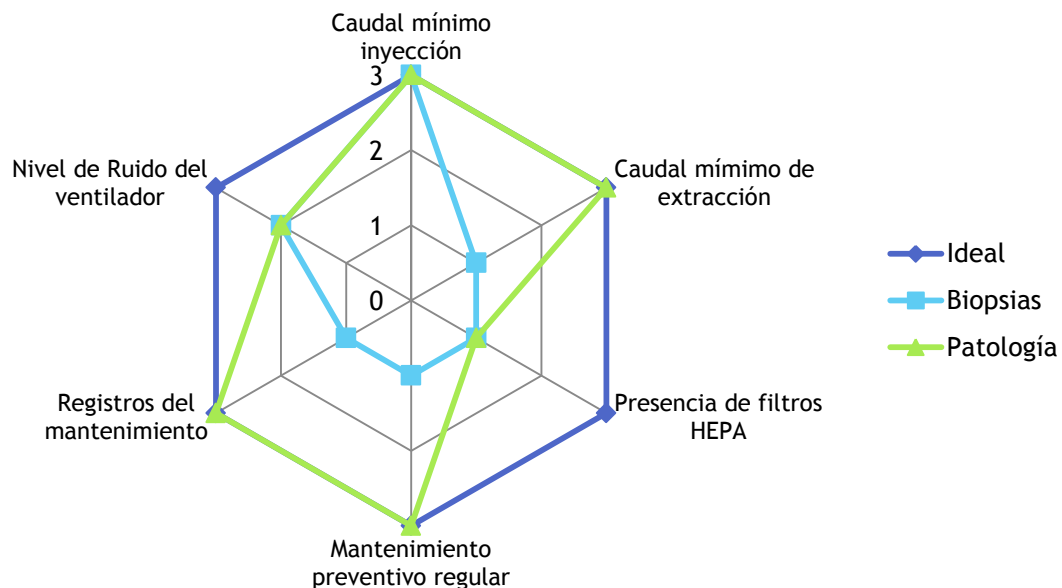


Figura 4. 9. Telaraña de Bernstein para determinar la eficiencia del sistema de ventilación actual del Servicio.

Fuente: La autora.

Las características que más se acercaron al centro de la figura en los sistemas de ambos laboratorios fueron los niveles de ruido y la presencia de filtros HEPA. Además, se puede apreciar que la eficiencia del sistema utilizado en la morgue es mayor a la del Laboratorio de Biopsias, ya que la condición real se cruza con la situación ideal en cuatro puntos, mientras que en Biopsias solamente en una ocasión.

Es importante señalar que para la evaluación del aspecto de ruido, se realizaron mediciones ambientales en la altura del plano de trabajo; en ambos casos se sobrepasó lo recomendado (41-58 dB(A)), dando como resultado un promedio logarítmico de 59.37 dB(A) para la morgue y 70.17 dB(A) para el Laboratorio de Biopsias (Ver Apéndice 18).

A pesar de que en Biopsias no existe sistema mecánico de inyección de aire y el sistema de extracción se encuentra descompuesto, su nivel de ruido es bastante elevado, lo cual se puede explicar por la ubicación de este laboratorio, ya que el mismo se encuentra a la par de los sistemas de enfriamiento de las salas de operación, por lo que el ruido generado por estos equipos afecta directamente este sector.

Por otra parte, la ausencia de filtros con eficiencia HEPA es un problema ya que significa que todo el aire que es extraído de los laboratorios es expulsado directamente a la atmósfera sin filtrar, por lo que se convierte en un punto de emisión de contaminantes no solamente químicos sino también biológicos por los procesos que en estos lugares se llevan a cabo. Además por la ubicación del hospital, en donde hay un alto flujo de personas diariamente, liberar aire en estas condiciones al ambiente es un acto irresponsable.

3.2. Sistema de Aire Acondicionado

En este tipo de laboratorios es recomendado que se regule la temperatura por medio de sistemas de aire acondicionado, ya que ayuda a que no se dé tanto la volatilización del formaldehído. Sin embargo, en ninguno de los dos laboratorios cuenta con un sistema especializado para dar tratamiento al aire que entra y sale de los recintos.

C. Evaluación de exposición ocupacional a formaldehído

1. Factores cualitativos

Dentro de los factores cualitativos de exposición ocupacional se tomaron variables como: edad, cantidad de años de ejercer la profesión, jornada laboral y frecuencia de uso de la sustancia.

Se encontró que en la población en estudio existe mayor cantidad de mujeres en el área, teniendo un 63% de población femenina y un 37% de población masculina. El rango de edades de los trabajadores del Servicio comprende entre los 21 y 60 años, como se muestra en la siguiente figura.

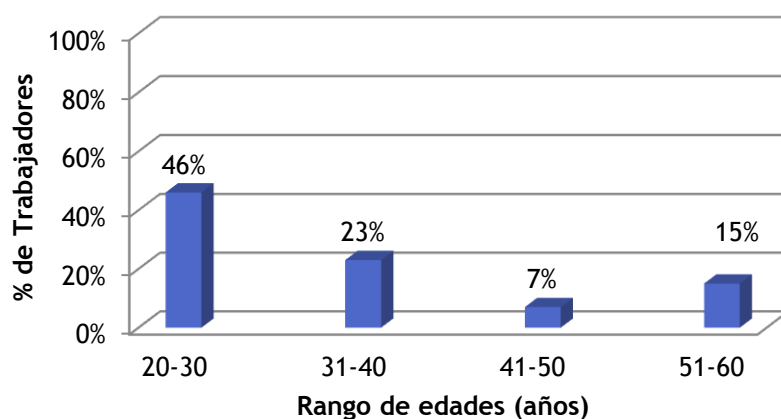


Figura 4. 10. Rango de edades de los trabajadores del Servicio de Patología.

Fuente: La autora.

Se aprecia en la figura anterior, que la mayoría de colaboradores cuentan con edades entre 21 y 30 años. Sin embargo, es importante destacar que las personas mayores de 50 años son las que tienen más tiempo de ejercer la profesión, por lo que presentan más riesgo de sufrir cáncer nasofaríngeo, ya que un estudio realizado en Estados Unidos demostró un aumento de este tipo de cáncer en poblaciones trabajadoras en el sector

maderero con más de 30 años de exponerse laboralmente al formaldehído (Escuela Nacional de Medicina del Trabajo, 2010).

En el aspecto de jornada laboral, todos los colaboradores deben cumplir de 8 a 9 horas de trabajo diario, a excepción de los técnicos disectores, quienes en algunas ocasiones deben cumplir jornadas mayores a 16 horas por turno. Además de esto, algunos de los colaboradores afirmaron que realizan trabajos en horas extra-laborales que implican el uso de la formalina, como lo son labores en otros centros médicos o funerarias, por lo que la exposición de ellos es aún mayor.

También se les solicitó a los trabajadores que indicaran la frecuencia de uso de la sustancia en días a la semana, a lo cual la mayoría respondió que tienen contacto con la sustancia todos los días, más no todos la manipulan con la misma frecuencia durante su turno laboral. Es por esto que se le solicitó al personal del Servicio, que señalaran cuál sería el porcentaje promedio del tiempo de uso de la sustancia durante la jornada laboral; la siguiente figura muestra los resultados.

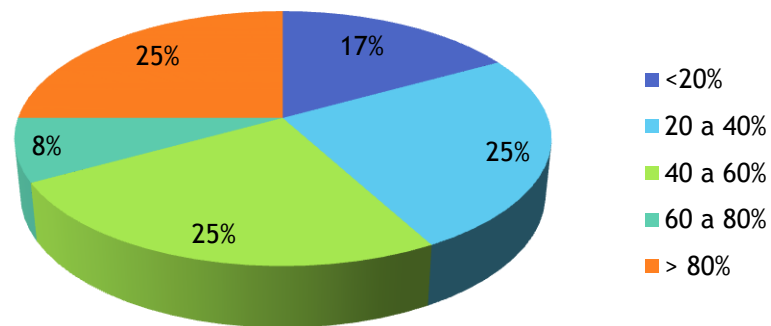


Figura 4. 11. Distribución de trabajadores de acuerdo al porcentaje promedio del tiempo de uso de la sustancia durante la jornada laboral.

Fuente: La autora.

La figura anterior muestra que la exposición a formaldehído durante la jornada laboral en el Servicio es muy variada, ya que, aunque no existe una mayoría absoluta de trabajadores, se observa que un 25% de los encuestados aseguró que más de un 80% de su jornada está en contacto directo con la sustancia. Esto aunado a exposiciones de 5 o 6 días a la semana, supone un riesgo alto para la salud de los trabajadores.

2. Niveles de exposición ocupacional a formaldehído

Las evaluaciones personales de exposición ocupacional a formaldehído fueron realizadas en dos días de semanas diferentes, a siete personas en total, durante un mínimo de 8 horas. Dentro de las tareas que se evaluaron estuvieron: corte de biopsias, corte de autopsias, descarte de material anatomopatológico y mezcla de formalina.

Es importante mencionar que la INTE 31-08-04-01 establece un límite de exposición ocupacional (LEO) de 0,3 ppm como valor techo para exposición a formaldehído, mientras que la NIOSH en su guía de bolsillo del 2010 establece un límite de exposición recomendado (REL, por sus siglas en inglés) de 0,016 ppm en 10 horas laborales.

Además, para efectos de comparar resultados, se tomó como referencia el nivel de acción del valor techo establecido en la INTE 31-08-04-01, el cual corresponde a la mitad del valor del LEO, es decir, 0.15 ppm (INTECO, 2001).

A continuación se presenta una tabla resumen de los resultados de concentración obtenidos para las evaluaciones personales realizadas a los trabajadores en los puestos críticos, quienes son los que tienen contacto directo con la sustancia u órganos impregnados con la misma durante la mayor parte de su jornada y con mayor frecuencia durante la semana (el detalle de los cálculos realizados se encuentra en el Apéndice 18).

Tabla 4. 5. Niveles de exposición ocupacional a formaldehído obtenidas para los puestos críticos.

Fecha de muestreo	Puesto	ID Muestra	Concentración ponderada en mg/m ³	Concentración en ppm
14/4/2015	Técnico en Disección	HNNF3	NC	NC
	Médico Patólogo	HNNF2	0.260	0.212
	Asistente técnico en salud (Biopsias)	HNNF1 HNNF6	1.191	0.971
	Técnico en Disección	HNNF5	0.197	0.160
21/4/2015	Técnico en Disección	HNNF7 HNNF13	0.326	0.266
	Asistente técnico en salud (Biopsias)	HNNF8 HNNF9 HNNF14	0.827	0.674
	Médico Patólogo	HNNF10	0.396	0.323
	Médico Patólogo	HNNF11 HNNF15	0.619	0.504

Nota: Los valores resaltados se refieren a las concentraciones más altas obtenidas para la exposición ocupacional a formaldehído en los puestos críticos.

Fuente: La autora.

Como se puede apreciar de la tabla anterior, en todos los datos reportados (a excepción del primer técnico en disección), se sobrepasó el nivel de acción; en el caso del asistente técnico en salud el valor en ppm es más del doble del límite que establece la INTE 31-08-04-01, para ambos días de medición.

Es importante observar que en todos los casos evaluados, los valores de concentración en ppm fueron mucho mayores al REL de NIOSH (2010), que a pesar de que éste no tiene valor legal (INSHT, 1989), está establecido con el único fin de proteger la seguridad y la salud de los trabajadores (NIOSH, 2007). Por lo cual, tener concentraciones por encima de este valor (0,016 ppm) supone un riesgo alto al bienestar de los colaboradores.

Se aprecia que la muestra que corresponde a uno de los técnicos en disección resultó no cuantificable; esto se puede justificar ya que la exposición de esta persona fue mínima, debido a que él ese día estuvo la mayor parte de su jornada en una reunión en una oficina, en la cual no tenía contacto con la sustancia; además, estuvo un tiempo muy corto en la morgue acomodando ropa.

Por otra parte, se puede observar que los valores más altos de ambos días de muestreo correspondieron a las muestras tomadas al asistente técnico en salud, quien labora en el Laboratorio de Biopsias; el primer día esta persona estuvo ayudando a una patóloga con el corte de biopsias durante la mañana, además realizó descarte de material anatomopatológico. Durante el segundo día de muestreo se realizaron cortes de biopsias en varios momentos del día y también se realizó mezcla de formalina.

Cabe destacar que esta persona se mantiene en el laboratorio todo el día, ya que debe estar recibiendo las biopsias procedentes de los distintos Servicios del hospital. Además, como se puede observar en el apartado de controles ingenieriles, este laboratorio no cuenta con una extracción eficiente del aire contaminado; aunado a esto, la ubicación de la única ventana para ingreso de aire limpio impide que éste llegue hasta donde se ubica este trabajador.

Las demás muestras corresponden a colaboradores que en ambos días estuvieron en la morgue realizando corte de autopsias; es importante mencionar que los órganos de estas autopsias antes de ser cortados tenían en promedio un día de estar sumergidos en agua, esto con el fin de eliminar el exceso de formalina presente en cada pieza, para evitar que la emanación de formaldehído al cortar los órganos sea muy fuerte. Sin embargo, se observa que a pesar de esta medida, las concentraciones sobrepasan el límite o bien están muy cerca de él.

Es importante valorar que, aunque en la morgue la cantidad de renovaciones de aire por hora son las adecuadas de acuerdo a la norma INTE 31-08-08-97, los flujos de aire no están circulando de manera correcta en el lugar, debido a la distribución en las rejillas inyectoras, ya que se forma una turbulencia por ser de cuatro vías (Ver figura 4.12), por lo que las concentraciones de formaldehído en el recinto son elevadas. Es por esto que esta

clase de tareas críticas debe hacerse con extracción forzada, ubicada lo más cerca posible del punto de emisión y no con extracción general, la cual permite que el aire viciado contamine todo el lugar antes de ser extraído.



Figura 4. 12. Distribución actual de las rejillas de inyección en la morgue.

Además, se realizó un tratamiento estadístico (ver Apéndice 19) a los datos de las concentraciones, obteniendo así el promedio de concentración por puesto y general de formaldehído; la desviación estándar y los límites de confiabilidad superior e inferior (LSC y LIC respectivamente), con el fin de crear un gráfico de cajas de los niveles de exposición ocupacional al formaldehído.

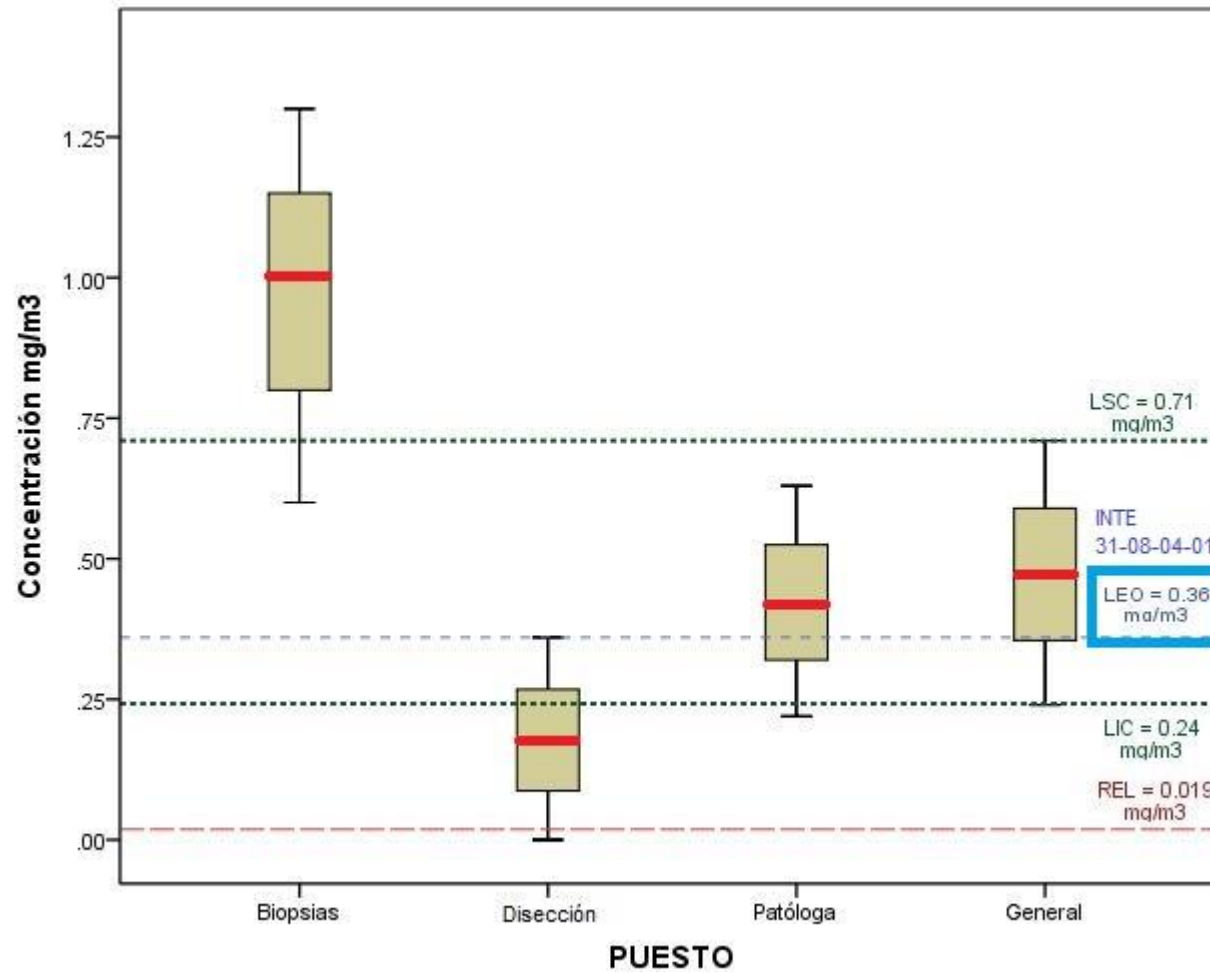


Figura 4. 13. Gráfico de cajas de los niveles de exposición ocupacional al formaldehído por puesto.

Fuente: La autora.

En la figura se evidencia que la exposición general es elevada, ya que su promedio es igual a 0.47 mg/m^3 ; además de esto, se aprecia de manera gráfica que el puesto con mayores niveles de exposición a formaldehído es el de Biopsias, ya que éste presentó un promedio que va más allá del límite de exposición ocupacional establecido en la INTE 31-08-04-01.

Se observa que el puesto con el menor rango de concentración es el de Disección, cuyo promedio se encuentra incluso por debajo del límite de exposición establecido por la INTE 31-08-04-01, mientras que las patólogas se encuentran en un rango similar al general. A pesar de que tanto los técnicos disectores como las patólogas se encontraban en la morgue realizando cortes de autopsias al momento de las evaluaciones, éstas últimas tuvieron una exposición mayor debido a su cercanía con los órganos impregnados con el químico, ya que son ellas las encargadas de realizar los cortes a las piezas y al realizarlos, en ocasiones mantienen una distancia no mayor a 30 cm del órgano en estudio, mientras que los técnicos solamente están alrededor de las patólogas alcanzando utensilios y demás implementos que éstas requieren para realizar su labor.

Es por esto que el nivel de exposición no solamente depende de la tarea, sino también del puesto en el que se desempeña la persona y de las condiciones de ventilación del lugar en donde se desenvuelve. Además de esto, el tamaño de la pieza influye en la exposición, ya que entre más grande sea, mayor es el tiempo que se requiere para realizar el análisis a la misma.

Por lo evidenciado en este capítulo es necesario implementar un programa de protección respiratoria, en donde se contemplen aspectos como mejorar la ventilación en ambos laboratorios, así como seleccionar correctamente los respiradores junto con sus filtros. Además de incluir un plan de capacitación sobre los riesgos a la salud que representa el uso de esta sustancia, también, sobre el uso, mantenimiento y vida útil del EPR. Sin dejar de lado la vigilancia médica.

D. Conclusiones

- Los trabajadores del Servicio de Patología desconocen los riesgos a los que se encuentran expuestos por la manipulación de formaldehído.
- El hecho de que los trabajadores no sepan cuándo acabó la vida útil de su EPR, representa un riesgo ya que es posible que los trabajadores se estén sobreexponiendo al formaldehído.
- El equipo de protección respiratoria no cuenta con el factor de protección necesario para las labores.
- Los ventiladores instalados en la morgue si cumplen con las necesidades del proceso respecto a los cambios de aire requeridos para este laboratorio, a pesar de esto es necesario implementar un sistema de extracción localizada.
- El sistema de ventilación general en el Laboratorio de Biopsias es inadecuado, ya que no se da un correcto flujo de aire, por lo que el aire contaminado recircula por el lugar; además es necesario implementar un sistema de extracción localizada.
- El muestreo a nivel personal registró concentraciones para el Asistente técnico en salud y los Patólogos por encima del límite establecido por la normativa nacional e internacional.
- La mala ventilación del Laboratorio de Biopsias es uno de los factores más influyentes para que la concentración de formaldehído en este lugar sea más elevada que en la morgue.
- El nivel de exposición está asociado al puesto en el que se desempeña la persona y no solamente a la tarea que realiza.

E. Recomendaciones

- Desarrollar un programa de protección respiratoria que permita disminuir la exposición ocupacional a formaldehído en el Servicio de Patología del HNN.
- Realizar exámenes médicos específicos del sistema respiratorio a los colaboradores del Servicio de Patología al menos una vez al año.
- Capacitar a los trabajadores en cuanto a respuesta en caso de que se presente una emergencia con el formaldehído.
- Brindar capacitaciones a los trabajadores sobre el correcto uso, mantenimiento y vida útil de su equipo de protección respiratoria.
- Informar a los colaboradores sobre los riesgos específicos a los que se exponen al manipular el formaldehído.
- Instalar duchas de emergencia y lavaojos en el Laboratorio de Anatomía Patológica y en el Laboratorio de Biopsias, ya que la única ducha de emergencias y lava ojos en el Servicio es de difícil acceso, para los trabajadores de estos dos sectores.
- Instalar un sistema de extracción general en el Laboratorio de Biopsias para asegurar la evacuación del aire contaminado.
- Implementar un sistema de extracción localizada en ambos laboratorios que asegure una velocidad de captación de al menos 0.3 m/s, de acuerdo a lo establecido en la INTE 31-08-08-97.
- En el mejor de los casos, se desea que se instale el sistema de ventilación localizada como primera opción, pero si por motivos económicos éste no se puede instalar a corto plazo, es necesario implementar el uso de respiradores que brinden confort y se ajusten a las necesidades de trabajador.
- Agregar filtros con eficiencia HEPA en ambos sistemas de extracción, para evitar la propagación de contaminantes al exterior.
- Regular la temperatura de ambos laboratorios a un máximo de 20 °C para evitar la propagación del contaminante por medio de un sistema de aire acondicionado.

CAPÍTULO V. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Ocupacional a Formaldehído

Hospital Nacional de Niños



Elaborado por: Catalina Hidalgo

26/08/2015

CONTENIDO GENERAL

1.	Aspectos generales del programa.....	9
1.1	Introducción	10
1.2	Propósito.....	12
1.3	Objetivos.....	12
	1.3.1. <i>Objetivo General</i>	12
	1.3.2. <i>Objetivos Específicos</i>	12
1.4	Metas.....	12
1.5	Alcance y limitaciones.....	13
	1.5.1. <i>Alcance:</i>	13
	1.5.2. <i>Limitaciones:</i>	13
1.6	Política	13
1.7	Asignación de responsabilidades	14
	1.7.1. <i>Dirección Administrativa (empleador)</i>	14
	1.7.2. <i>Departamento de proveeduría</i>	14
	1.7.3. <i>Del Supervisor (Jefe del Servicio):</i>	14
	1.7.4. <i>Del trabajador:</i>	15
	1.7.5. <i>Oficina de Salud Ocupacional:</i>	15
	1.7.6. <i>Departamento de Ingeniería y Mantenimiento:</i>	16

1.7.7. Consultorio médico:	16
2. Elementos del Programa de Protección Respiratoria	20
Programa de Protección Respiratoria:	22
2.1. Controles Ingenieriles	23
2.1.1. <i>Sistemas de Ventilación</i>	24
2.1.2 <i>Sistema de Aire Acondicionado</i>	32
2.2. Controles administrativos	42
2.2.1. <i>Evaluación de exposición ocupacional a formaldehído</i>	43
2.2.2. <i>Selección del equipo de protección respiratoria</i>	48
2.2.3. <i>Uso, limpieza y almacenamiento del equipo de protección respiratoria</i>	57
1.4.1 <i>Pruebas de ajuste del equipo de protección respiratoria</i>	64
1.4.2 <i>Buenas prácticas de trabajo</i>	67
1.4.3 <i>Procedimientos en caso de emergencia</i>	85
1.4.4 <i>Plan de capacitación</i>	95
2.2.8. <i>Vigilancia médica</i>	101
2.3. Evaluación del programa	104
2.3. Presupuesto del programa.....	117
Conclusiones	130
Recomendaciones.....	131

3.	Apéndices del programa	133
4.	Anexos del programa	156
5.	Bibliografía	175

Índice de Figuras

Figura 1. Propuesta Gráfica del Programa	11
Figura 2. Equipo de extracción portátil.	26
Figura 3. Cámara de corte.....	27
Figura 4. Ventilador axial SODECA.....	28
Figura 5. Ventilador axial Grennheck.....	29
Figura 6. Zonas consideradas para el acondicionamiento.	36
Figura 7. Distribución de los ductos en la morgue.	44
Figura 8. Distribución de los ductos en el Laboratorio de Biopsias.	45
Figura 9. Clasificación de los cartuchos contra gases de acuerdo al contaminante al que se expone, según norma americana (NIOSH).....	52
Figura 10. Herramienta QFD, para la selección del respirador según las necesidades del usuario y las características del equipo según cada distribuidor homologado por NIOSH. ...	54
Figura 11. Respirador de cara completa recomendado	55
Figura12. Respirador de media cara.	56
Figura 13. Prueba de presión positiva.	61
Figura 14. Prueba de presión negativa.....	61
Figura 15. Procedimiento para quitarse los guantes.....	70
Figura 16. Ubicación del dispensador de formalina dentro de la morgue.....	72
Figura 17. Ubicación y manipulación del contenedor de formalina actual.....	73
Figura 18. Nueva ubicación del contenedor de formalina actual.....	74
Figura 19. Bomba manual para extracción de líquidos.	75
Figura 20. Ubicación de la cámara de corte en el Laboratorio de Biopsias.....	80
Figura 21. Kit de contención de derrames.	87
Figura 22. Ubicación del kit de contención de derrames	88
Figura 23. Señal de rotulación del kit de control de derrames.	89
Figura 24. Tarima para contención de derrames.	89
Figura 25. Ducha y lavaojos de emergencia.....	91
Figura 26. Ubicación de la ducha y lava ojos de emergencia en ambos Laboratorios.	92
Figura 27. Señal de rotulación para la ducha de emergencia.	92
Figura 28. Señal de rotulación para el lava ojos.	93

Índice de Tablas

Tabla 1. Matriz de asignación de responsabilidades del programa.....	17
Tabla 2. Cálculo de carga térmica total del sistema de refrigeración.	43
Tabla 3. Índice de protección y factor de protección requerido del respirador	51
Tabla 4. Clasificación de los derrames de acuerdo a su volumen.	90
Tabla 5. Plan de capacitación para el Servicio de Patología del HNN.	97
Tabla 6. Cronograma para el desarrollo de las capacitaciones	99
Tabla 7. Escala de calificación del programa según el porcentaje obtenido.	107
Tabla 8. “Evaluaciones de exposición ocupacional a formaldehído”	108
Tabla 9. Evaluación de los controles técnicos, ingenieriles y administrativos.	109
Tabla 10. Evaluación de la vigilancia médica.	110
Tabla 11. Evaluación del EPR.....	112
Tabla 12. Evaluación de la capacitación.....	114
Tabla 13. Evaluación de la participación de los mandos superiores.	115
Tabla 14. Características del equipo portátil de extracción <i>Sentry Air Systems</i> [®]	118
Tabla 15. Características de la cámara de corte THERMO.	119
Tabla 16. Características de la cámara de corte Baygen.....	120
Tabla 17. Comparación de características de los ventiladores propuestos para el Laboratorio de Biopsias.....	121
Tabla 18. Equipos, materiales y accesorios de los sistemas de aire acondicionado.....	122
Tabla 19. Características de los respiradores de cara completa, media cara y accesorios recomendados para el Servicio de Patología.	123
Tabla 20. Características del dispensador de formalina Bigneat.	127
Tabla 21. Características del dispensador de formalina Baygen.	128
Tabla 22. Estimación del presupuesto requerido para la capacitación.....	129
Tabla 23. Datos métricos de las zonas por acondicionar.....	139
Tabla 24. Cálculo de la carga térmica por ocupación.	139
Tabla 25. Cálculo de carga térmica por conducción a través de estructura exterior.	140
Tabla 26. Cálculo de la carga térmica por radiación a través de vidrios.	140
Tabla.27. Cálculo de carga térmica por conducción en paredes interiores.	141
Tabla 28. Cálculo de carga térmica por ventilación en ambos laboratorios.	141

Tabla 29. Dimensionamiento de los ductos de inyección para la morgue.	142
Tabla 30. Cálculo de la caída de presión de la unidad manejadora de aire en la morgue. .	142
Tabla 31. Dimensionamiento de los ductos de extracción para la morgue.	142
Tabla 32. Cálculo de la caída de presión del extractor en la morgue.	143
Tabla 33. Dimensionamiento de los ductos de inyección para biopsias.	143
Tabla 34. Cálculo de la caída de presión de la unidad manejadora de aire en biopsias.	143
Tabla 35. Dimensionamiento de los ductos de extracción para biopsias.	143
Tabla 36. Cálculo de la caída de presión del extractor de aire en biopsias.	144

Definiciones

Hoja de seguridad (MSDS, por sus siglas en inglés): Es un documento que brinda el fabricante con información específica del producto, que incorpora la identificación de los peligros, composición química, medidas para la manipulación, transporte y primeros auxilios, entre otros.

Abreviaturas

ACGIH: *American Conference of Governmental Industrial Hygienists.*

EPR: Equipo de Protección Respiratoria.

NFPA: *National Fire Protection Association.*

NIOSH: *National Institute for Occupational Safety and Health.*

OSHA: *Occupational Safety and Health Administration.*

RACI: Matriz de Asignación de Responsabilidades

1. ASPECTOS GENERALES DEL PROGRAMA

1.1 Introducción

El formaldehído utilizado en el Servicio de Patología para la realización de las distintas tareas es un agente químico de gran riesgo para la salud ocupacional. Las exposiciones a altos niveles de esta sustancia por periodos cortos o prolongados producen diversos trastornos en la salud de las personas, pudiendo generar incluso varios tipos de cáncer, por ejemplo el cáncer nasofaríngeo.

En el Servicio de Patología del Hospital Nacional de Niños, a partir de las evaluaciones personales de exposición a formaldehído, se encontraron niveles de concentración superiores al límite de exposición recomendado por la NIOSH es de 0.016 ppm y también valores mayores al límite de 0.3 ppm establecido a nivel nacional. Es por esto que de acuerdo con la OSHA es importante el desarrollo e implementación de un programa de protección respiratoria, en el cual se incluyan las medidas necesarias para reducir tanto como sea posible la exposición ocupacional a sustancias tóxicas y contaminantes a las cuales los empleados se ven expuestos durante su jornada.

Además, las debilidades encontradas en cuanto a la gestión del EPR y la falta de capacitación sobre riesgos a la salud que genera la sustancia, así como la carencia de procedimientos seguros en caso de emergencia, en conjunto con la falta de sistemas de extracción eficientes, evidencian que es necesaria la planificación e intervención de un programa de protección respiratoria por la exposición ocupacional a formaldehído (PPREOF), en el cual se implementen intervenciones de control técnicas, ingenieriles y administrativas que permitan reducir los niveles de formaldehído en el ambiente y resguardar la salud de los trabajadores.

Este programa es un esfuerzo para proporcionar un ambiente de trabajo seguro y más saludable, que proteja a los trabajadores expuestos de los efectos adversos del formaldehído y que sus lineamientos permitan el cumplimiento de la organización con la legislación costarricense.

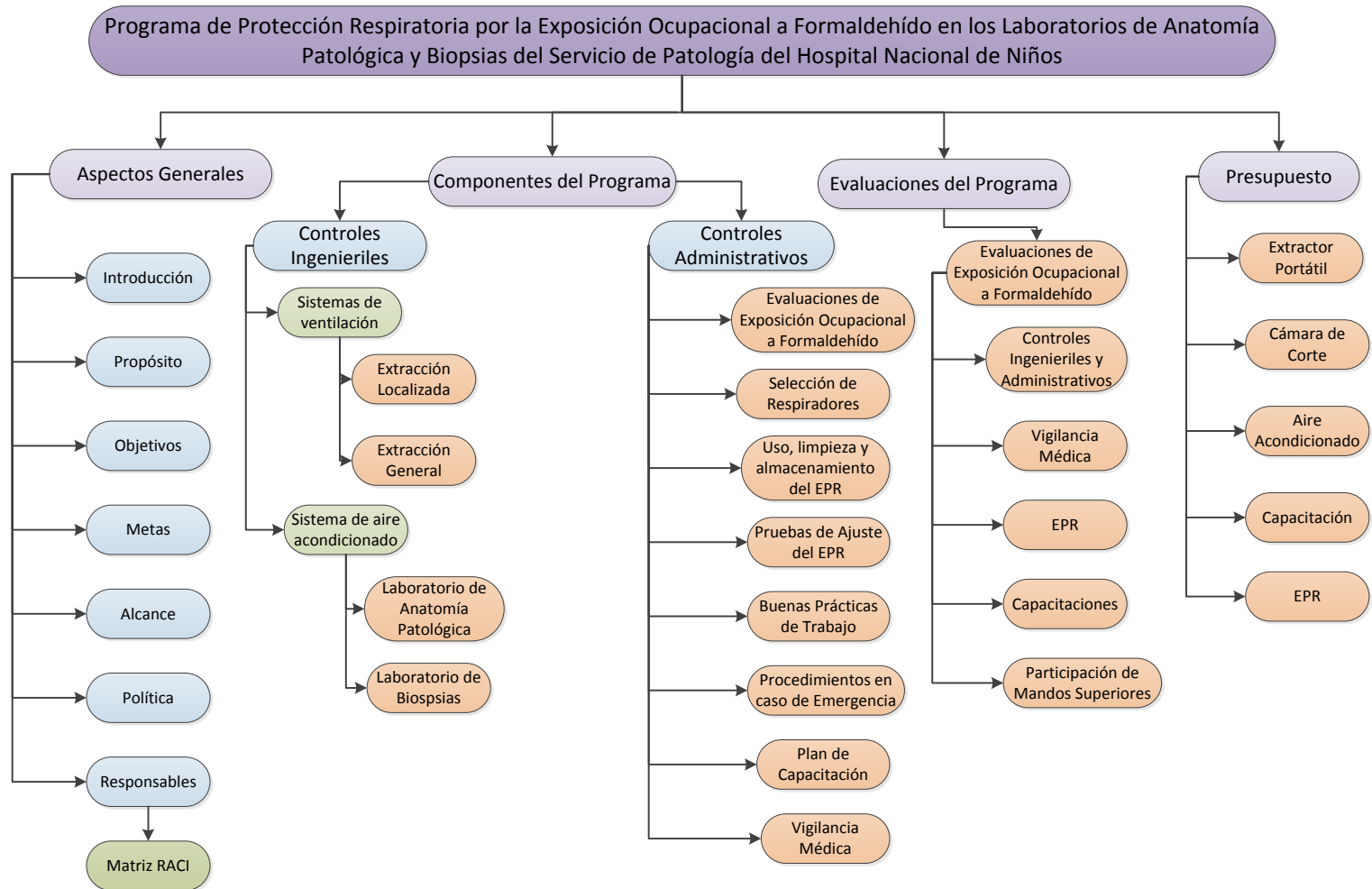


Figura 1. Propuesta Gráfica del Programa

Fuente: La autora.

1.2 Propósito

El programa de protección respiratoria por exposición ocupacional a formaldehído (PPREOF), se establece para minimizar las probabilidades de que los colaboradores del Servicio de Patología desarrollen enfermedades inducidas por la exposición a formaldehído.

1.3 Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Prevenir enfermedades inducidas por los factores de exposición ocupacional a formaldehído en el Servicio de Patología.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Proponer medidas de intervención técnicas, ingenieriles y administrativas que permitan reducir y controlar los niveles de vapores de formaldehído en el ambiente laboral del Servicio de Patología.
- Brindar una propuesta de capacitación en temas relacionados con la exposición ocupacional a formaldehído en el Servicio de Patología.
- Ofrecer una propuesta de procedimientos seguros de trabajo cuando implique el uso de formaldehído.
- Plantear procedimientos en caso de intoxicación y derrame del formaldehído.
- Establecer los lineamientos necesarios que se deben contemplar para la evaluación del desempeño del presente programa.

1.4 Metas

- Informar por medio de capacitaciones al 100% de los trabajadores expuestos directamente al formaldehído del Servicio de Patología sobre el riesgo que representa a la salud la exposición ocupacional a este químico.
- Seleccionar adecuadamente el equipo de protección respiratoria para contar con el factor de protección requerido.

- Disminuir al máximo posible la exposición ocupacional a formaldehído por medio de la implementación de controles administrativos e ingenieriles.

1.5 Alcance y limitaciones

1.5.1. Alcance:

El presente programa de protección respiratoria, según lo establece el 29 CFR 1910.134 *Respiratory Protection* de OSHA, cubre a todos los empleados que se exponen a materiales o sustancias tóxicas en el lugar de trabajo. Por lo tanto, este programa está dirigido a todos los trabajadores que laboren en el Servicio de Patología, que pueden estar expuestos a formaldehído en la realización de sus tareas.

1.5.2. Limitaciones:

Si existiera otro agente químico, se deberá realizar un análisis de las condiciones laborales y plantear un nuevo programa que se ajuste según las necesidades que sean encontradas, sin afectar las recomendaciones establecidas en este programa para prevenir la exposición ocupacional a formaldehído.

1.6 Política

Es necesario que el programa se apoye en una política general definida por la Dirección Administrativa del hospital. A continuación se presenta una propuesta de política, para que pueda ser implementada en el Hospital Nacional de Niños, y por ende en el Servicio de Patología.

“El Hospital Nacional de Niños brinda servicios de atención médica a todos los niños que lo requieran, además está comprometido con la protección y seguridad de sus trabajadores, manteniendo un ambiente de trabajo seguro y saludable con el fin de prevenir lesiones y enfermedades laborales”.

1.7 Asignación de responsabilidades

A continuación se señalan las funciones generales de los responsables en el programa propuesto.

1.7.1. Dirección Administrativa (empleador)

- Autorizar una evaluación médica a los empleados, al menos una vez al año.
- Permitir la realización de las pruebas de ajuste de los equipos de protección respiratoria, al menos una vez cada seis meses.
- Proporcionar respiradores, partes de reemplazo, cartuchos y filtros.
- Proveer lo necesario para limpiar y guardar los respiradores.
- Proporcionar etiquetas y Hojas de Datos Sobre la Seguridad de los Materiales (MSDS).
- Brindar los recursos monetarios necesarios para la implementación del programa.

1.7.2. Departamento de proveeduría

- Deberá solicitar al proveedor de la formalina la hoja de datos de seguridad de la sustancia (MSDS).
- Verificar que las etiquetas estén en idioma español y que éstas contienen el rombo de la NFPA 704: Identificación y rotulado de productos peligrosos.

1.7.3. Del Supervisor (Jefe del Servicio):

- Asegurar que todos los trabajadores (incluidos todos los nuevos empleados) reciban la formación en cuanto a las pruebas de ajuste de los EPR.
- Hacer énfasis a los trabajadores de las tareas que requieren el uso de protección respiratoria.
- Verificar que se realicen las actividades establecidas en el programa, y así detectar deficiencias que deben ser mejoradas.

1.7.4. Del trabajador:

- Respetar los cambios que involucra la implementación del programa.
- Participar en forma activa en el proceso de implementación del programa, para lograr brindarle mejoras a éste.
- Asistir a las capacitaciones planteadas en el desarrollo del programa.
- Usar, cuidar y mantener los respiradores según las instrucciones especificadas en el programa y por el fabricante.
- Informar al supervisor si el respirador ya no encaja bien o si es necesario remplazo del mismo o de partes de éste.
- Seguir los procedimientos de trabajo que se proponen cuando se implique el uso de formalina.
- Cumplir con los procedimientos en caso de emergencia, si se llegara a presentar alguna.
- Atender las disposiciones de higiene y seguridad en el área de trabajo.

1.7.5. Oficina de Salud Ocupacional:

- Desarrollar las actividades necesarias para el cumplimiento de los objetivos del presente programa.
- Garantizar la disponibilidad de los respiradores y los accesorios.
- Coordinar junto con el jefe del Servicio, los muestreos del formaldehído en el aire establecidos en el programa.
- Contratar a un laboratorio especializado para la toma y análisis de muestras de exposición ocupacional a formaldehído.
- Desarrollar e implementar las medidas de control necesarias con el fin de minimizar el riesgo de exposición, sean éstas de carácter ingenieril o administrativo.
- Mantener una capacitación continua sobre la prevención de riesgos de exposición a agentes químicos en las zonas de trabajo.
- Informar al personal expuesto en relación con el análisis de resultados de los muestreos realizados en el Servicio.

1.7.6. Departamento de Ingeniería y Mantenimiento:

- Revisión frecuente de los sistemas de ventilación de ambos laboratorios, así como la revisión periódica de los equipos instalados.
- Brindar el mantenimiento correctivo a los equipos y sistemas.
- Corregir aquellos sistemas de ventilación deficientes que impidan la renovación continua del aire en los lugares de trabajo que presenten este tipo de problemas.
- Instalar el sistema de aire acondicionado que se requiera para asegurar una buena regulación de la temperatura de trabajo.

1.7.7. Consultorio médico:

- Realizar exámenes médicos específicos al sistema respiratorio (espirometrías y radiografías de tórax, entre otros) de los trabajadores, que valoren los efectos propios de la exposición a formaldehído.
- Informar por medio escrito a la Oficina de Salud Ocupacional sobre los resultados de los mismos.
- Informar a los trabajadores sobre los resultados obtenidos en cada examen médico realizado.

Este documento cuenta con una estructura de desglose de trabajo (ver apéndice 1) que contempla los diferentes componentes del programa, a partir del desglose de las actividades se presenta en la tabla 1, la Matriz de Asignación de Responsabilidades (RACI, por sus siglas en inglés) que resume las responsabilidades de los involucrados directos dentro del programa.

Tabla 1. Matriz de asignación de responsabilidades del programa.

ID EDT	ACTIVIDADES	INVOLUCRADOS								
		E	DA	DP	JS	T	OSO	DI M	CM	L
1	Revisión y aprobación del programa									
1.1	Entrega del documento del programa	R								
1.2	Análisis y revisión del documento del programa	C	A/P		A/P		R	P		
1.3	Aprobación del programa		R		P		P			
2	Divulgación									
2.1	Informar a los jefes de Servicio o Departamentos	P			P		R			
2.2	Informar a los trabajadores	P			P		R			
3	Ejecución del programa									
3.1	Aprobación de los fondos económicos para la implementación del programa		R		I		I			
3.2	Proveer las MSDS de la formalina.				R		P			
3.2.1	Verificar que el proveedor de formalina entregue las MSDS de la formalina.			R			P			
3.2.2	Asegurar que los trabajadores saben interpretar la MSDS.	P			P		R			
3.3	Incorporación de los nuevos EPR		R	P/A	P/A	C	P/A			
3.3.1	Brindar un respirador por trabajador		R		A/P	C	A			
3.3.2	Verificar que cada respirador tiene un adecuado lugar para su almacenamiento		R		C	C	P/A			
3.3.3	Comprobar que cada respirador tiene los cartuchos espaciales para formaldehído				C	C	R			
3.3.4	Llenado de las fichas de entrega de cada respirador por trabajador.		I		I	C	R			
3.4	Capacitaciones		P/A		P/A		R			
3.4.1	Coordinación de capacitaciones		I		P/A	I	R			
3.4.2	Contratar profesional que imparta las capacitaciones de emergencia con el formaldehído		I		I	I	R			
3.4.3	Impartir las capacitaciones		I		I	I	R			
3.4.4	Brindar refrescamientos a los trabajadores de manera periódica.		I		A	C	R			

ID EDT	ACTIVIDADES	INVOLUCRADOS								
		E	DA	DP	JS	T	OS O	DI M	CM	L
3.5	Incorporación del equipo especializado para el trabajo con formalina		R		P/A		P/A	P/A		
3.5.1	Verificar que los equipos que se adquieran son los correctos				P/A		P/A	R		
3.5.2	Instalación de los equipos en ambos laboratorios.		A		A	P	A	R		
3.6	Incorporación de los procedimientos de trabajo cuando implique el uso de formalina.		P/A		P/A	I	R			
3.6.1	Revisión de procedimientos del programa				P/A	I	R			
3.7	Implementar las duchas de emergencia y lavajos		A		P/A		P	R		
3.7.1	Verificar que las duchas y lavajos funcionan correctamente		I		I	I	A	R		
3.8	Vigilancia médica				P/A	P	A		R	
3.8.1	Sacar la cita en AIT				I/A	R	I		A	
3.8.2	Otorgar el permiso para que los trabajadores asistan a las citas				R	C	I		A	
3.8.3	Informar a la Oficina de Salud Ocupacional el resultado de los exámenes realizados						I		R	
3.8.4	Informar a los trabajadores los resultados de sus exámenes					I	C		R	
4	Evaluación del programa									
4.1	Evaluación de la incorporación de todos los elementos del programa				P	P	R	P	P	
4.1.1	Evaluaciones de formaldehído		I		P/A	P	R			
4.1.1.1	Contratación de laboratorio calificado para la toma de muestras						R			
4.1.1.2	Entregar resultados de las muestras tomadas				I		I			R
4.1.2	Evaluaciones de la implementación de los controles de ingeniería				P	P	R	P		
4.1.3	Evaluaciones de las capacitaciones impartidas				P	P	R			
5	Actualización del programa									

ID EDT	ACTIVIDADES	INVOLUCRADOS									
		E	DA	DP	JS	T	OSO	DIM	CM	L	
5.1	Realización de los ajustes al programa con base en la calificación obtenida a partir de las evaluaciones.		I/A				R				
Notas											
1. Abreviaturas de los involucrados: E: Estudiante DA: Dirección Administrativa DP: Departamento de Proveeduría JS: Jefe de Servicio T: Trabajador OSO: Oficina de Salud Ocupacional DIM: Departamento de Ingeniería y Mantenimiento CM: Consultorio Médico L: Laboratorio para toma de muestras		2. Abreviaturas de las responsabilidades R: Responsable A: Aprueba C: Consulta I: Informa P: Participa									

Fuente: La autora.

2. ELEMENTOS DEL PROGRAMA DE PROTECCIÓN RESPIRATORIA

Los aspectos generales que contempla el programa de protección respiratoria se especifican a continuación:

2.1. Controles Ingenieriles

2. 1.1. Sistemas de ventilación forzada

2.1.1.1. Laboratorio de Anatomía Patológica.

2.1.1.2. Laboratorio de Biopsias.

2.1.2. Sistemas de aire acondicionado.

2.2. Controles Administrativos

2.2.1. Evaluaciones de exposición ocupacional a formaldehído.

2.2.2. Selección de los respiradores.

2.2.3. Uso, almacenamiento y limpieza del EPR.

2.2.4. Pruebas de ajuste del EPR.

2.2.5. Buenas prácticas de trabajo en tareas donde se requiera el uso de formaldehído.

2.2.6. Procedimientos en caso de emergencia con el uso de formaldehído.

2.2.7. Plan de capacitación sobre el EPR, buenas prácticas de trabajo y riesgos del formaldehído.

2.2.8. Vigilancia médica.

2.3. Evaluación del programa

2.4. Presupuesto del programa

PROGRAMA DE PROTECCIÓN RESPIRATORIA:

El presente programa de protección respiratoria está orientado a reducir las posibilidades de que los trabajadores del Servicio de Patología del Hospital Nacional de Niños desarrollen alguna enfermedad en el futuro por la exposición ocupacional a formaldehído.

2.1. CONTROLES INGENIERILES

2.1.1. *Sistemas de Ventilación*

2.1.1.1. *Introducción*

La calidad del aire en los centros de trabajo es muy importante; esto se refiere a condiciones físicas, químicas o biológicas en el interior de un recinto que si no se controlan pueden afectar tanto la comodidad del trabajador como su salud.

Es por esto que se vuelve importante la instalación de sistemas de ventilación y extracción, para evitar la acumulación de contaminantes en el ambiente de trabajo, y de esta manera, prevenir enfermedades futuras en los colaboradores.

2.1.1.2. *Objetivo*

Realizar una propuesta de los sistemas o equipos de ventilación y extracción en el Laboratorio de Biopsias y Anatomía Patológica del Servicio de Patología.

2.1.1.3. *Alcance*

La presente propuesta de sistemas de ventilación y extracción sólo está diseñada para los laboratorios descritos.

2.1.1.4. *Responsabilidades*

- i. Supervisor (jefe de Servicio)
 - Solicitar ante la Dirección Administrativa del Hospital el financiamiento para la instalación de los sistemas o equipos requeridos para los laboratorios.
 - Velar porque los equipos que se instalen sean realmente los adecuados para suplir las necesidades.

- ii. Departamento de Ingeniería y Mantenimiento
 - Realizar la instalación de los equipos, o en su defecto contratar a una empresa calificada para que realice esta labor.

- iii. Trabajadores

- Cuidar el equipo instalado y trabajar de acuerdo a las especificaciones del mismo.
 - Reportar cualquier avería del equipo de forma inmediata para su respectivo mantenimiento.
- iv. Oficina de Salud Ocupacional.
- Dar apoyo a la Jefatura del Servicio en la búsqueda de fondos para la implementación de los sistemas de ventilación.
 - Verificar que los equipos a instalar son los adecuados, para suplir las necesidades.

2.1.1.5. *Contenido*

A continuación se presenta la propuesta para la implementación del sistema de ventilación en el Servicio de Patología, específicamente para el Laboratorio de Anatomía Patológica (morgue) y el Laboratorio de Biopsias.

A. Laboratorio de Anatomía Patológica

Debido a que en esta sección las renovaciones de aire son las adecuadas de acuerdo con la norma INTE 31-08-08-97: Ventilación en los lugares de trabajo, no es necesario rediseñar todo el sistema de inyección y extracción. Sin embargo, es necesario adquirir un sistema de extracción localizada, para evitar la propagación del contaminante por todo el recinto, antes de ser evacuado.

El funcionamiento de los sistemas portátiles consiste en que el gas o el vapor entran a través de una campana colocada en el extremo de un ducto flexible, y fluyen por éste hasta el colector. A medida que el aire viciado pasa a través de los filtros, el contaminante es capturado y se recoge en la superficie exterior de los filtros.

En la tabla 15 de la sección de presupuesto se muestran las características de un posible equipo de extracción portátil que se puede implementar en el Servicio, como el que se muestra en la siguiente figura.



Figura 2. Equipo de extracción portátil.

Fuente: Sentry Air Systems, 2015.

De la tabla 15 se observa que el equipo maneja un amplio rango de caudales; sin embargo, para la aplicación para la cual está destinado, se recomienda utilizar un caudal de 950 cfm, para que cumpla con los requisitos de velocidad de captación establecidos en la INTE 31-08-08-97: Ventilación en los lugares de trabajo. Esta norma especifica que para gases o vapores generados en ambientes tranquilos (con poco movimiento de aire), la velocidad de captación mínima debe ser de 0.3 m/s, (59.03 ft/min).

Para el caso particular de Costa Rica, se trabaja con una frecuencia de 60 Hz; de acuerdo con la ficha técnica del fabricante, si se desea esta frecuencia, es necesario que el equipo trabaje a 115 V y 2 Amperios.

Para poder determinar la distancia de colocación del equipo del punto de generación del gas, se aplica la fórmula presente en el Manual de Ventilación Industrial de la ACGIH (1998), la cual se indica a continuación:

$$Q = V(10 X^2 + A)$$

En donde:

Q = Caudal en ft³/min (cfm).

V = Velocidad en ft/min.

X = Distancia entre el punto de generación y el de extracción en ft.

A = Área de abertura de la campana en ft².

D = Diámetro de la campana en ft.

Entonces:

$$950 \frac{ft^3}{min} = 59.03 \frac{ft}{min} * (10 * (X ft)^2 + (0.1134 ft^2))$$

$$X = \sqrt{\frac{(950 \div 59.03) - 0.1134}{10}}$$

$$X = 1.26 ft$$

Esta distancia equivale aproximadamente a 40 cm.

Por lo tanto, cada vez que se vaya a utilizar el equipo, se debe colocar a una distancia máxima de 40 cm con un caudal de 950 cfm. De esta manera se asegura la velocidad de captación mínima.

B. Laboratorio de Biopsias

Para esta sección del Servicio se requiere la instalación de un sistema de extracción general, aparte de la cámara de corte (que posee la extracción localizada de 5m/s). Como la que se muestra en la siguiente figura:



Figura 3. Cámara de corte.

Fuente: Thermo, 2015.

Para ver las especificaciones de este equipo ver tablas 16 y 17 de la sección de presupuesto.

De acuerdo con la norma INTE 31-08-08-97: Ventilación en los lugares de trabajo y la norma DIN 1946: Estándar de Ventilación, para un laboratorio se requiere un mínimo de 10 cambios de aire por hora.

Con las dimensiones de este laboratorio y las mediciones de aire realizadas se determinó un caudal requerido de extracción de 438.9 m³/h. El mismo se obtuvo calculando un incremento del 10% en el caudal de ingreso, esto con el fin de garantizar un mínimo de presión negativa, que sea efectiva.

Por lo tanto, se buscó un extractor que cumpliera con un mínimo de 500 m³/h o bien 300 cfm. Para este caso no se consideró pérdida por presión estática debido a que no se requiere la instalación de ductos.

Se seleccionaron dos posibles equipos, los cuales se muestran a continuación:

Equipo 1. HCD-20-4M, SODECA.

- Hélice de aluminio.
- Marco con acabado anticorrosivo de resina de poliéster.
- Temperatura de trabajo: -25 °C a 50 °C.



Figura 4. Ventilador axial SODECA.

Fuente: Catálogo SODECA, 2013.

Equipo 2. S1-8-440D, Greenheck.

- Hélice de aluminio.
- Marco de hierro galvanizado (anticorrosivo).
- Temperatura de trabajo: máximo 43 °C.

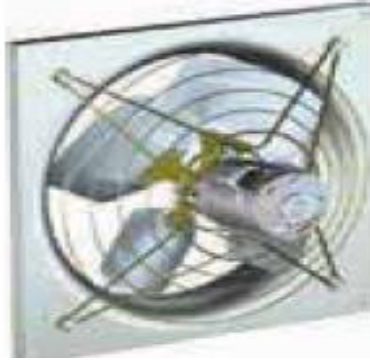


Figura 5. Ventilador axial Greenheck.

Fuente: Catálogo Greenheck, 2015.

En la tabla 18 de la sección de presupuesto, se encuentra una comparación de las características de ambos equipos.

A pesar de que ambos equipos son muy similares, se recomienda adquirir el equipo de Greenheck, ya que este equipo con una menor potencia alcanza y supera el caudal de extracción requerido para el Laboratorio de Biopsias (300 cfm), lo que se traduce en un menor costo operativo.

C. Programa de mantenimiento preventivo

A continuación se presentan los aspectos básicos que debe contener un programa de mantenimiento preventivo. Es importante mencionar que este tipo de programas son responsabilidad del Departamento de Ingeniería y Mantenimiento del hospital.

1. PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS EXTRACTORES

1.1. Introducción

El mantenimiento preventivo se basa en establecer y realizar inspecciones de forma planificada, programada y controlada para detectar deficiencias y corregirlas. Este protocolo requiere de un seguimiento detallado, por lo tanto se debe inspeccionar que el equipo funcione correctamente de manera periódica, con el fin de crear una mentalidad preventiva en las personas que ejecutan los trabajos de mantenimiento, ya que las inspecciones deben realizarse a conciencia, de manera que se puedan detectar las deficiencias de los trabajos efectuados.

1.2 Operaciones de mantenimiento

- a. Se realizarán como mínimo las siguientes operaciones de mantenimiento preventivo:
 - ✓ Revisión visual de componentes mecánicos.
 - ✓ Revisión del estado de los filtros de aire (cambiar en caso de ser necesario).
 - ✓ Revisión de los rodamientos del motor.
 - ✓ Lubricación de los rodamientos del motor.
 - ✓ Revisión de fajas (cambiar si es necesario).
 - ✓ Limpieza de aspas.
 - ✓ Revisión eléctrica general.
 - ✓ Ajuste de tornillos.
 - ✓ Ajuste de elementos móviles y revisión de vibraciones.
 - ✓ Revisión general del estado de corrosión del equipo, se debe utilizar pintura anticorrosiva del mismo color del equipo en caso de ser necesario.

- b. La frecuencia con que se realizarán estas operaciones de mantenimientos será de una intervención cada tres meses como mínimo.

Los registros de cada una de las revisiones se llevarán a cabo en una ficha como la que se muestra en el apéndice 2. Además, estos registros se deberán mantener por un período no menor a cinco años.

2. PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA CÁMARA DE CORTE

Se realizarán como mínimo las siguientes operaciones de mantenimiento preventivo:

- ✓ Revisión visual de todos los componentes de equipo.
- ✓ Revisión del estado de las mangueras (sin quebraduras ni fugas).
- ✓ Limpieza de las boquillas de dispensado con toallas de polipropileno para evitar acumulación de producto.
- ✓ Revisión eléctrica general.
- ✓ Ajuste de tornillos.
- ✓ Revisión del estado de los filtros de aire (cambiar en caso de ser necesario).
- ✓ Revisión del motor (extractores de aire).
 - Lubricación de los rodamientos del motor.
 - Revisión de fajas (cambiar si es necesario).
 - Limpieza de aspas.
- ✓ Revisión eléctrica general.

La frecuencia con que se realizarán estas operaciones de mantenimiento será de una intervención cada mes como mínimo.

Los registros de cada una de las revisiones se llevarán a cabo por un técnico del DIM, por medio de una ficha como la que se muestra en el apéndice 3. Además, estos registros se deberán mantener en el DIM de por un período no menor a cinco años.

D. Mantenimiento Correctivo

En caso de que alguno de los equipos requiera de un mantenimiento de carácter correctivo, es necesario que el trabajador haga el reporte de la avería al Departamento de Ingeniería y Mantenimiento del hospital.

Una vez recibido el reporte en este departamento, es su responsabilidad brindar el adecuado tratamiento a los equipos o bien llamar a la empresa contratista encargada de la revisión de estos sistemas.

2.1.2 Sistema de Aire Acondicionado

2.1.2.1. Introducción

El acondicionamiento de los lugares de trabajo tiene como finalidad proporcionar el confort y aportando al bienestar de la salud de las personas. El acondicionamiento consiste en tratar el aire, con el fin de mantener las condiciones de temperatura, humedad y limpieza. Para el caso específico de laboratorios, la manipulación del aire es con el objetivo de evitar la concentración de atmósferas peligrosas para la salud.

2.1.1.2. Objetivo

Brindar una propuesta de diseño de aire acondicionado para los laboratorios de biopsias y anatomía patológica del Servicio de Patología del HNN.

2.1.1.3. Alcance

El presente diseño sólo podrá ser aplicado a los laboratorios mencionados; si se quisiera instalar un sistema similar en cualquier otra área del Servicio o el Hospital, es necesario un nuevo estudio para determinar las cargas térmicas.

2.1.1.4. Responsabilidades

i. Supervisor (jefe de Servicio)

- Solicitar ante la Dirección Administrativa del Hospital el financiamiento para la instalación del sistema de aire acondicionado requerido para cada laboratorio.
- Velar porque los equipos que se instalen sean realmente los adecuados para suplir las necesidades.

i. Departamento de Ingeniería y Mantenimiento

- Realizar la instalación de los equipos, o en su defecto contratar a una empresa calificada para que realice esta labor.

ii. Trabajadores

- Cuidar el equipo instalado y trabajar de acuerdo a las especificaciones del mismo.
- Reportar cualquier avería del equipo de forma inmediata al Departamento de Ingeniería y Mantenimiento para su respectivo tratamiento.

2.1.1.5. Contenido

A. Definiciones

Calor latente: Es la energía que absorbe una sustancia para cambiar de estado, de sólido a líquido o de líquido a gaseoso.

Calor sensible: Es el calor necesario para llevar el aire de una temperatura a otra. No hay cambio en la humedad del aire.

Carga externa: Son todas las cargas térmicas de calor sensible provenientes del exterior, que inciden por medio de ventanas, paredes o techos.

Carga interna: Es la carga térmica proveniente de la acción de los elementos que se encuentran dentro del recinto como lo son luces, personas y equipos.

Carga térmica: Cantidad total de energía que debe ser eliminada por el mecanismo de refrigeración por unidad de tiempo, para mantener el confort térmico. Se mide en BTU/hora.

Carta Psicométrica: Es una herramienta que muestra las propiedades del aire (mezcla de aire seco y vapor de agua) de forma gráfica.

Confort térmico: Se puede definir como el estado de comodidad ambiental de una persona. Depende de la temperatura, la humedad, el movimiento y la pureza del aire.

Humedad específica: Cantidad de agua que contiene una determinada masa de aire.

Humedad relativa: Es el porcentaje de saturación del volumen específico del aire a una temperatura específica. Es por esto que la humedad relativa depende de la temperatura y la presión.

Temperatura de bulbo húmedo: Es la medida de la temperatura con un termómetro de mercurio, cuyo bulbo se encuentra envuelto por un pequeño paño de algodón que se encuentra húmedo.

Temperatura de bulbo seco: Es la medida de la temperatura con un termómetro convencional de mercurio, cuyo bulbo se encuentra seco.

B. Aspectos para el diseño del aire acondicionado

1. Identificación de las zonas por acondicionar.
2. Levantamiento de datos métricos.
 - Área de ventanas.
 - Área de paredes expuestas al exterior.
3. Levantamiento de cargas por ocupación.
 - Cantidad de personas en el recinto.
 - Equipos dentro del local.
 - Cantidad de luminarias presentes en el lugar.
4. Condiciones interiores de diseño.
5. Condiciones exteriores y ubicación geográfica.
6. Conducción a través de estructura exterior.
7. Conducción a través de los vidrios.
8. Conducción a través de estructura interior.
9. Requerimientos de ventilación.
10. Diseño de la red de ductos.
11. Selección de equipos.

Nota: Las fórmulas y tablas utilizadas para el diseño de este sistema de aire acondicionado fueron tomadas de los capítulos 6 y 7 del libro *Air Conditioning Principles and Systems* de Eward G, Pita (2002). Cuarta edición.

C. Diseño del sistema de aire acondicionado

1. Zonas por acondicionar.

La siguiente figura muestra el croquis de todo el Servicio de Patología; sin embargo, solamente las zonas delimitadas con líneas azules que corresponden a la sala de autopsias (Laboratorio de Anatomía Patológica) y la sala de biopsias (Laboratorio de Biopsias) fueron seleccionadas para ser acondicionadas.

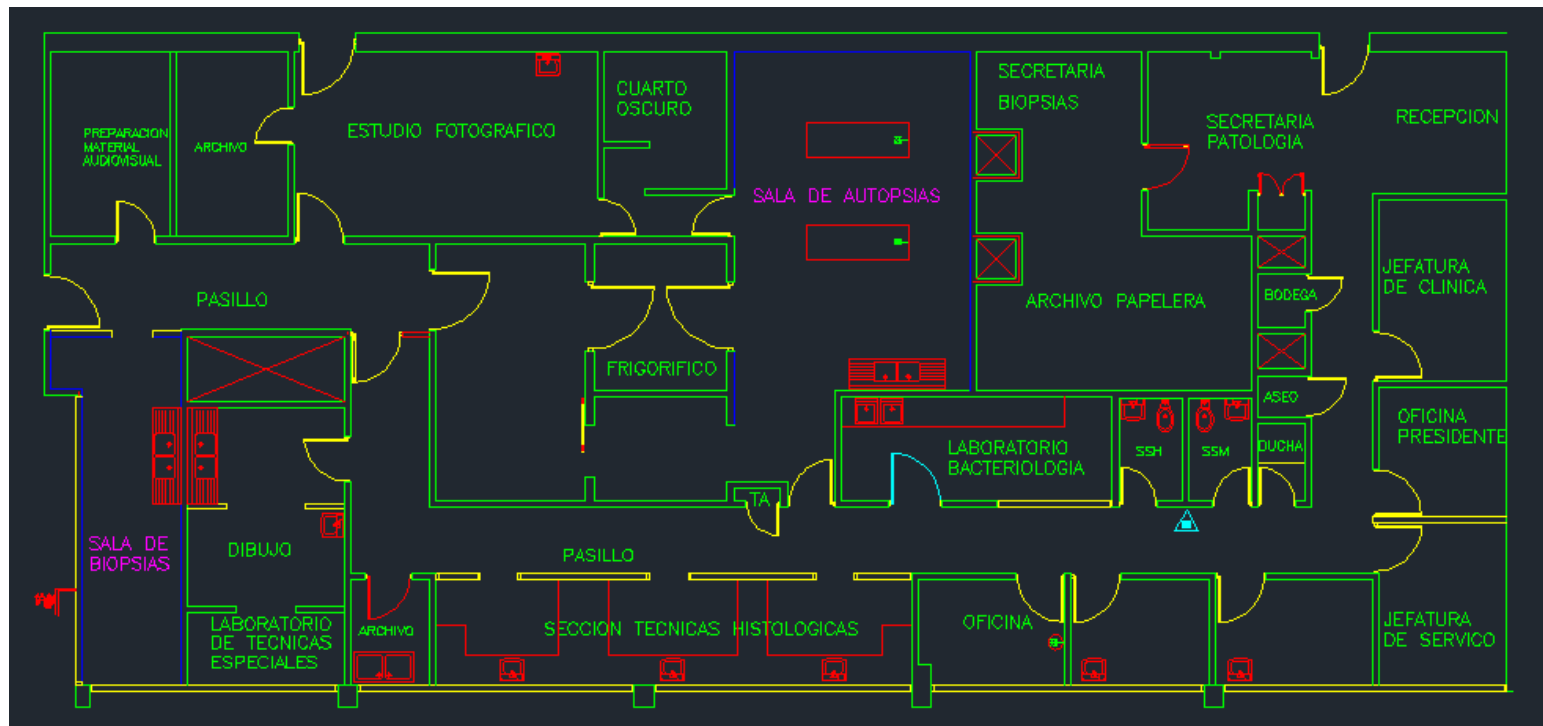


Figura 6. Zonas consideradas para el acondicionamiento.

Fuente: La autora.

2. Levantamiento de datos métricos

Se realizaron mediciones del área de ventanas y paredes que están expuestas al exterior. También se consideraron los materiales constructivos de paredes, vidrios, pisos y demás superficies. En la tabla que se muestra en el apéndice 4 se resumen los datos obtenidos.

3. Levantamiento de cargas por ocupación

Para la elaboración de este apartado se tomó en cuenta el calor generado por las personas, por los diferentes equipos y las luminarias de cada laboratorio.

Para el caso de las personas se debió tomar en cuenta dos calores diferentes, uno sensible y otro latente. Para determinar la carga de calor se utilizaron las siguientes fórmulas:

3.1. Calor sensible

$$Qs = qs * n * FCE$$

Donde,

n = Número de personas.

qs = Ganancia de calor sensible. (Anexo 1).

FCE = Factor de carga de enfriamiento = 1.

3.2. Calor latente

$$Ql = ql * n$$

Donde,

n = Número de personas.

ql = Ganancia de calor latente (Ver Anexo 1).

Además, se determinó la carga por iluminación por medio de la siguiente fórmula:

$$Qs = 3.41 * W * FB * FCE$$

En donde,

W = Potencia en watts.

FB= Factor de balastro = 1.

FCE = Factor de carga de enfriamiento = 1.

Por último, se determinaron las cargas debido al uso de los diferentes equipos en los laboratorios; por medio de las siguientes fórmulas:

$$Qs = \sum_{i=1}^n qs ; \quad Ql = \sum_{i=1}^n ql$$

Los valores qs y ql son dados por el fabricante, en watts; para poder determinar cuánto es ese valor en BTU/h, se multiplica por el factor de conversión de 3.41. Los datos obtenidos se resumen en la tabla del apéndice 5.

4. Condiciones interiores de diseño

El objetivo primordial de este diseño es controlar las emanaciones de formaldehído; es por esto que se deben tomar en cuenta ciertas consideraciones.

Asumiendo que el formaldehído se comporta como un gas ideal, se puede aplicar la ley de los gases ideales, la cual se presenta a continuación:

$$Pv = nRT$$

Donde;

P = Presión absoluta del gas.

R = Constante de gas ideal.

v = Volumen específico del gas.

T = Temperatura.

n = Número de moles

Como se puede observar, el volumen del gas es proporcional a su temperatura, por lo cual entre más baja esté la temperatura, menor será la capacidad de difundirse y ocupar grandes espacios dentro del recinto.

Sin embargo, no se puede dejar de lado el confort térmico de las personas que trabajan con la sustancia. La normativa de ASHRAE, establece que el confort se encuentra entre los 20 y 24 °C. Es por este motivo que para la propuesta de este sistema de aire acondicionado se tomó como valor de diseño 20 °C, esto con el fin de reducir las emanaciones del formaldehído, pero sin comprometer el confort térmico de los trabajadores de ambos laboratorios.

Además, se tomó como humedad relativa de diseño 50%, ya que la ASHRAE considera un rango de 40 y 60% para asegurar el confort de los ocupantes del lugar.

5. Condiciones exteriores y ubicación geográfica

Para definir las condiciones exteriores de temperatura y humedad relativa del aire, se analizó la información de temperaturas máximas, mínimas y promedios de los distintos meses del año, con base en el historial del Instituto Meteorológico Nacional, en la estación de Aranjuez en San José, 10 ° latitud norte.

Con base en lo anterior y otros estudios realizados, se diseñó para el caso más crítico, cuando la temperatura alcanza valores máximos, por lo que se escogieron los días del mes de marzo a las 14:00 horas.

6. Conducción a través de estructura exterior

A continuación se presenta la cantidad de calor sensible adquirido por conducción de paredes exteriores que debe ser evacuado por el sistema de aire acondicionado. Los valores se obtuvieron aplicando la siguiente fórmula:

$$Q = U * A * DTCEe$$

En donde,

U = Coeficiente general de conducción de calor (BTU/h ft² °F) (Ver Anexo 2).

A = Área (ft²).

La DTCEe se obtiene por medio de la siguiente fórmula,

$$DTCEe = ((DTCE + LM) * K + (78 - tr) + (to - 85)) * f$$

En donde,

DTCE= Diferencia de temperatura de enfriamiento en °F (Se obtuvo de los anexos 3 y 4, techos y paredes respectivamente).

LM = Corrección para latitud y mes. Para Costa Rica se utiliza 10° latitud norte, en el mes de marzo. Por lo que el factor es igual a 1.

K = 1. Factor de corrección por el color de las paredes.

To = Temperatura exterior.

f = 1. Cielos ventilados.

Tr = Temperatura requerida del recinto.

En la tabla del apéndice 6 se muestran los resultados obtenidos.

7. Conducción a través de los vidrios

A continuación se presenta la cantidad de calor sensible adquirido a través de los vidrios que debe ser evacuado por el sistema de aire acondicionado. Los valores se obtuvieron aplicando la siguiente fórmula:

$$Q = FGCS * A * CS * FCE$$

En donde,

A = Área en ft².

CS = Coeficiente de sombreado

(Ver Anexo 6)

FGCS = Factor de ganancia máxima de calor en BTU/h ft² (Ver Anexo 5)

FCE = Factor de carga de enfriamiento para el vidrio (Ver Anexo 7).

En la tabla del apéndice 7, se muestran los resultados obtenidos.

8. Conducción a través de estructura interior

A continuación se presenta la cantidad de calor sensible adquirido a través de las paredes interiores. Los valores se obtuvieron aplicando la siguiente fórmula:

$$Q = U * A * DT$$

En donde,

U = Coeficiente general de conducción de calor (BTU/h ft² °F) (Ver Anexo 2).

A = Área en ft².

DT = Diferencia de temperatura entre recintos.

Los resultados se muestran en la tabla del apéndice 8.

9. Requerimientos de ventilación

Al igual que para el caso de cargas por ocupación por las personas, cuando se calcula el calor de los requerimientos de ventilación se debe calcular un calor sensible y otro latente. Para determinar la carga de calor se utilizaron las siguientes fórmulas:

3.2.1.1.1.1.1. Calor sensible

$$Q_s = 1.1 * CFM * CT$$

En donde,

CFM = Volumen de aire.

CT = Cambio de temperatura (Te-Ti)

3.2.1.1.1.1.2. Calor latente

$$Q_l = 0.68 * CFM * (w_2 - w_1)$$

En donde,

CFM = Volumen de aire.

W₂ – W₁ = Cambio en la relación de humedad (lb agua/ lb as) (Ver Anexo 8).

Con todos los datos anteriormente mencionados se elaboró la tabla resumen que se muestra en el apéndice 9.

Una vez obtenidos todos los calores individuales descritos anteriormente se obtuvo la cantidad de calor total en BTU/H que se requiere extraer de ambos recintos.

Para poder hacer una selección de equipos, es necesario determinar las toneladas de refrigerante que debe aportar el equipo, para asegurar que el acondicionamiento funciona de manera correcta; es por esto que el resultado total en BTU/H fue dividido entre el factor de conversión de 12 000.

Tabla 2. Cálculo de carga térmica total del sistema de refrigeración.

Laboratorio	Total BTU/h	Total ton refrigerante
Morgue	45487.57	4
Biopsias	24412.74	2

Fuente: La autora.

Como se puede apreciar de la tabla anterior, se requiere un equipo de 4 toneladas de refrigerante para la morgue, y uno de 2 toneladas para el Laboratorio de Biopsias, esto para lograr una evacuación eficiente del calor de ambos recintos.

10. Diseño de la red de ductos

Con base en el análisis de las cargas térmicas y las necesidades de acondicionamiento, se diseñó la red de ductos para cada laboratorio. En ambos casos se tomó en cuenta la geometría del recinto, para asegurar que el aire fluya de manera uniforme.

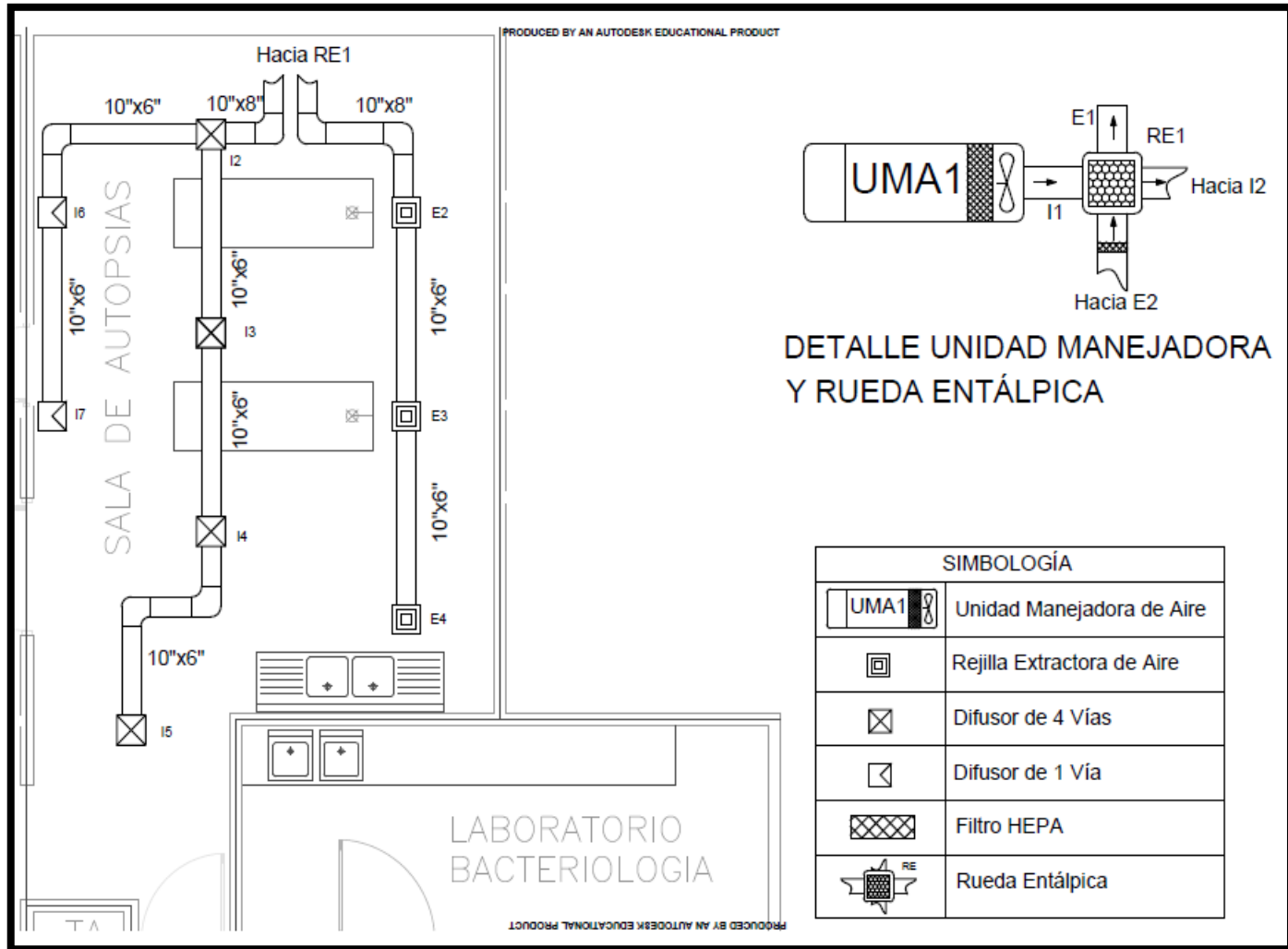


Figura 7. Distribución de los ductos en la morgue.

Fuente: La autora.

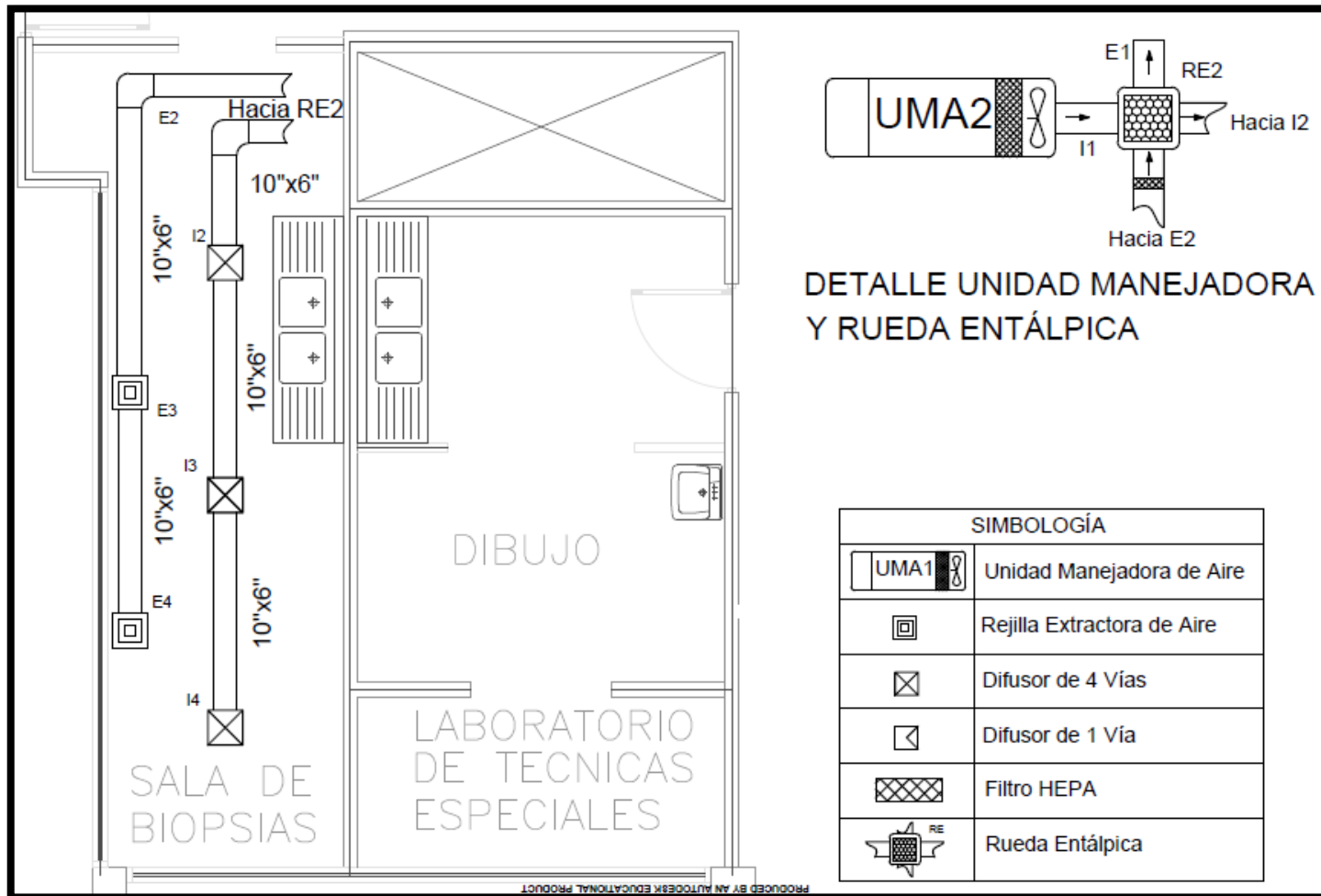


Figura 8. Distribución de los ductos en el Laboratorio de Biopsias.

Fuente: La autora.

Para determinar el diámetro de cada tramo de los ductos, así como su pérdida de presión estática se utilizó el nomograma del anexo 9. Los resultados se muestran en las tablas del apéndice 10.

A partir de los datos obtenidos anteriormente y la cantidad de toneladas de refrigerante determinados para cada laboratorio, se procedió a realizar la selección de los equipos, que se describen a continuación.

11. Selección de equipos y materiales

Para el caso de la selección de los equipos se deben tomar en cuenta algunas consideraciones como lo son:

- Caída de presión máxima en la ruta crítica.
- Caudal máximo que trasegará el ducto principal.
- Ruido máximo permitido para instalaciones hospitalarias.
- Disponibilidad de los equipos en el mercado.
- Disponibilidad de repuestos y mantenimiento en el país.

En el caso de la inyección en ambos laboratorios es necesario colocar una rueda entálpica (recuperador de calor) y una unidad manejadora de aire, las cuales se ubicarán en el techo; es por esto que se debe colocar un soporte que asegure su buen funcionamiento. (Tabla 19, sección de presupuesto).

Para la inyección de la morgue se tiene una caída de presión de 1.38 in de H₂O, mientras que en biopsias es de 1.35 in de H₂O.

En cuanto a la extracción de ambos laboratorios se colocará un extractor en cada sistema, el cual debe cumplir con las necesidades mínimas de extracción y las principales consideraciones para la selección de los equipos.

Para el caso de la morgue, el extractor actual sí cumple con las necesidades por lo que en todo caso lo único que habría que hacer es un reacomodo de los ductos. En el

Laboratorio de Biopsias, se utilizaría el mismo extractor descrito en la sección de ventilación, solamente que éste debe ser ajustado al diseño de los ductos para ésta área.

Los ductos de ambos sistemas deberán estar contruidos en hierro galvanizado, ya que éste material es altamente resistente a la corrosión y a la reacción con diversos contaminantes. Además es de relativo bajo costo (\$12 el metro) y su mantenimiento es mínimo; asimismo, es un material con una vida útil de hasta 30 años, lo que lo convierte en una buena opción para la aplicación propuesta.

Otro material adecuado para la construcción de la ductería es el P3 Ductal, ya que posee características similares al hierro galvanizado en cuanto a mantenimiento, sin embargo es un poco más costoso (\$18 el metro), además el costo de la mano de obra de éste material es más elevada, ya que se requiere que ésta sea especializada.

D. Programa de mantenimiento preventivo

A continuación se presentan los aspectos básicos que debe contener un programa de mantenimiento preventivo. Es importante mencionar que este tipo de programas son responsabilidad del Departamento de Ingeniería y Mantenimiento del hospital.

1. PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

1.1. Introducción

El mantenimiento preventivo se basa en establecer y realizar inspecciones de forma planificada, programada y controlada para detectar deficiencias y corregirlas. Este protocolo requiere de un seguimiento detallado, por lo tanto se debe inspeccionar de manera periódica que el equipo funcione correctamente, con el fin de crear una mentalidad preventiva en las personas que ejecutan los trabajos de mantenimiento, ya que las inspecciones deben realizarse de manera minuciosa, de tal forma que se puedan detectar las deficiencias de los trabajos efectuados.

1.2. Operaciones de mantenimiento

Se realizarán como mínimo las siguientes operaciones de mantenimiento preventivo:

- ✓ Limpieza y desinfección del intercambiador interno (evaporador).
- ✓ Limpieza y desinfección del intercambiador externo (condensador).
- ✓ Limpieza, drenaje, y desinfección del circuito de evacuación de condensados, y desagüe.
- ✓ Comprobación de estanquidad de refrigerante en tuberías.
- ✓ Comprobación de estanquidad de aceites de compresores y motores.
- ✓ Revisión y limpieza de filtros de aire.
- ✓ Revisión y limpieza de filtros de agua.
- ✓ Revisión de elementos de seguridad.
- ✓ Ajuste de contactos eléctricos de fuerza y control.
- ✓ Limpieza y ajuste de placa electrónica.
- ✓ Ajuste de elementos móviles, revisión de vibraciones y equilibrado de motores, ventiladores o bombas.
- ✓ Revisión del sistema de control automático, y mando a distancia, cambio de baterías en caso necesario.
- ✓ Limpieza y revisión de sistema de distribución de Aire.
- ✓ Revisión general del estado de corrosión del equipo, se debe pintar en caso de ser necesario.

La frecuencia con que se realizarán estas operaciones de mantenimientos será de una intervención cada tres meses como mínimo.

Los registros de cada una de las revisiones se llevará a cabo un una ficha como la que se muestra en el apéndice 11. Además estos registros se deberán mantener por un período no menor a cinco años.


E. Mantenimiento Correctivo

En caso de que alguno de los equipos o ductos requiera de un mantenimiento de carácter correctivo, es necesario que el trabajador haga el reporte de la avería al Departamento de Ingeniería y Mantenimiento del hospital.

Una vez recibido el reporte en este departamento, es su responsabilidad brindar el adecuado tratamiento a los equipos o bien llamar a la empresa contratista encargada de la revisión de estos sistemas.

2.2. CONTROLES ADMINISTRATIVOS

A continuación se presentan una serie de procedimientos para disminuir la exposición ocupacional a formaldehído. Sin embargo, es importante que además de seguir los procedimientos que aquí se indican, los trabajadores del Servicio de Patología respeten las jornadas laborales establecidas por la legislación nacional de 8 horas diarias y 40 semanales.

	<p>Hospital Nacional de Niños- Costa Rica</p> <p>Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Laboral a Formaldehído.</p>	<p>Revisión No. 1</p>
<p>Evaluación de exposición laboral a formaldehído</p>		<p>SP-P01</p>

2.2.1. Evaluación de exposición ocupacional a formaldehído

2.2.1.1. Introducción.

Quando se investiga la exposición ocupacional a formaldehído, se establece una estrategia de monitoreo que brinda un proceso generalizado de toma de decisiones que se deben considerar, con el fin de disminuir la exposición a formaldehído, y por ende, reducir el riesgo de presentar alguna enfermedad en el futuro.

El monitoreo busca una vigilancia exitosa de las exposiciones del trabajo a agentes químicos, tomando en cuenta los factores que pueden influir en la exposición ocupacional a formaldehído.

2.2.1.2. Objetivo

Evaluar la exposición ocupacional a formaldehído de los trabajadores del Servicio de Patología del Hospital Nacional de Niños.


2.2.1.3. Alcance

Este procedimiento aplica a todo el personal del Servicio que se encuentra expuesto de manera directa al formaldehído.


2.2.1.4. Responsabilidades

i. Oficina de Salud Ocupacional

- Es la encargada de buscar al personal capacitado para realizar las evaluaciones de exposición ocupacional a formaldehído.
- Buscar el financiamiento para la realización de los muestreos.
- Aplicar la encuesta higiénica a los trabajadores del Servicio.
- Establecer una estrategia de muestreo.

	<p>Hospital Nacional de Niños- Costa Rica</p> <p>Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Laboral a Formaldehído.</p>	<p>Revisión No. 1</p>
<p>Evaluación de exposición laboral a formaldehído</p>		<p>SP-P01</p>

- Reportar los resultados de las evaluaciones de exposición ocupacional al personal involucrado en los muestreos.
 - Interpretar los resultados de las evaluaciones reportadas por el laboratorio a cargo de la toma de las muestras.
 - Implementar acciones de mejora en los puestos de trabajo críticos a partir de los resultados obtenidos.
 - Mantener el historial del registro de las evaluaciones de exposición a formaldehído que se han efectuado.
 - Conservar el registro de firmas con el recibido conforme de cada trabajador cada vez que se les hace la entrega de la nota formal comunicando los resultados de las evaluaciones de exposición ocupacional a formaldehído.
- ii. Supervisor (Jefe del Servicio)
- Será el responsable de llevar a cabo el control y seguimiento de las evaluaciones personales de exposición a formaldehído.
 - Dar apoyo a la Oficina de Salud Ocupacional en la búsqueda del dinero para financiar los muestreos.
 - Mantener una copia del historial del registro de las evaluaciones de exposición a formaldehído que se han efectuado.
 - Junto con la Oficina de Salud Ocupacional deberá informar a los trabajadores involucrados en las evaluaciones de formaldehído los resultados obtenidos.
- iii. Trabajadores
- Participar en el estudio para determinar la exposición ocupacional a formaldehído.
 - Brindar toda la información que se requiera para la determinación de la exposición.
- iv. Laboratorio contratado para la toma de muestras:
- Toma de muestras de formaldehído.
 - Brindar un informe al hospital con los resultados de las evaluaciones realizadas.

	Hospital Nacional de Niños- Costa Rica Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Laboral a Formaldehído.	Revisión No. 1
Evaluación de exposición laboral a formaldehído		SP-P01

2.2.1.5. Contenido

i. Aspectos generales

- La evaluación de la exposición ocupacional a formaldehído en el ambiente deberá ser realizada por un laboratorio certificado en la toma y el análisis de muestras.
- La evaluación de la exposición ocupacional a formaldehído comprenderá las etapas de muestreo personal, determinación analítica de la cantidad de masa presente en las muestras y el análisis de resultados.

ii. Estrategia de muestreo


En el apéndice 12 se establece la estrategia de muestreo que incluye los aspectos mínimos para poder realizar un muestreo de este tipo; dentro de éstos se pueden citar:

- Tipo de estrategia.
- Población y muestra.
- Métodos de muestreo y análisis.

Los materiales y equipos requeridos para el muestreo se detallan en el Apéndice 13.

iii. Registro de mediciones

El Servicio de Patología debe contar con el historial del registro de las mediciones de exposición a formaldehído que se han efectuado, con el fin de obtener parámetros de comparación. De esta manera se podrá observar si las medidas de mejora implementadas realmente son efectivas y si se ha logrado disminuir la exposición ocupacional a formaldehído en el Servicio.

	<p>Hospital Nacional de Niños- Costa Rica</p> <p>Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Laboral a Formaldehído.</p>	<p>Revisión No. 1</p>
<p>Evaluación de exposición laboral a formaldehído</p>		<p>SP-P01</p>

iv. Notificaciones al trabajador

Cada trabajador tiene derecho de saber a qué se expone; es por esto que cada uno de los colaboradores muestreados debe ser notificado sobre los resultados obtenidos, sin importar la gravedad de los mismos. El resultado se deberá entregar por medio de una nota formal y personalizada para cada uno de los colaboradores involucrados en las evaluaciones.

Esta entrega se realizará en una reunión en donde se encuentre el jefe del Servicio y la encargada de la Oficina de Salud Ocupacional, en la cual cada trabajador deberá firmar una nota de recibido conforme de los resultados. Esta nota la deberá guardar la Oficina de Salud Ocupacional.


Además, en esta reunión se deberá informar al trabajador sobre las medidas de control que se implementarán para corregir los problemas encontrados.

v. Estándares de exposición

El criterio que se utilizará para la comparación de los datos obtenidos luego de realizar el estudio será el que se encuentra en la INTE 31-08-04-01: Concentraciones ambientales máximas permisibles en los centros de trabajo. Esta normativa establece un valor techo de 0.3 ppm (partes por millón). También se utilizará como referencia al valor recomendado por la NIOSH que es de 0.016 ppm, para 10 horas laborales.

vi. Fases de la evaluación personal de exposición a formaldehído


- Aplicación de la encuesta higiénica.
- Elaboración de la estrategia de muestreo: selección de puestos a medir. Estos puestos se escogerán con base en la aplicación de la encuesta higiénica.
- Trabajo de campo: toma de muestras.

	<p>Hospital Nacional de Niños- Costa Rica</p> <p>Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Laboral a Formaldehído.</p>	<p>Revisión No. 1</p>
<p>Evaluación de exposición laboral a formaldehído</p>		<p>SP-P01</p>

- Enviar las muestras al laboratorio para realizar el análisis por el método NIOSH 2016. El laboratorio contratado se encargará de entregar un informe final con los resultados obtenidos.

vii. Frecuencia del monitoreo de la exposición

Este tipo de muestreo se debe realizar por lo menos una vez al año, y adicionalmente si se presenta algún cambio como los siguientes: en el proceso de fijación y corte de muestras, en los sistemas de ventilación, en la jornada laboral, en la infraestructura (ampliación, reducción o remodelación de las instalaciones), contratación de nuevo personal o bien cambios en los procesos de trabajo o tareas.

	<p>Hospital Nacional de Niños- Costa Rica</p> <p>Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Laboral a Formaldehído.</p>	<p>Revisión No. 1</p>
<p>Selección del Equipo de Protección Respiratoria</p>		<p>SP-P02</p>

2.2.2. Selección del equipo de protección respiratoria

2.2.2.1. Introducción

De acuerdo con OSHA la selección adecuada de los respiradores debe comenzar con un análisis de los peligros ocupacionales y riesgos asociados. Se seleccionó el modelo y tipo de respirador necesario de acuerdo a la concentración y toxicidad del contaminante.


Los respiradores que se seleccionaron están certificados por la NIOSH y se deben utilizar según las condiciones que establece la certificación.

Además, sólo se implementará el uso de respiradores cuando los controles de ingeniería:

- No son viables.
- No se han efectuado.
- No son lo suficientemente efectivos para proteger al trabajador.
- Están en proceso de implementación.
- Se usarán en caso de emergencia (derrame) y la exposición excede el límite ocupacional recomendado.

2.2.2.2. Objetivo

Definir los aspectos relacionados con la selección y compra del equipo de protección respiratoria, de manera que se consideren los lineamientos necesarios para garantizar que se suplen las necesidades de los trabajadores.

	<p>Hospital Nacional de Niños- Costa Rica</p> <p>Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Laboral a Formaldehído.</p>	<p>Revisión No. 1</p>
<p>Selección del Equipo de Protección Respiratoria</p>		<p>SP-P02</p>

2.2.2.3. Alcance

Este procedimiento aplica al personal administrativo del hospital que realiza labores relacionadas con la selección y compra del equipo de protección respiratoria. Además involucra a todos aquellos trabajadores que deben hacer uso del mismo en el Servicio de Patología del HNN.

2.2.2.4. Responsabilidades

i. Oficina de Salud Ocupacional


- Definir la necesidad de implementar el uso de EPR cuando considere que es necesario luego del análisis de los resultados de las evaluaciones.
- Establecer el uso de los respiradores cuando los controles de ingeniería no son viables o aún están en proceso de implementación.
- Será responsable de seleccionar los equipos que cumplan con el factor de protección requerido para las tareas que se realizan que implican el uso de la formalina.
- Deberá fomentar la participación de los empleados en la selección de los EPR.
- La Oficina de Salud Ocupacional en conjunto con el médico de empresa deberán tomar medidas de evaluación que permiten considerar que los EPR solicitados son adecuados para las tareas que implican el uso de la formalina.

ii. Supervisor (Jefe del servicio)

- Deberá permitir la facilitación de los recursos físicos y humanos para realizar las demostraciones y capacitaciones correspondientes al uso y cuidado de los respiradores.

iii. Trabajadores

- Todos los trabajadores deben utilizar el EPR adecuadamente.

	<p>Hospital Nacional de Niños- Costa Rica</p> <p>Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Laboral a Formaldehído.</p>	<p>Revisión No. 1</p>
<p>Selección del Equipo de Protección Respiratoria</p>		<p>SP-P02</p>

- Acatar las disposiciones sobre el procedimiento de selección del EPR emitidas por la Oficina de Salud Ocupacional.

2.2.2.5. Contenido

Procedimiento para la correcta selección de los respiradores

- Seleccionar el respirador según el tipo de peligro que se encuentra en el Servicio de Patología del HNN.

Según lo que establece la OSHA (2011) en su guía de protección respiratoria 29 CRF 1910.134, el tipo de peligro que se encuentra en el Servicio son los gases y vapores.

Por lo tanto, para disminuir la exposición a formaldehído se recomienda un respirador que sea **purificador de aire**, con removedor de gases y vapores, es decir, con un cartucho que contenga un material adsorbente, por lo general carbón activado para que remueva los gases nocivos antes de ser respirados por los trabajadores.

- Seleccionar el factor de protección (FP)

Este factor indica el grado de protección respiratoria que proporcionará el equipo al trabajador que lo utilice; cuanto más alto el valor del factor, mayor será la protección respiratoria proporcionada. El factor de protección se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de protección (IP)}: \frac{\text{Concentración del contaminante}}{\text{límite de exposición permitido}}$$

Con el valor del IP se determina el factor de protección del equipo requerido, el cual deberá ser mayor o igual a éste. Mediante el siguiente cuadro se puede determinar el factor de protección:


	<p>Hospital Nacional de Niños- Costa Rica</p> <p>Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Laboral a Formaldehído.</p>	<p>Revisión No. 1</p>
<p>Selección del Equipo de Protección Respiratoria</p>		<p>SP-P02</p>

Tabla 3. Índice de protección y factor de protección requerido del respirador


Índice de Protección	Factor de Protección
1-9	10
10-49	50
50-99	100
100-999	1000
1000-10000	10000

Fuente: Compañía 3M, Costa Rica

- c. Seleccionar el cartucho contra gases y vapores de acuerdo al contaminante al que se expone, tal como se muestra en la figura 8:

De acuerdo a la figura 8 para el caso de formaldehído lo recomendado es adquirir los cartuchos que contienen una etiqueta de color verde, sin embargo para un mejor desempeño del equipo, sin el lugar de trabajo existe exposición a material particulado lo ideal es conseguir el cartucho con etiqueta combinada verde/magenta.

Si no es posible obtener estos cartuchos, se deberá proceder con el que posee la etiqueta negra, ya que su uso está destinado para vapores orgánicos y el formaldehído es considerado como tal.

	Hospital Nacional de Niños- Costa Rica Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Laboral a Formaldehído.	Revisión No. 1
Selección del Equipo de Protección Respiratoria		SP-P02




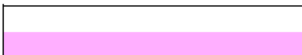
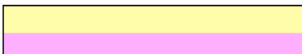

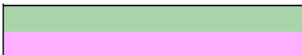




TIPO DE CARTUCHO	COLOR	APROBADO POR NIOSH PARA:
Vapores Orgánicos (OV)	 Negro	Algunos Vapores Orgánicos.
Vapores Orgánicos/P100 (OV/P100)	 Negro/Magenta	Algunos Vapores Orgánicos y Particulado.
Gases Ácidos (AG)	 Blanco	Cloro, Cloruro de Hidrógeno y Dióxido de Azufre o Dióxido de Cloro o Sulfuro de Hidrógeno (escape solamente).
Gases Ácidos/P100 (AG/P100)	 Blanco/Magenta	Cloro, Cloruro de Hidrógeno y Dióxido de Azufre o Dióxido de Cloro o Sulfuro de Hidrógeno (escape solamente) y Particulado.
Vapores Orgánicos/Gases Ácidos (OV/AG)	 Amarillo	Algunos Vapores Orgánicos, Cloro, Cloruro de Hidrógeno y Dióxido de Azufre o Sulfuro de Hidrógeno (escape solamente) o Fluoruro de Hidrógeno.
Vapores Orgánicos/Gases Ácidos/P100 (OV/AG/P100)	 Amarillo/Magenta	Algunos Vapores Orgánicos, Cloro, Cloruro de Hidrógeno y Dióxido de Azufre o Sulfuro de Hidrógeno (escape solamente) o Fluoruro de Hidrógeno y Particulado.
Amonia/Methylamine (AM/MA)	 Verde	Amonia y Methylamine.
Amonia/Methylamine/P100 (AM/MA/P100)	 Verde/Magenta	Amonia y Methylamine y Particulado.
Formaldehído/Vapores Orgánicos (FM/OV)	 Verde	Formaldehído y Algunos Vapores Orgánicos.
Formaldehído/Vapores Orgánicos/P100 (FM/OV/P100)	 Verde/Magenta	Formaldehído y Algunos Vapores Orgánicos y Particulado.
Mercurio (HG)	 Anaranjado	Vapor de Mercurio o Cloro.
Mercurio/P100 (HG/P100)	 Anaranjado/Magenta	Vapor de Mercurio o Cloro y Particulado.

Figura 9. Clasificación de los cartuchos contra gases de acuerdo al contaminante al que se expone, según norma americana (NIOSH).

Fuente: NIOSH.

	<p>Hospital Nacional de Niños- Costa Rica</p> <p>Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Laboral a Formaldehído.</p>	<p>Revisión No. 1</p>
<p>Selección del Equipo de Protección Respiratoria</p>		<p>SP-P02</p>

d. Recomendaciones para la selección de respiradores y filtros para el Servicio de Patología

A continuación se presenta una herramienta que permite seleccionar el equipo de protección respiratoria en función del factor de protección, marca del equipo, precio en el mercado, material, disponibilidad de tamaños, tipo de filtro y características físicas del mismo (diseño y estética).

La herramienta QFD (Despliegue de la Función de Calidad) permite seleccionar el respirador adecuado según las necesidades del proceso como lo son el ajuste y el factor de protección, así como las necesidades de los trabajadores, como lo es la comodidad; la información se muestra en la siguiente figura.

	<p>Hospital Nacional de Niños- Costa Rica</p> <p>Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Laboral a Formaldehído.</p>	<p>Revisión No. 1</p>
<p>Selección del Equipo de Protección Respiratoria</p>		<p>SP-P02</p>

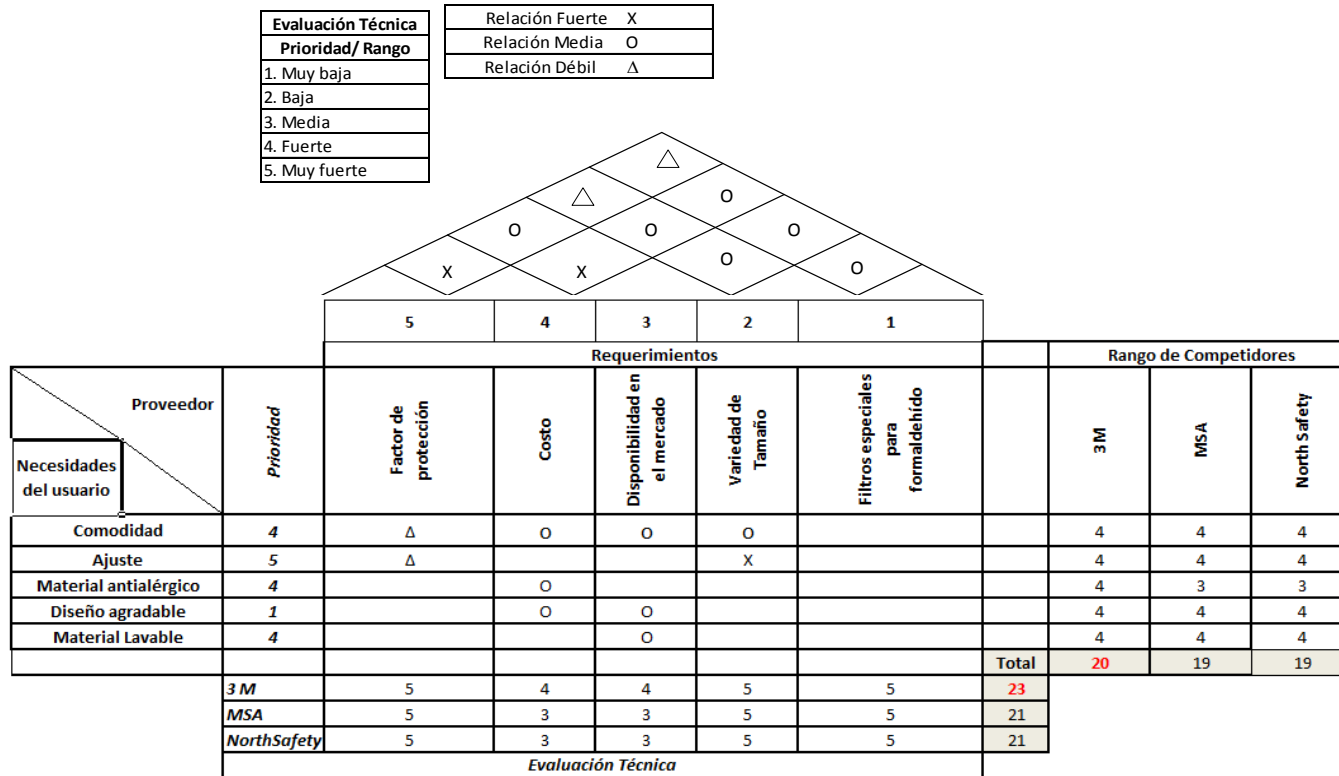



Figura 10. Herramienta QFD, para la selección del respirador según las necesidades del usuario y las características del equipo según cada distribuidor homologado por NIOSH.

Fuente: La autora.

	<p>Hospital Nacional de Niños- Costa Rica</p> <p>Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Laboral a Formaldehído.</p>	<p>Revisión No. 1</p>
<p>Selección del Equipo de Protección Respiratoria</p>		<p>SP-P02</p>

Se valoraron dos aspectos: las necesidades del trabajador y las características del respirador según cada distribuidor. Como se observó en la figura anterior, la compañía 3M obtuvo la puntuación mayor (resaltado con color rojo), por lo que se recomienda adquirir el equipo de protección respiratoria que esta empresa ofrece. En la tabla 20 de la sección de presupuesto se muestran las especificaciones del respirador recomendado para el Servicio de Patología, el cual es como el que se muestra a continuación:



Figura 11. Respirador de cara completa recomendado.

Fuente: Compañía 3M, 2015.

Nota: La selección del tipo de respirador según el FP, se hizo tomando como referencia el valor de la concentración más alta registrada en la evaluación de exposición ocupacional a formaldehído y el criterio de calidad ambiental más bajo, es decir el REL de NIOSH. En este caso el índice de protección es 61, por lo que se sugiere un FP=100.

Por otra parte, si no se puede adquirir el equipo mostrado anteriormente se deberán obtener equipos nuevos para cada trabajador de media cara (similar al equipo actual presente en ambos laboratorios), como el que se muestra en la siguiente figura:


	<p>Hospital Nacional de Niños- Costa Rica</p> <p>Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Laboral a Formaldehído.</p>	<p>Revisión No. 1</p>
<p>Selección del Equipo de Protección Respiratoria</p>		<p>SP-P02</p>




Figura12. Respirador de media cara.

Fuente: Compañía 3M, 2015.

A este equipo se le deberán colocar los cartuchos con los filtros como los que se mencionaron anteriormente, a pesar de que este equipo es menos costoso (tabla 20 de la sección de presupuesto), tiene la desventaja de que los colaboradores aparte de usar el respirador deben colocarse lentes de seguridad, lo que puede interferir en el ajuste y el sello hermético, por lo que no se garantiza que el trabajador esté realmente protegido.

Además, los lentes de protección que utilizan no proporcionan un sello hermético, por lo cual los colaboradores siempre presentan irritación ocular, por esto es mejor utilizar el respirador de cara completa.

Por otra parte, en caso de que hubiera algún accidente con la formalina, en donde ocurra una salpicadura a la cara de la persona, si se utiliza un respirador de media cara, el trabajador no está totalmente protegido, por lo que puede presentar quemaduras en el rostro debido a la formalina.

	Hospital Nacional de Niños- Costa Rica Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Laboral a Formaldehído.	Revisión No. 1
Uso, limpieza y almacenamiento del equipo de protección respiratoria		SP-P03

2.2.3. *Uso, limpieza y almacenamiento del equipo de protección respiratoria*

2.2.3.1. *Introducción*

La selección adecuada del equipo de protección respiratoria es esencial cuando se trabaja con sustancias nocivas para la salud. Sin embargo, aunque el equipo sea el correcto para la tarea, éste pierde su efectividad si no se le da un adecuado uso, mantenimiento y almacenamiento.

Es por esto que es de suma importancia que el usuario conozca el manejo y el correcto mantenimiento del equipo para alargar la vida útil del mismo.

2.2.3.2. *Objetivo*

Establecer un procedimiento para el adecuado uso, limpieza y mantenimiento del equipo de protección respiratoria que el hospital les proporciona a los trabajadores.


2.2.3.3. *Alcance*

El alcance de este procedimiento es para todo el personal que labora en el Servicio de Patología del HNN y que utiliza el equipo de protección respiratoria.

2.2.3.4. *Responsabilidades*

i. Oficina de Salud Ocupacional.

- Brindar capacitaciones al personal del Servicio respecto al uso, limpieza y almacenamiento del EPR.
- A partir de los resultados de las evaluaciones de exposición ocupacional a formaldehído, determinar si se requiere el uso del EPR.
- Estudiar nuevas opciones en el mercado de EPR que pueden brindar mayor rendimiento y comodidad a los trabajadores.
- Recibir y distribuir el EPR a los trabajadores del Servicio de Patología.

	<p>Hospital Nacional de Niños- Costa Rica</p> <p>Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Laboral a Formaldehído.</p>	<p>Revisión No. 1</p>
<p>Uso, limpieza y almacenamiento del equipo de protección respiratoria</p>		<p>SP-P03</p>

ii. Supervisor (Jefe del Servicio)

- Velar por el cumplimiento de las normas establecidas para el uso, limpieza y almacenamiento del equipo de protección respiratoria.
- Hacer entrega del equipo de protección respiratoria o, cuando sea necesario, de las piezas de reemplazo. Además, debe registrarlo en la ficha de control de entrega del equipo de protección respiratoria y de los repuestos (Ver Apéndice 14).
- Entregar a los trabajadores los filtros y cartuchos adecuados para las tareas que implican el uso de formaldehído. Además, debe registrarlo en la ficha de control de los filtros y cartuchos (Ver Apéndice 15).


iii. Trabajadores.


- Cumplir y acatar las medidas propuestas para el uso, limpieza y almacenamiento del EPR, para un mejor aprovechamiento del mismo.
- Solicitar el reemplazo del equipo o partes de éste cuando sea necesario.
- Sustituir el EPR o sus partes según sea necesario.

2.2.3.5. *Contenido*

Antes de hacer entrega del equipo de protección respiratoria es necesario que los trabajadores reciban capacitación inicial y actualizaciones periódicas (al menos una vez cada año). Los temas que la capacitación deberá contener son al menos los siguientes:

- i. Naturaleza de las sustancias a las que se está expuesto y los respectivos efectos sobre la salud.
- ii. Análisis sobre los controles de ingeniería que se han aplicado y por qué es necesario usar protección respiratoria.
- iii. Cómo colocarse la protección respiratoria y la debida explicación de lo que pasaría si ésta no es usada correctamente (incluye pruebas de ajuste).
- iv. Procedimientos de limpieza, inspección y almacenamiento.

 <p>HOSPITAL NACIONAL DE NIÑOS Doctor Carlos Sáenz Herrera</p>	<p>Hospital Nacional de Niños- Costa Rica</p> <p>Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Laboral a Formaldehído.</p>	<p>Revisión No. 1</p>
<p>Uso, limpieza y almacenamiento del equipo de protección respiratoria</p>		<p>SP-P03</p>

	Hospital Nacional de Niños- Costa Rica Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Laboral a Formaldehído.	Revisión No. 1
Uso, limpieza y almacenamiento del equipo de protección respiratoria		SP-P03

A. Uso del EPR (respiradores recomendados)


Es importante que el uso del equipo esté controlado por un supervisor (jefe del Servicio), para asegurar el uso correcto del mismo. De igual forma, el encargado de recibir y entregar el equipo deberá estar capacitado para hacerlo correctamente. En consecuencia, necesitan estar debidamente capacitados los usuarios, el supervisor y el encargado de la recepción y distribución (Oficina de Salud Ocupacional).

El uso del equipo de protección respiratoria será de forma individual, por lo tanto cada trabajador será responsable de su mantenimiento, almacenamiento y correcta utilización.

1. Pasos para ponerse y ajustarse el respirador (cara completa y media cara):

Se debe evitar que haya vello facial, hebras de cabello, joyas, lentes cualquier otro accesorio entre el respirador y la cara.

- 1.1. Revisión inicial: Asegúrese de que la válvula de inhalación y exhalación estén dentro del respirador. Debe asegurarse además de que no haya señales de desgaste o deterioro.
- 1.2. Asegúrese de que el cartucho y filtro son los apropiados y están sujetos correctamente.
- 1.3. Sostenga el respirador de tal forma que la parte estrecha del triángulo de la nariz apunte hacia arriba.
- 1.4. Tome las dos bandas que cuelgan de la parte inferior del respirador, y engánchelas detrás del cuello; coloque las bandas superiores arriba y detrás de la cabeza.
- 1.5. Antes de usar su respirador, revise que no tenga fugas utilizando las pruebas de presión positiva y negativa:

	<p>Hospital Nacional de Niños- Costa Rica</p> <p>Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Laboral a Formaldehído.</p>	<p>Revisión No. 1</p>
<p>Uso, limpieza y almacenamiento del equipo de protección respiratoria</p>		<p>SP-P03</p>

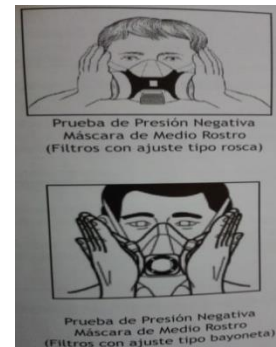
2. Prueba de presión positiva: Bloquee la rejilla de escape con la palma de la mano como se muestra en la siguiente figura y exhale lentamente con la fuerza suficiente para causar una suave presión positiva en la parte interna del respirador. Si el respirador se infla ligeramente y no detecta ninguna fuga entre la cara y el respirador, se ha obtenido un ajuste apropiado.



Figura 13. Prueba de presión positiva.

Fuente: Instituto de Salud Pública, 2009.

3. Prueba de presión negativa: Bloquee la rejilla o rejillas de inhalación con las palmas de las manos (figura 14) e inhale lentamente durante 10 segundos. Si el respirador se colapsa ligeramente y no detecta fuga de aire entre su cara respirador, se ha obtenido un ajuste apropiado.




y el

Figura 14. Prueba de presión negativa.

Fuente: Instituto de Salud Pública, 2009.

Para ambas pruebas, si detecta fuga de aire entre la cara y el respirador, cambie la posición y ajuste las correas para obtener un ajuste más seguro. Si no obtiene un ajuste apropiado, no utilice el respirador. Informe a su supervisor (jefe de Servicio) inmediatamente.

	Hospital Nacional de Niños- Costa Rica Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Laboral a Formaldehído.	Revisión No. 1
Uso, limpieza y almacenamiento del equipo de protección respiratoria		SP-P03

4. Pasos para quitarse el respirador (cara completa y media cara):

- 1.1. No se debe tocar la parte de adelante del respirador, ya que puede estar contaminada.
- 1.2. Quítese el respirador jalando la banda inferior sobre la parte de atrás de la cabeza sin tocar el respirador y haciendo lo mismo con la banda superior.


B. Limpieza

Cada trabajador es responsable del equipo que se le brinda, por lo tanto en la medida de lo posible debe mantenerlo en buenas condiciones.

El fabricante, a través del folleto u otros medios, debe explicar de manera clara qué partes o dispositivos de éste pueden ser sustituidos. Esta sustitución deberá ser realizada por los trabajadores, con los repuestos originales brindados por el jefe de Servicio.

Los respiradores se deben limpiar y desinfectar de acuerdo a los siguientes intervalos:

- Después de cada uso.
- Los respiradores que se utilizan para las pruebas de ajuste o para adiestramientos se deben limpiar y desinfectar después de cada uso.
 - La limpieza de estos respiradores deberá realizarla el técnico disector de turno en ese momento.
 - Una vez desinfectados los respiradores deberán ser entregados al jefe del Servicio para que éste los guarde adecuadamente.
- Los respiradores individuales que se utilicen en caso de emergencia se deben limpiar y desinfectar después de cada uso.
 - La limpieza de estos respiradores es responsabilidad de su dueño, para posteriormente almacenarlo.

	Hospital Nacional de Niños- Costa Rica Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Laboral a Formaldehído.	Revisión No. 1
Uso, limpieza y almacenamiento del equipo de protección respiratoria		SP-P03

La frecuencia de limpieza dependerá de: el tiempo de uso, la concentración y naturaleza de los contaminantes en el ambiente y las características de la actividad que realiza el trabajador. Para una limpieza regular, se puede utilizar una solución de jabón líquido (jabón que no deje residuos); el enjuague debe realizarse con abundante agua (bajo chorro de agua).


La temperatura del agua no debe superar los 40°C, dado que puede deformar el respirador. Si existe una contaminación cruzada (contaminante en el respirador puede ser transportado de un área a otra), la desinfección deberá seguir las instrucciones del fabricante o proveedor.

Para desinfectarlo, se debe sumergir sólo la máscara y sus partes (sin los filtros ni los cartuchos) en una solución acuosa de hipoclorito de sodio (cloro doméstico). Ésta sería de 30 ml de hipoclorito de sodio en 3,5 litros de agua.

Se deberá tener un control de la limpieza de los respiradores, siguiendo la “Ficha de control del equipo de protección respiratoria” (Ver Apéndice 16).

C. Almacenamiento

El Servicio ya tiene un lugar en donde se puede almacenar el equipo de protección respiratoria (casilleros individuales de cada trabajador). El equipo se almacenará separado de los cartuchos, todo en bolsas plásticas con cierre hermético, esto para proteger el equipo de: el polvo, la temperatura, luz, humedad, y cualquier otra sustancia que sea utilizada en el lugar.

	<p>Hospital Nacional de Niños- Costa Rica</p> <p>Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Laboral a Formaldehído.</p>	<p>Revisión No. 1</p>
<p>Pruebas de ajuste del EPR</p>		<p>SP-P04</p>

2.2.4. Pruebas de ajuste del equipo de protección respiratoria

2.2.4.1. Introducción

Una vez seleccionado el equipo que satisface las necesidades de los trabajadores del Servicio, es importante realizar las pruebas de ajuste, para asegurar una buena relación entre el usuario y el equipo. Pueden ser realizadas de dos maneras cualitativamente o cuantitativamente, de forma que se asegure un ajuste perfecto entre el equipo y la cara del trabajador, ya que si el respirador no se ajusta, no puede proteger a sus usuarios.

2.2.4.2. Objetivo

Establecer las pruebas de ajuste que se deben realizar al equipo de protección respiratoria por parte de los trabajadores.


2.2.4.3. Alcance

El alcance de este procedimiento es para todos los trabajadores que utilicen el equipo de protección respiratoria en el Servicio de Patología del HNN.

2.2.4.4. Responsabilidades

i. Oficina de Salud Ocupacional

- Entregar el EPR a todo el personal del Servicio que se expone al formaldehído.
- Coordinar con el proveedor del EPR las pruebas de ajuste de los trabajadores.
- Asegurar que las pruebas de ajuste se le realizan a todos los trabajadores con sus respectivos equipos.
- Guardar los registros de las pruebas de ajuste realizadas (Ver Apéndice 17).
- Buscar más opciones de EPR en caso de que las pruebas de ajuste realizadas den negativo en algún caso.

	<p>Hospital Nacional de Niños- Costa Rica</p> <p>Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Laboral a Formaldehído.</p>	<p>Revisión No. 1</p>
<p>Pruebas de ajuste del EPR</p>		<p>SP-P04</p>

ii. Supervisor (Jefe del Servicio)

- En conjunto con la Oficina de Salud Ocupacional, debe velar para que las pruebas de ajuste se realicen, y documentar los resultados de cada una de éstas (Ver Apéndice 17).
- Mantener una copia de los registros de las pruebas de ajuste realizadas.

iii. Trabajadores

- Mostar una buena actitud colaborativa para con las pruebas que se realizan.


2.2.4.5. *Contenido*

Una prueba de ajuste controla el sellado entre la máscara del respirador y la cara; realizarla tarda aproximadamente 20 minutos. Se recomienda que se lleve a cabo una vez cada seis meses. Además, una vez que se realizó la prueba de ajuste con un respirador, y éste se ajusta a las necesidades del trabajador y las tareas, deberá usarse exactamente la misma marca, modelo, estilo y tamaño de respirador en su trabajo.

Las pruebas de ajuste cualitativas son métodos de prueba que sólo presentan dos tipos de resultados: aprobados o reprobados. Estas pruebas usan el sentido del gusto o el olfato, o la reacción a un producto irritante, para detectar pérdidas en la máscara del respirador. Si el respirador pasa o no la prueba, se basa simplemente en que se detecte la filtración de la sustancia de prueba en el respirador.

Existen cuatro métodos cualitativos de pruebas de ajuste aceptadas por la OSHA:

- Acetato de isoamilo: con olor a banano.
- Sacarina: deja un sabor dulce en la boca.
- Bitrex: deja un sabor amargo en la boca.
- Humo irritante: que puede causar tos.

	<p>Hospital Nacional de Niños- Costa Rica</p> <p>Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Laboral a Formaldehído.</p>	<p>Revisión No. 1</p>
<p>Pruebas de ajuste del EPR</p>		<p>SP-P04</p>

Esta prueba de ajuste se puede realizar en el mismo lugar de trabajo y es aplicada por los proveedores del equipo de protección respiratoria.


El procedimiento de la prueba de ajuste cualitativa es el siguiente:

- a) El trabajador coloca su cabeza dentro de una capucha, sin el equipo de protección respiratoria.
- b) Se inyecta la sustancia dentro del espacio cerrado y se verifica si el trabajador tiene sensibilidad a la sustancia. Dicha sustancia puede ser cualquiera de las cuatro antes mencionadas.
- c) Se repite lo mismo pero en esta ocasión el trabajador utiliza el equipo de protección respiratoria.
- d) Primero, el trabajador respira normalmente. Luego respira profundamente como si se realizara un ejercicio pesado. Seguidamente, mueve la cabeza de lado a lado y de arriba abajo. Por último, el trabajador habla.
- e) Si el trabajador puede percibir la sustancia que se inyectó, el ajuste no es aceptable.

Un aspecto significativo de las pruebas de ajuste es que permite comprobar si hay problemas con el uso del respirador, para así saber si la vida útil de los filtros o el respirador ya llegaron a su fin.

Es importante que se lleve un control de las pruebas de ajuste realizadas a los respiradores. En el Apéndice 15, se encuentra la “ficha de control de las pruebas de ajuste del equipo de protección respiratoria”. Esta ficha la debe llenar el encargado de la Oficina de Salud Ocupacional, ya que éste deberá estar presente en todas las pruebas de ajuste que se realicen a los equipos en el Servicio.

En caso de que alguna prueba de ajuste dé negativo el encargado de la Oficina de Salud Ocupacional deberá buscar más opciones de EPR para asegurar un adecuado ajuste entre el respirador y el usuario.

	<p>Hospital Nacional de Niños- Costa Rica</p> <p>Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Laboral a Formaldehído.</p>	<p>Revisión No. 1</p>
<p>Buenas prácticas de trabajo</p>		<p>SP-P05</p>

2.2.5. Buenas prácticas de trabajo

2.2.5.1. Introducción

En todo lugar de trabajo se deben establecer procedimientos de trabajo seguros. Para el caso del Servicio de Patología, se deben crear procedimientos para el manejo de la formalina u órganos con residuos de la misma, esto con el fin de poder disminuir la exposición ocupacional a formaldehído.

2.2.5.2. Objetivo


Definir los procedimientos de trabajo seguros a la hora de ejecutar tareas que impliquen el uso del formaldehído.

2.2.5.3. Alcance

Este procedimiento aplica cuando se ejecute alguna tarea que implique el uso de la formalina en el Servicio de Patología del HNN.

2.2.5.4. Responsabilidades

- i. Oficina de Salud Ocupacional.
 - Dar a conocer los lineamientos contenidos en este procedimiento a los colaboradores del Servicio.
 - Actualizar los procedimientos de trabajo seguros en caso de que se cambien equipos, sustancias o métodos de trabajo.
- ii. Supervisor (Jefe del Servicio).
 - Tramitar la compra de los distintos equipos propuestos para los laboratorios:
 - Dispensador automático de formalina.
 - Cámara de corte.
 - Extractor portátil.

	<p>Hospital Nacional de Niños- Costa Rica</p> <p>Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Laboral a Formaldehído.</p>	<p>Revisión No. 1</p>
<p>Buenas prácticas de trabajo</p>		<p>SP-P05</p>

- Verificar el cumplimiento del procedimiento por parte de los trabajadores del Servicio.

iii. Trabajadores


- Es responsabilidad de todo colaborador que manipule formalina u órganos con residuos de ella, leer detenidamente los procedimientos sobre buenas prácticas de trabajo.
- Acatar las disposiciones del procedimiento sobre buenas prácticas de trabajo.
- Informar al encargado de la Oficina de Salud Ocupacional sobre alguna condición insegura.

2.2.5.5. Contenido

Los procedimientos de trabajo que se describen a continuación se deberán seguir siempre que el trabajador se exponga de forma directa al formaldehído. En todo momento el colaborador deberá portar el equipo de protección personal: respirador de cara completa (solo en caso de que no existan los controles ingenieriles antes mencionados), guantes de nitrilo, delantal y botas de hule y las herramientas necesarias para realizar el proceso.

1. Procedimiento para la colocación el equipo de protección personal (EPP 01)

- 1.1. Cámbiese la ropa. Utilice el uniforme de color verde que el hospital le proporciona.
- 1.2. Póngase las botas de hule.
- 1.3. Utilice un delantal desechable o en su defecto uno de tela.
- 1.4. Colóquese el respirador:
 - Revisión inicial: Asegúrese de que la válvula de inhalación y exhalación estén dentro del respirador. Debe asegurarse además de que no haya señales de desgaste o deterioro.
 - Asegúrese de que el cartucho y filtro son los apropiados y están sujetos correctamente.


	<p>Hospital Nacional de Niños- Costa Rica</p> <p>Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Laboral a Formaldehído.</p>	<p>Revisión No. 1</p>
<p>Buenas prácticas de trabajo</p>		<p>SP-P05</p>

- Sostenga el respirador de tal forma que la parte estrecha del triángulo de la nariz apunte hacia arriba.
 - Tome las dos bandas que cuelgan de la parte inferior del respirador, y engánchelas detrás del cuello; coloque las bandas superiores arriba y detrás de la cabeza.
 - Antes de usar su respirador, revise que no tenga fugas utilizando las pruebas de presión positiva y negativa (indicadas en el procedimiento de uso del respirador)
- 1.5. Colóquese los guantes. Verifique que los guates son del tamaño correcto de sus manos, para asegurar un buen ajuste.

2. Procedimiento para quitarse el equipo de protección personal (EPP 02)

2.1. Quítese los guantes.

- Agarre la parte superior del guante derecho con la mano izquierda.
- Hale hacia las puntas de los dedos. El guante se volteará al revés.
- Sostenga el guante vacío con la mano izquierda.
- Ponga dos dedos de la mano derecha en la parte superior del guante izquierdo.
- Hale hacia las puntas de los dedos hasta que haya volteado el guante al revés y lo haya retirado de su mano. El guante derecho estará ahora dentro del guante izquierdo.
- Bote los guantes en un recipiente autorizado para desechos.

	<p>Hospital Nacional de Niños- Costa Rica</p> <p>Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Laboral a Formaldehído.</p>	<p>Revisión No. 1</p>
<p>Buenas prácticas de trabajo</p>		<p>SP-P05</p>

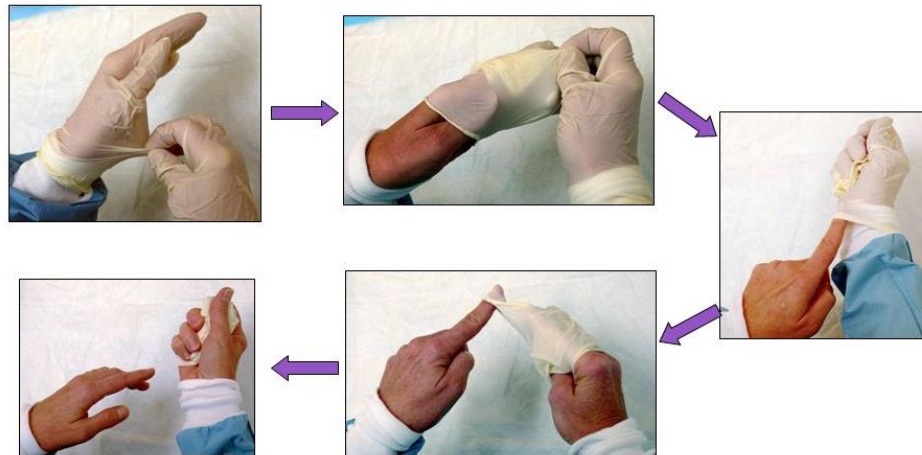


Figura 15. Procedimiento para quitarse los guantes.

Fuente: Imágenes de Google, 2015.


2.2. Retire el respirador.

- No se debe tocar la parte de adelante del respirador, ya que puede estar contaminada.
- Quítese el respirador jalando la banda inferior sobre la parte de atrás de la cabeza sin tocar el respirador y haciendo lo mismo con la banda superior.

2.3. Quítese el delantal y deséchelo.

2.4. Retire las botas.

2.5. Cámbiese la ropa, y deposite la ropa sucia en el cesto destinado para la ropa contaminada.

	<p>Hospital Nacional de Niños- Costa Rica</p> <p>Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Laboral a Formaldehído.</p>	<p>Revisión No. 1</p>
<p>Buenas prácticas de trabajo</p>		<p>SP-P05</p>

3. Buenas prácticas de trabajo en la morgue.


3.1. *Dispensador de formalina (deseable)*

En la morgue del Servicio de Patología del HNN no se cuenta con un dispensador automático de formalina, es por esta razón que se propone adquirir uno. En caso de que se implemente el dispensador de formalina propuesto (ver tablas 21 y 22, sección de presupuesto), la mezcla de la misma deberá realizarse de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

A pesar de que la colocación de los reactivos es de manera manual, al tener el equipo la opción de preparar la mezcla de manera manual o automática, es preferible que se realice de forma automática, para evitar exposiciones innecesarias. Además, al realizar la mezcla de esta manera se reducen los desperdicios de reactivos que se deben utilizar para la preparación de la formalina al 10%.

Los técnicos disectores serán los encargados de colocar los reactivos dentro del equipo, y éste realiza la dosificación y al mezcla por sí mismo. Además el dispensador cuenta con un tubo de salida en la parte posterior que puede ser conectado a cámaras de corte o las mesas de autopsias para el trasiego de formalina a los contenedores con los órganos.

El dispensador será colocado como se muestra en la siguiente figura:

	<p>Hospital Nacional de Niños- Costa Rica</p> <p>Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Laboral a Formaldehído.</p>	<p>Revisión No. 1</p>
<p>Buenas prácticas de trabajo</p>		<p>SP-P05</p>

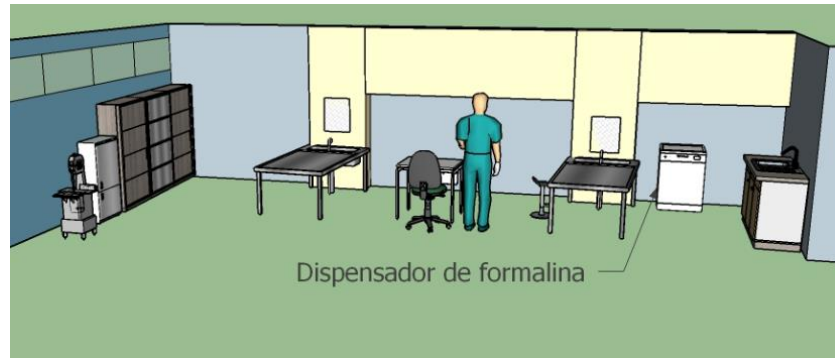


Figura 16. Ubicación del dispensador de formalina dentro de la morgue.


Fuente: Autora.

En caso de que se implemente este equipo se propone el siguiente protocolo de mantenimiento preventivo.

Se realizarán como mínimo las siguientes operaciones de mantenimiento preventivo:

- ✓ Revisión visual de todos los componentes de equipo.
- ✓ Revisión del estado de las mangueras (sin quebraduras ni fugas).
- ✓ Limpieza de las boquillas de dispensado con toallas de polipropileno para evitar acumulación de producto.
- ✓ Desinfectar el dispensador con la disolución de jabón polvo enzimático Alkazyme.
- ✓ Revisión eléctrica general.
- ✓ Ajuste de tornillos.
- ✓ Verificar que no hay humedad en el interior del control eléctrico del dispensador.

La frecuencia con que se realizarán estas operaciones de mantenimiento será de una intervención cada mes como mínimo.

	<p>Hospital Nacional de Niños- Costa Rica</p> <p>Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Laboral a Formaldehído.</p>	<p>Revisión No. 1</p>
<p>Buenas prácticas de trabajo</p>		<p>SP-P05</p>

Los registros de cada una de las revisiones se llevarán a cabo por un técnico del (DIM), por medio de una ficha como la que se muestra en el apéndice 3. Además, estos registros se deberán mantener en el DIM de por un período no menor a cinco años

3.2. Contenedor actual de formalina


En caso de que no se pueda obtener el dispensador automático de formalina, se deberá continuar con el contenedor actual. Sin embargo, este sistema requiere de algunas modificaciones. Ya que el recipiente con la formalina se encuentra en un estante alto, no solamente existe el riesgo de caída del contenedor, y por ende de un derrame del químico, sino que también supone un riesgo ergonómico para los trabajadores que deben alzarlo para colocarlo adecuadamente.

A continuación se muestra cómo los trabajadores manipulan el contenedor de formalina y la ubicación del mismo.



Figura 17. Ubicación y manipulación del contenedor de formalina actual.

Fuente: La autora.

	<p>Hospital Nacional de Niños- Costa Rica</p> <p>Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Laboral a Formaldehído.</p>	<p>Revisión No. 1</p>
<p>Buenas prácticas de trabajo</p>		<p>SP-P05</p>

Se propone lo siguiente:

3.2.1. Posicionar el contenedor en el espacio contiguo a la pila de trabajo.

Cabe mencionar que este contenedor deberá ser colocado sobre una tarima (imagen 24), de manera que quede a la altura del plano de trabajo, aproximadamente a 0.9 m del nivel del suelo.


Además, para poder colocar el contenedor en este sector, es necesaria la reubicación de la mesa con la balanza que se encuentra en este sitio, hacia el otro lado de la mesa de autopsias, es importante señalar que sí se cuenta con el espacio para realizar esta modificación.

El contenedor deberá ubicarse entonces como se muestra en la siguiente figura:



Figura 18. Nueva ubicación del contenedor de formalina actual.

Fuente: Autora.

	<p>Hospital Nacional de Niños- Costa Rica</p> <p>Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Laboral a Formaldehído.</p>	<p>Revisión No. 1</p>
<p>Buenas prácticas de trabajo</p>		<p>SP-P05</p>

3.2.2. Colocar una bomba manual para la extracción de líquidos como la que se muestra a continuación.



Figura 19. Bomba manual para extracción de líquidos.


Fuente: Imágenes de Google, 2015.

El objetivo de colocar esta bomba es para poder realizar el trasiego de formalina a contenedores más pequeños (los cuales contienen los órganos de cada autopsia), ya que actualmente el mismo se realiza por gravedad.


Una vez establecidos estos pequeños pero importantes cambios, se puede establecer el procedimiento de mezcla de formalina.

PROCEDIMIENTO PARA LA MEZCLA DE FORMALINA EN LA MORGUE

- i. Los extractores generales de aire deben estar encendidos en todo momento.
- ii. Colocarse el equipo de protección personal requerido, de acuerdo al procedimiento EPP 01.
 - Respirador de cara completa (cuando sea necesario).
 - Guantes de nitrilo.


	<p>Hospital Nacional de Niños- Costa Rica</p> <p>Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Laboral a Formaldehído.</p>	<p>Revisión No. 1</p>
<p>Buenas prácticas de trabajo</p>		<p>SP-P05</p>

- Delantal
- Botas de hule.
- iii. Determinar la cantidad de cada sustancia que se necesita para garantizar una buena mezcla.
 - 16 litros de formalina al 37% (4 botellas).
 - Fosfato monobásico de sodio anhidro (40 gramos).
 - Fosfato di básico de sodio anhidro (60 gramos).
- iv. Realizar el pesaje de los fosfatos.
- v. Calentar 200 ml de agua (hasta punto de ebullición) y disolver la mezcla de los fosfatos.
- vi. Llevar el extractor portátil (ver tabla 13, sección de presupuesto) hasta donde se encuentra el contenedor de la formalina, ubicar la campana de extracción a 40 cm del orificio del recipiente. Encender el extractor.
- vii. Colocar el embudo en el orificio del contenedor, vaciar una a una las botellas de formalina al 37%.
- viii. Agregar la mezcla de los fosfatos.
- ix. Llenar el resto del contenedor con agua.
- x. Retirar el embudo.
- xi. Limpiar cualquier derrame pequeño (menor de 500 ml) que se haya generado, con una toalla de material absorbente (preferiblemente toallas de polipropileno) y colocar los residuos en los envases etiquetados para tal fin.
- xii. Colocar los envases vacíos y los contenedores de toallas con formalina en los espacios destinados para el almacenamiento de los mismos, para su adecuado desecho.
- xiii. Apagar el extractor.
- xiv. Quitarse el equipo de protección personal, de acuerdo el procedimiento EPP 02.

	<p>Hospital Nacional de Niños- Costa Rica</p> <p>Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Laboral a Formaldehído.</p>	<p>Revisión No. 1</p>
<p>Buenas prácticas de trabajo</p>		<p>SP-P05</p>

PROCEDIMIENTO PARA EL LAVADO DE ÓRGANOS


- i. El lavado de órganos se hace al menos un día antes de que se realice el corte a los mismos para su posterior análisis.
- ii. Los extractores generales de aire deben estar encendidos en todo momento.
- iii. Ponerse el equipo de protección personal necesario, de acuerdo al procedimiento EPP 01.
 - Respirador de cara completa (cuando sea necesario).
 - Guantes de nitrilo.
 - Delantal.
 - Botas de hule.
- iv. Colocar los recipientes con los órganos en formalina en la mesa de trabajo.
- v. Ubicar el contenedor de la formalina de desecho a la par de la mesa de trabajo.
- vi. Colocar un embudo al contenedor de sustancia de desecho.
- vii. Estacionar el extractor portátil a una distancia no mayor de 40 cm del embudo. Encender el extractor.
- viii. Verter la formalina de los recipientes con los órganos por el embudo, hacia el contenedor de desecho.
- ix. Quitar el embudo. Tapar el recipiente.
- x. Llevar los recipientes con los órganos a la pila.
- xi. Dejar que el agua fluya al menos dos horas, por los recipientes con los órganos.
- xii. Limpiar cualquier derrame pequeño (menor de 500 ml) que se haya generado, con una toalla de material absorbente (preferiblemente toallas de polipropileno) y colocar los residuos en los envases etiquetados para tal fin.
- xv. Colocar los envases con toallas con formalina en los espacios destinados para el almacenamiento de los mismos, para su adecuado desecho.
- xvi. Apagar el extractor.
- xvii. Quitarse el equipo de protección personal, de acuerdo al procedimiento EPP 02.

	<p>Hospital Nacional de Niños- Costa Rica</p> <p>Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Laboral a Formaldehído.</p>	<p>Revisión No. 1</p>
<p>Buenas prácticas de trabajo</p>		<p>SP-P05</p>

PROCEDIMIENTO PARA EL CORTE DE ÓRGANOS


- i. Antes de realizar cualquier corte, los órganos deben tener como mínimo un día de estar lavándose en agua, para minimizar las emanaciones de formaldehído.
- ii. Los extractores generales de aire deben estar encendidos en todo momento.
- iii. Colocarse el equipo de protección personal requerido, de acuerdo al procedimiento EPP 01.
 - Respirador de cara completa (cuando sea necesario).
 - Guantes de nitrilo.
 - Delantal.
 - Botas de hule.
- iv. Acomodar los instrumentos a utilizar en la mesa de autopsias.
- v. Colocar la campana del extractor portátil a 40 cm del punto de corte. Encender el extractor.
- vi. Mantener una distancia entre la pieza en corte y la nariz del trabajador no menor a 30 cm.
- vii. Al finalizar el corte de órganos, recoger todos los instrumentos y llevarlos a la pila.
- viii. Retirar el extractor portátil, sin apagarlo.
- ix. Realizar la limpieza de la mesa de trabajo y los instrumentos:
 - Utilizar el jabón en polvo enzimático Alkazyme, disolverlo en agua tibia.
 - Verter la mezcla sobre la mesa e instrumentos, dejar actuar durante 15 minutos.
 - Enjuagar todo con agua fría.
- x. Apagar el extractor.

Quitarse el equipo de protección personal, de acuerdo al procedimiento EPP 02.

	<p>Hospital Nacional de Niños- Costa Rica</p> <p>Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Laboral a Formaldehído.</p>	<p>Revisión No. 1</p>
<p>Buenas prácticas de trabajo</p>		<p>SP-P05</p>

PROCEDIMIENTO PARA EL DESCARTE DE MATERIAL ANATOMOPATOLÓGICO

- i. El descarte de material anatomopatológico se realizará una vez al mes.
- ii. Los extractores generales de aire deben estar encendidos en todo momento.
- iii. Ponerse el equipo de protección personal necesario, de acuerdo al procedimiento EPP 01).
 - Respirador de cara completa (cuando sea necesario).
 - Guantes de nitrilo.
 - Delantal.
 - Botas de hule.
- iv. Colocar los recipientes con los desechos en formalina en la mesa de trabajo.
- v. Ubicar el contenedor de la formalina de desecho.
- vi. Colocar un embudo al contenedor de desecho. Poner un filtro.
- vii. Estacionar el extractor portátil a una distancia no mayor de 40 cm del embudo. Encender el extractor.
- viii. Verter el contenido de cada frasco por el embudo, hacia el contenedor de desecho.
- ix. En una bolsa roja (material biopeligroso), colocar todos los desechos sólidos.
- x. Quitar el embudo. Tapar el recipiente.
- xi. Limpiar cualquier derrame pequeño (menor de 500 ml) que se haya generado, con una toalla de material absorbente (preferiblemente toallas de polipropileno) y colocar los residuos en los envases etiquetados para tal fin.
- xii. Colocar los envases con toallas con formalina y los contenedores vacíos en los espacios destinados para el almacenamiento de los mismos, para su adecuado desecho.
- xiii. Almacenar tanto los desechos sólidos como la formalina de desecho en el frigorífico, hasta que llegue la respectiva entidad a hacerse cargo de los mismos.
- xiv. Apagar el extractor.
- xv. Quitarse el equipo de protección personal, de acuerdo al procedimiento EPP 02.

	<p>Hospital Nacional de Niños- Costa Rica</p> <p>Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Laboral a Formaldehído.</p>	<p>Revisión No. 1</p>
<p>Buenas prácticas de trabajo</p>		<p>SP-P05</p>

4. Buenas prácticas de trabajo en el Laboratorio de Biopsias

En este laboratorio se requiere la implementación de una cámara de corte como la que se mostró en la sección de controles ingenieriles, ya que actualmente no se cuenta con un equipo como éste. Además, en este caso la cámara de corte trae su propio dispensador de formalina, por lo que no es necesario implementar uno nuevo.

Esta cámara de corte deberá ser colocada como se muestra en la siguiente figura:

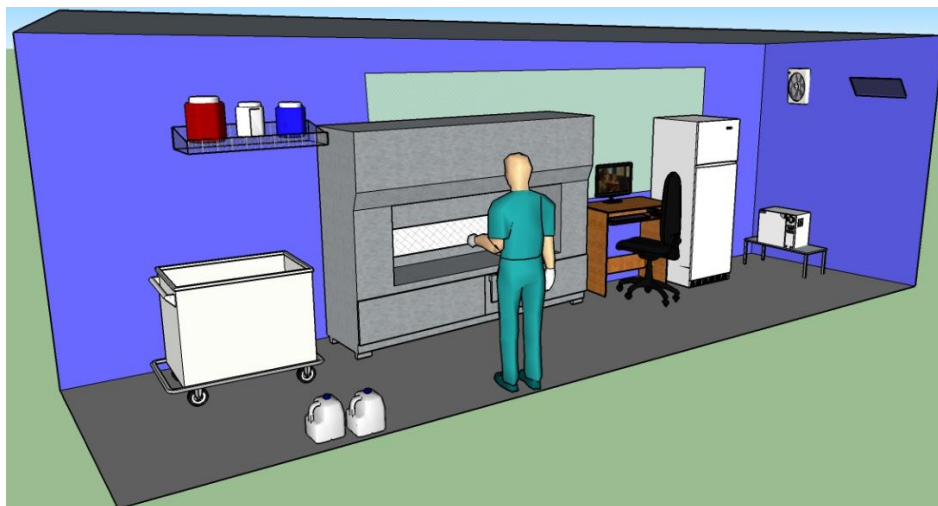



Figura 20. Ubicación de la cámara de corte en el Laboratorio de Biopsias.


Fuente: La autora.

Esta cámara de corte será utilizada para cada una de las tareas que impliquen el uso de la formalina, ya que cuenta con un extractor localizado dentro de ella, así como los debidos filtros para retener el formaldehído.

	<p>Hospital Nacional de Niños- Costa Rica</p> <p>Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Laboral a Formaldehído.</p>	<p>Revisión No. 1</p>
<p>Buenas prácticas de trabajo</p>		<p>SP-P05</p>

PROCEDIMIENTO PARA LA MEZCLA DE FORMALINA EN EL LABORATORIO DE BIOPSIAS


- i. Los extractores generales de aire deben estar encendidos en todo momento.
- ii. Colocarse el equipo de protección personal requerido, de acuerdo al procedimiento EPP 01.
 - Respirador de cara completa (cuando sea necesario).
 - Guantes de nitrilo.
 - Delantal.
 - Botas de hule.
- iii. Determinar la cantidad de cada sustancia que se necesita para garantizar una buena mezcla.
 - 133 ml de formalina al 37%.
 - Fosfato monobásico de sodio (4 gramos).
 - Fosfato di básico de sodio (6.5 gramos).
- iv. Realizar el pesaje de los fosfatos.
- v. Calentar 200 ml de agua (hasta punto de ebullición) y disolver la mezcla de los fosfatos.
- vi. Llevar los componentes de la mezcla a la cámara de corte. Encender el extractor.
- vii. Abrir el recipiente que contendrá la mezcla.
- viii. Agregar la mezcla de los fosfatos.
- ix. Medir los 133 ml de formalina al 37% en una probeta. Agregar al contenedor.
- x. Llenar el resto del contenedor con agua.
- xi. Teñir la solución con azul de metileno.
- xii. Limpiar cualquier derrame pequeño (menor de 500 ml) que se haya generado, con una toalla de material absorbente (preferiblemente toallas de polipropileno) y colocar los residuos en los envases etiquetados para tal fin.

	<p>Hospital Nacional de Niños- Costa Rica</p> <p>Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Laboral a Formaldehído.</p>	<p>Revisión No. 1</p>
<p>Buenas prácticas de trabajo</p>		<p>SP-P05</p>

- xiii. Colocar los envases vacíos y los contenedores de toallas con formalina en los espacios destinados para el almacenamiento de los mismos, para su adecuado desecho.
- xiv. Apagar el extractor de la cámara de corte.
- xv. Quitarse el equipo de protección personal, de acuerdo al procedimiento EPP 02.


PROCEDIMIENTO PARA EL CORTE DE BIOPSIAS

- i. Los extractores generales de aire deben estar encendidos en todo momento.
- ii. Colocarse el equipo de protección personal requerido, de acuerdo al procedimiento EPP 01.
 - Respirador de cara completa (cuando sea necesario).
 - Guantes de nitrilo.
 - Delantal.
 - Botas de hule.
- iii. Acomodar los instrumentos a utilizar en la cámara de corte.
- iv. Llevar los frascos con las biopsias a la cámara de corte. Encender el extractor.
- v. Abrir los recipientes con las muestras.
- vi. Mantener una distancia entre la pieza en corte y la nariz del trabajador no menor a 30 cm.
- vii. Al finalizar el corte de órganos, lavar los instrumentos y la pila de la cámara de corte.
 - Utilizar el jabón en polvo enzimático Alkazyme, disolverlo en agua tibia.
 - Verter la mezcla sobre la mesa e instrumentos, dejar actuar durante 15 minutos.
 - Enjuagar todo con agua fría.
- viii. Apagar el extractor de la cámara.
- ix. Quitarse el equipo de protección, de acuerdo al procedimiento EPP 02.


	<p>Hospital Nacional de Niños- Costa Rica</p> <p>Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Laboral a Formaldehído.</p>	<p>Revisión No. 1</p>
<p>Buenas prácticas de trabajo</p>		<p>SP-P05</p>

PROCEDIMIENTO PARA EL DESCARTE DE MATERIAL ANATOMOPATOLÓGICO

- i. El descarte se realiza una vez al mes.
- ii. Los extractores generales de aire deben estar encendidos en todo momento.
- iii. Ponerse el equipo de protección personal necesario, de acuerdo al procedimiento EPP 01.
 - Respirador de cara completa (cuando sea necesario).
 - Guantes de nitrilo.
 - Delantal.
 - Botas de hule.
- iv. Colocar los recipientes con los desechos en formalina en la cámara de corte.
- v. Ubicar el contenedor de la formalina de desecho en la pila de la cámara.
- vi. Colocar un embudo al contenedor de desecho. Poner un filtro.
- vii. Encender el extractor de la cámara.
- viii. Verter el contenido de cada frasco por el embudo, hacia el contenedor de desecho.
- ix. En una bolsa roja (material biopeligroso), colocar todos los desechos sólidos. En otra bolsa roja colocar los frascos vacíos.
- x. Botar los frascos vacíos (en la bolsa roja) en un contenedor etiquetado como apto para material biopeligroso.
- xi. Quitar el embudo. Tapar el recipiente.
- xii. Limpiar cualquier derrame pequeño (menor de 500 ml) que se haya generado, con una toalla de material absorbente (preferiblemente toallas de polipropileno) y colocar los residuos en los envases etiquetados para tal fin.
- xiii. Colocar los envases con toallas con formalina y los contenedores vacíos en los espacios destinados para el almacenamiento de los mismos, para su adecuado desecho.
- xiv. Almacenar tanto los desechos sólidos como la formalina de desecho en el frigorífico, hasta que llegue la respectiva entidad a hacerse cargo de los mismos.
- xv. Apagar el extractor.

 <p>HOSPITAL NACIONAL DE NIÑOS Doctor Carlos Sáenz Herrera</p>	<p>Hospital Nacional de Niños- Costa Rica</p> <p>Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Laboral a Formaldehído.</p>	<p>Revisión No. 1</p>
<p>Buenas prácticas de trabajo</p>		<p>SP-P05</p>

- xvi. Quitarse el equipo de protección personal, de acuerdo al procedimiento EPP 02.

	<p>Hospital Nacional de Niños- Costa Rica</p> <p>Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Laboral a Formaldehído.</p>	<p>Revisión No. 1</p>
<p>Procedimientos en caso de emergencia</p>		<p>SP-P06</p>

2.2.6. *Procedimientos en caso de emergencia*

2.2.6.1. *Introducción*

Cuando se trabaja diariamente con sustancias químicas, es necesario contar con un plan de emergencia en caso de derrame o intoxicación (primeros auxilios básicos), ya que un accidente con estas sustancias afecta las operaciones de los laboratorios, así como la integridad física de los trabajadores del área.

2.2.6.2. *Objetivo*

Establecer los lineamientos mínimos de seguridad que deben seguir los trabajadores del Servicio de Patología en caso de emergencia con el formaldehído.


2.2.6.3. *Alcance*

Los procedimientos que se describen a continuación aplican para todo el personal del Servicio de Patología, ya sea que se expongan de manera directa o indirecta al formaldehído.

2.2.6.4. *Responsabilidades*

i. Oficina de Salud Ocupacional.

- Coordinar con un especialista las capacitaciones sobre tratamiento de derrames y primeros auxilios básicos que deberán ser impartidas a todo el personal del Servicio.
- Verificar el buen funcionamiento de las duchas y lavaojos de emergencia.
- Asegurar que en el Servicio se cuentan con los implementos mínimos para atender un derrame.

	<p>Hospital Nacional de Niños- Costa Rica</p> <p>Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Laboral a Formaldehído.</p>	<p>Revisión No. 1</p>
<p>Procedimientos en caso de emergencia</p>		<p>SP-P06</p>

ii. Supervisor (Jefe de Servicio).

- Asegurar que los empleados tengan los implementos necesarios para una atención rápida y efectiva en caso de emergencia.
- Brindar espacios para que los trabajadores se capaciten en atención de emergencias con el formaldehído.

iii. Departamento de Ingeniería y Mantenimiento

- Realizar la instalación de las duchas de emergencia y los lavaojos.
- Verificar el adecuado funcionamiento de las duchas de emergencia y los lavaojos.

iv. Trabajadores

- Acatar los lineamientos descritos en este procedimiento.
- Informar a su supervisor y al encargado de la Oficina de Salud Ocupacional cualquier anomalía que se presente con alguno de los contenedores de formaldehído, o cualquier incidente con esta sustancia.

2.2.6.5. *Contenido*

A. Procedimiento en caso de derrame

1. Medidas de control

Se debe disponer de un kit de contención de derrames como el que se muestra en la figura 21, el cual deberá contener al menos los siguientes elementos:

Tapetes
Barreras absorbentes
Bolsas

Guantes de nitrilo
Lentes de seguridad
Contenedor


	<p>Hospital Nacional de Niños- Costa Rica</p> <p>Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Laboral a Formaldehído.</p>	<p>Revisión No. 1</p>
<p>Procedimientos en caso de emergencia</p>		<p>SP-P06</p>




Figura 21. Kit de contención de derrames.

Fuente: CSI, 2015.

Tanto las barreras absorbentes como los tapetes deben estar fabricados en fibras sintéticas e inertes normalmente de polipropileno. Este material es ligero y no genera polvo, y tiene una gran capacidad de absorción que minimiza la generación de residuos que deben desecharse.

Por otra parte, la capacidad del contenedor debe ser al menos el valor del contenedor con mayor cantidad de formalina en los laboratorios, en este caso es de 10 galones, lo que equivale alrededor de 38 litros.

Por motivos de espacio la ubicación de este kit dentro del Servicio deberá estar en el cuarto de escáner (marcado con color rojo), el cual se encuentra contiguo a ambos laboratorios, tal como se muestra en la siguiente figura:

	<p>Hospital Nacional de Niños- Costa Rica</p> <p>Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Laboral a Formaldehído.</p>	<p>Revisión No. 1</p>
<p>Procedimientos en caso de emergencia</p>		<p>SP-P06</p>

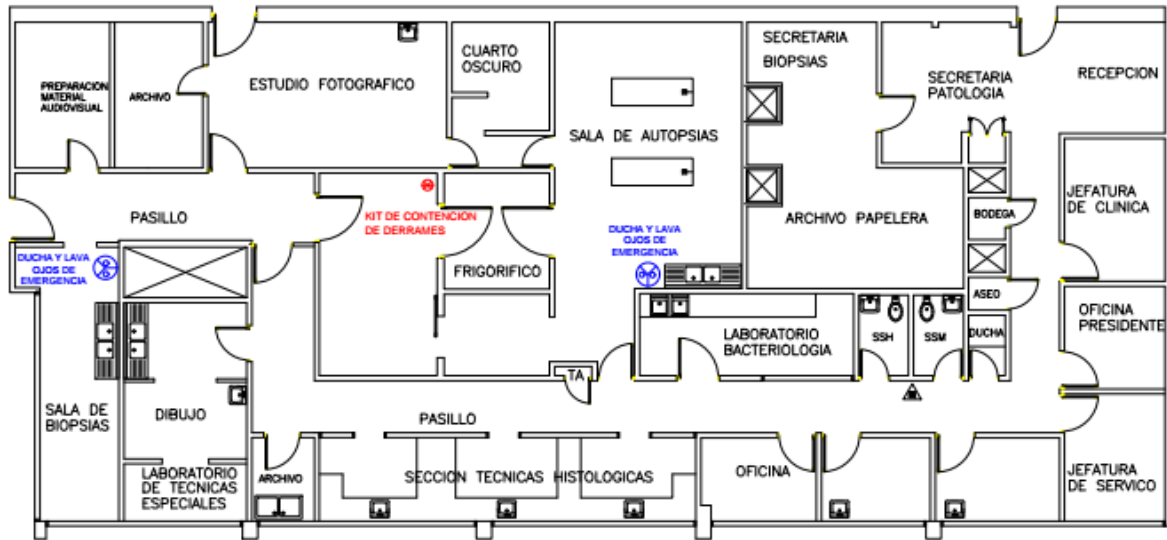


Figura 22. Ubicación del kit de contención de derrames

Además, este kit de contención de derrames, debe estar debidamente rotulado, ubicado en un espacio libre de obstáculos y de fácil acceso. En este caso, esta señal debe ser de PVC con las siguientes dimensiones: 20 x 30 cm, ya que no se sobrepasan los cinco metros de distancia de donde se encuentra el observador y la señal. Adicionalmente, debe ser instalada a una altura considerada como nivel de ojo (entre 1.5 m y 1.8 m).




	<p>Hospital Nacional de Niños- Costa Rica</p> <p>Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Laboral a Formaldehído.</p>	<p>Revisión No. 1</p>
<p>Procedimientos en caso de emergencia</p>		<p>SP-P06</p>

Figura 23. Señal de rotulación del kit de control de derrames.

Fuente: ABC rotulación, 2008.

Por otra parte, es necesario que el contenedor de formalina existente en la morgue sea colocado sobre una tarima como la que se muestra a continuación:



Figura 24. Tarima para contención de derrames.


Fuente: Denios, 2015.

Esta tarima debe poder contener como mínimo 10 galones (valor del contenedor que soportará). La tarima debe de ser de hierro galvanizado, ya que es un material resistente a la corrosión.

Para la ubicación de esta tarima dentro del Laboratorio de Anatomía Patológica se muestra en la imagen 18 (Apartado de buenas prácticas de trabajo). Debido a que el contenedor de formalina que existe en el Laboratorio de Biopsias no ocasionaría un derrame importante (más de 5 L), no es necesario implementar una tarima en este lugar.

2. Procedimiento de actuación

- 2.1. El brigadista de emergencia que se encuentre de turno en ése momento en el Servicio deberá evacuar a todo el personal. Controlar e impedir todo acceso a la zona afectada.
- 2.2. Evalúe el derrame.

	<p>Hospital Nacional de Niños- Costa Rica</p> <p>Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Laboral a Formaldehído.</p>	<p>Revisión No. 1</p>
<p>Procedimientos en caso de emergencia</p>		<p>SP-P06</p>

Es importante definir la magnitud del derrame para proceder de manera correcta a la atención del mismo.

La siguiente tabla muestra una clasificación para los derrames de acuerdo a su volumen.

Tabla 4. Clasificación de los derrames de acuerdo a su volumen.

Tipo	Volumen	Respuesta	Materiales
Pequeño	Hasta 500 ml	Absorción	Neutralizantes o absorbentes (vermiculita, arena seca, tierra o similar, toallas absorbentes preferiblemente polipropileno)
Mediano	Entre 500 ml y 5 L	Absorción	Absorbentes
Grande	Más de 5 L	Contención y ayuda externa	Barreras absorbentes

Fuente: Autora.

2.3. Elimine toda fuente de ignición.


2.4. Si el derrame para ser contenido no requiere de ayuda externa (bomberos), colóquese el equipo de protección personal.

- Guantes (preferiblemente de nitrilo).
- Respirador de rostro completo o en su defecto el de medio rostro y lentes de seguridad.
- Botas de hule.

2.5. Utilice el contenedor y los materiales absorbentes, para limpiar la zona del derrame.

2.6. Ventile muy bien el lugar.

2.7. No permita la eliminación por el alcantarillado de los derrames.

	<p>Hospital Nacional de Niños- Costa Rica</p> <p>Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Laboral a Formaldehído.</p>	<p>Revisión No. 1</p>
<p>Procedimientos en caso de emergencia</p>		<p>SP-P06</p>

2.8. El trabajador al cual le sucedió el accidente debe realizar un informe escrito indicando la causa del derrame y las acciones tomadas para el control de la situación (Ver Apéndice 18).

B. Procedimiento de primeros auxilios

1. Medidas de control


Es importante que se instale una ducha y lava ojos de emergencia en la morgue y lo más cerca posible del Laboratorio de Biopsias (por motivos de espacio no se puede colocar aquí directamente), como la que se muestra a continuación:



Figura 25. Ducha y lavaojos de emergencia.

Fuente: ACUAVAL, 2015.

Una posible ubicación para este dispositivo dentro de la morgue y el Laboratorio de Biopsias es como el que se muestra a continuación (marcados con color azul):

	<p>Hospital Nacional de Niños- Costa Rica</p> <p>Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Laboral a Formaldehído.</p>	<p>Revisión No. 1</p>
<p>Procedimientos en caso de emergencia</p>		<p>SP-P06</p>

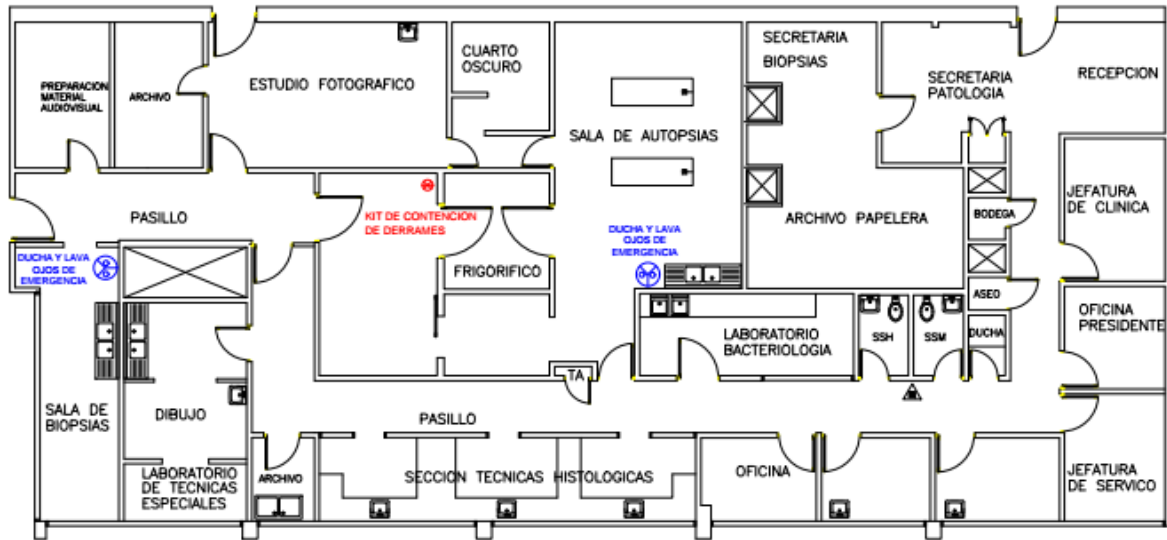


Figura 26. Ubicación de la ducha y lava ojos de emergencia en ambos Laboratorios.

Además, esta ducha y lavaojos de emergencia, debe estar debidamente rotulada, ubicado en un espacio libre de obstáculos y de fácil acceso. En este caso, las señales deben ser de PVC con las siguientes dimensiones: 20 x 45 cm, ya que en ninguno de los dos laboratorios se sobrepasan los cinco metros de distancia entre el observador y la señal. Adicionalmente, debe ser instalada a una altura considerada como nivel de ojo (entre 1.5 m y 1.8 m).



Figura 27. Señal de rotulación para la ducha de emergencia.

Fuente: ABC rotulación, 2008.


	<p>Hospital Nacional de Niños- Costa Rica</p> <p>Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Laboral a Formaldehído.</p>	<p>Revisión No. 1</p>
<p>Procedimientos en caso de emergencia</p>		<p>SP-P06</p>



Figura 28. Señal de rotulación para el lava ojos.

Fuente: ABC rotulación, 2008.

2. Procedimiento de actuación

2.1. Contacto con los ojos


- Enjuague los ojos inmediatamente con abundante agua durante al menos 30 minutos, levantando los párpados superiores e inferiores. En caso de utilizar lentes de contacto, retírelos al enjuagar.
- Solicite a un compañero que busque la atención médica necesaria para que lo atiendan.

2.2. Contacto con la piel


- Quite inmediatamente la ropa contaminada, lave con abundante agua y jabón la zona afectada.
- Busque atención médica.

2.3. Inhalación

- Retire a la víctima del lugar de exposición.
- Inicie la respiración de rescate si se ha detenido la función respiratoria, e inicie la reanimación cardiopulmonar si se ha detenido la función cardíaca.
- Mantener a la víctima en observación por un período de 24 a 48 horas, debido al riesgo de edema pulmonar tardío, por exposición excesiva.

	<p>Hospital Nacional de Niños- Costa Rica</p> <p>Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Laboral a Formaldehído.</p>	<p>Revisión No. 1</p>
<p>Procedimientos en caso de emergencia</p>		<p>SP-P06</p>

Nota: Es importante que la persona que sufre el accidente con la sustancia realice el reporte a la Oficina de Salud Ocupacional, quien posteriormente deberá elaborar un informe del accidente, en donde especifique las causas del evento (Ver Apéndice 19).

	<p>Hospital Nacional de Niños- Costa Rica</p> <p>Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Laboral a Formaldehído.</p>	<p>Revisión No. 1</p>
<p>Plan de Capacitación</p>		<p>SP-P07</p>

2.2.7. *Plan de capacitación*

2.2.7.1. *Introducción*

Siempre que se maneje una sustancia peligrosa, se cambien los procedimientos de trabajo o bien se modifiquen las instalaciones para agilizar los procesos y hacerlos más seguros, se hace necesaria la capacitación para entrenar a los trabajadores, y así asegurar que todos entienden los riesgos a los que se exponen, pero también que sepan cómo actuar de forma segura frente a estos riesgos.

2.2.7.2. *Objetivo*


Dar a conocer la naturaleza de los efectos a la salud ocasionados por el formaldehído dentro del área de trabajo, así como el entendimiento de la importancia del uso del EPR y las buenas prácticas de trabajo.

2.2.7.3. *Alcance*

El presente procedimiento aplica para todos aquellos trabajadores del Servicio que se exponen al formaldehído.

2.2.7.4. *Enfoque del plan de capacitación*

El presente plan de capacitación está orientado a informar a los trabajadores sobre los riesgos que implica el uso del formaldehído; además, busca reducir la exposición al mismo mediante el uso correcto del EPR y la puesta en marcha de las buenas prácticas de trabajo.

	<p>Hospital Nacional de Niños- Costa Rica</p> <p>Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Laboral a Formaldehído.</p>	<p>Revisión No. 1</p>
<p>Plan de Capacitación</p>		<p>SP-P07</p>

2.2.7.5. Responsabilidades

i. Oficina de Salud Ocupacional


- Deberá verificar que toda la información que será presentada está actualizada, es decir, que no tiene más de cinco años desde su fecha de publicación.
- Llevar el control actualizado y ordenado de asistencia a las capacitaciones. (Ver Apéndice 20).
- Coordinar con un especialista las capacitaciones sobre tratamiento de derrames y primeros auxilios básicos que deberán ser impartidas a todo el personal del Servicio.
- Impartir las capacitaciones acerca de los procedimientos de trabajo seguros en tareas que involucren el uso de la formalina.
- Diseñar y proponer los planes de mejora en caso de que las evaluaciones al plan de capacitación resulten negativas.

ii. Supervisor (Jefe de Servicio)

- Promover la importancia de participar en las capacitaciones.
- Facilitar la sala de reuniones del Servicio para poder impartir las capacitaciones.
- Organizar los grupos para que el 100% de los trabajadores reciban la capacitación, pero asegurando el buen funcionamiento del Servicio.

iii. Trabajadores

- Todos los trabajadores del Servicio deberán asistir y participar en forma activa en las capacitaciones.
- El trabajador está en la obligación y el derecho de solicitar las veces que sean necesarias las explicaciones adecuadas de la información que está recibiendo, para asegurar un entendimiento total de la misma.
- Ninguno de los colaboradores podrá retirarse del recinto de capacitación si ésta no ha llegado a su fin y sin antes haber firmado con su nombre una lista de asistencia,

	<p>Hospital Nacional de Niños- Costa Rica</p> <p>Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Laboral a Formaldehído.</p>	<p>Revisión No. 1</p>
<p>Plan de Capacitación</p>		<p>SP-P07</p>


la cual le permitirá a la Oficina de Salud Ocupacional llevar el registro de capacitaciones.

2.2.7.6. Contenido

En la siguiente tabla se detallan los contenidos del plan de capacitación, así como la duración por tema.

Tabla 5. Plan de capacitación para el Servicio de Patología del HNN.

Tema	Contenido	Duración
<p>Presentación 1:</p> <p>Riesgos asociados por la exposición a formaldehído.</p>	<p>Riesgos a la salud por exposición a formaldehído.</p> <p>Características que determinan la exposición: puesto de trabajo, duración de la tarea, vías de entrada del contaminante al cuerpo.</p> <p>Medidas de protección: Sistemas de extracción y EPR.</p>	<p>1 hora</p>
<p>Presentación 2:</p> <p>Equipo de protección respiratoria.</p>	<p>Selección del EPR</p> <p>Uso, mantenimiento, limpieza y almacenamiento.</p> <p>Pruebas de ajuste cualitativas del EPR</p>	<p>1 hora</p>
<p>Presentación 3:</p> <p>Buenas prácticas de trabajo</p>	<p>Procedimientos establecidos para la realización de las siguientes tareas: Mezcla de formalina, descarte de material anatomopatológico y corte de biopsias y/o autopsias.</p>	<p>30 minutos</p>
<p>Presentación 4:</p> <p>Procedimientos en caso de emergencia</p>	<p>Procedimientos en caso de derrame y/o intoxicación.</p>	<p>30 minutos</p>
<p>Presentación 5:</p> <p>Vigilancia médica</p>	<p>Procedimientos de exámenes médicos y la importancia de</p>	<p>1 hora</p>

	<p>Hospital Nacional de Niños- Costa Rica</p> <p>Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Laboral a Formaldehído.</p>	<p>Revisión No. 1</p>
<p>Plan de Capacitación</p>		<p>SP-P07</p>

Tema	Contenido	Duración
	realizarlos.	
	Total:	4 horas

Fuente: La autora.

2.2.7.6.1. Organización de la capacitación

La duración del curso dependerá de la disponibilidad de los colaboradores y de los responsables de impartir las capacitaciones, (profesional en tratamiento de derrames y primeros auxilios y el encargado de la Oficina de Salud Ocupacional) pero se estima que serán aproximadamente cuatro días; las capacitaciones se desarrollarán de la siguiente manera:

A. Inicio:

- Presentación del capacitador.
- Presentación de los participantes.
- Presentación de los temas que se impartirán.

B. Desarrollo:


- Los temas se desarrollarán por medio de exposiciones orales, con apoyos audiovisuales.
- Los trabajadores compartirán información particular de las características de su trabajo.
- Se realizarán demostraciones prácticas para incentivar al trabajador e instarlo a participar más activamente.

C. Cierre:

- Se hará una sección para las preguntas y discusión.

2.2.7.6.2. Cronograma

Las capacitaciones deberán ser programadas de manera que todos los técnicos en disección (quienes tienen rotación de turno cada 15 días) puedan asistir a las dos clases. Ya

	<p>Hospital Nacional de Niños- Costa Rica</p> <p>Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Laboral a Formaldehído.</p>	<p>Revisión No. 1</p>
<p>Plan de Capacitación</p>		<p>SP-P07</p>

que, como se mencionó se estiman cuatro días de capacitación, en donde se conformarán dos grupos de trabajadores distintos, para recibir en total dos días de curso.


Es recomendable que cada capacitación se desarrolle cualquier día entre lunes y miércoles a la 1:00 de la tarde. Esto es debido a que en este horario los técnicos en disección del turno de la mañana y de la tarde están juntos hasta las 3:00 pm. Cada sesión tendrá una duración máxima de dos horas.

Con lo anterior ya definido, a continuación se detalla un ejemplo de cronograma para coordinar e impartir la capacitación:

Tabla 6. Cronograma para el desarrollo de las capacitaciones.

Semana 1			
Día	Presentación	Grupo	Integrantes
1	1 y 2	1	2 técnicos de disección 2 histólogos 2 patólogas
2	3, 4 y 5		1 asistente técnico en salud
Semana 2			
Día	Presentación	Grupo	Integrantes
3	1 y 2	2	1 patóloga 1 técnico en disección 2 histólogos
4	3, 4 y 5		1 asistente técnica en microbiología 1 microbióloga

Fuente: La autora.

	<p>Hospital Nacional de Niños- Costa Rica</p> <p>Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Laboral a Formaldehído.</p>	<p>Revisión No. 1</p>
<p>Plan de Capacitación</p>		<p>SP-P07</p>

2.2.7.6.3. Presupuesto

Para conocer el presupuesto requerido para el presente plan de capacitación, ver tabla 23 de la sección de presupuesto de este programa.

2.2.7.6.4. Seguimiento y evaluación del plan de capacitación

Para poder darle un adecuado seguimiento al plan de capacitación, es necesario llevar un registro en donde se anote la fecha en la que se impartió la capacitación, los asistentes y los temas tratados.

Es preciso que al finalizar cada capacitación los asistentes realicen una evaluación de la misma (Ver Apéndice 21); esto con el fin de valorar cuáles son las debilidades percibidas por parte de los trabajadores hacia el plan de capacitación.


Estas capacitaciones deben realizarse al menos una vez al año, o bien, si hay ingreso de personal nuevo, cambios en los métodos de trabajo, adquisición de nuevos equipos, cambios en la infraestructura.

2.2.7.6.5. Registro de asistencia

Este registro facilita la recopilación de la información de las personas que asisten a las capacitaciones. En el apéndice 20 se muestra este registro.

Nota:

En caso de que algún trabajador no pueda asistir a alguna de las capacitaciones por motivos de fuerza mayor, el encargado de la Oficina de Salud Ocupacional deberá coordinar con la persona una nueva fecha para impartir la capacitación.

	<p>Hospital Nacional de Niños- Costa Rica</p> <p>Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Laboral a Formaldehído.</p>	<p>Revisión No. 1</p>
<p>Vigilancia médica</p>		<p>SP-P08</p>

2.2.8. Vigilancia médica

2.2.8.1. *Introducción*

Es de suma importancia que se realicen evaluaciones médicas a los trabajadores que se encuentran expuestos a formaldehído o a cualquier otro agente contaminante químico que pueda estar presente en el ambiente de trabajo. Esto con el fin de conocer el estado de salud en el que se encuentran los trabajadores y poder prevenir o anticipar enfermedades.

2.2.8.2. *Objetivo*

Brindar los criterios y recomendaciones para prevenir y detectar daños a la salud que se puedan manifestar en los trabajadores del Servicio de Patología que se exponen a formaldehído.

2.2.8.3. *Alcance*

Este procedimiento aplica para todos aquellos trabajadores que se exponen de manera directa al formaldehído en el Servicio de Patología del HNN.


2.2.8.4. *Responsabilidades*

i. Supervisor (jefe de Servicio)

- Brindar los permisos para que los trabajadores asistan a las citas médicas.
- Promover el interés en los trabajadores de participar activamente en los procesos de vigilancia médica.

ii. Médico de empresa


- Instar a los trabajadores a asistir a las citas de AIT (Atención Integral al Trabajador).

	<p>Hospital Nacional de Niños- Costa Rica</p> <p>Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Laboral a Formaldehído.</p>	<p>Revisión No. 1</p>
<p>Vigilancia médica</p>		<p>SP-P08</p>

- Realizar los exámenes médicos específicos al sistema respiratorio al menos una vez al año.
 - Administrar el cuestionario médico recomendado por OSHA (2011) (Anexo 10), de manera confidencial.
 - Comunicar a la Oficina de Salud Ocupacional los resultados obtenidos en las pruebas médicas realizadas a los trabajadores.
- iii. Oficina de Salud Ocupacional.
- Con base en los resultados reportados por el médico de empresa, deberá plantear las correcciones necesarias en aquellos puestos que resulten problemáticos.
 - Realizar relaciones entre los resultados de las evaluaciones de exposición a formaldehído y los resultados de las pruebas médicas por puesto.
- iv. Trabajadores
- Reservar y acudir a sus citas de AIT responsablemente cada año.
 - Responder el cuestionario aplicado por el médico de empresa de manera sincera y responsable.
 - Pedir una fotocopia de los resultados de los exámenes médicos realizados.

2.2.8.5. *Contenido*

Para iniciar con el proceso de vigilancia médica se debe realizar una entrevista por parte de un profesional de la salud calificado, preferiblemente un médico de trabajo, que aplique el cuestionario recomendado por OSHA, en la parte 29 de su estándar 1910.134, de protección respiratoria. Éste tiene que ser confidencial, realizarse en horas laborales o cuando sea más conveniente para el empleado. El trabajador se encuentra en libertad de discutir con el médico acerca de los resultados del cuestionario médico.

	<p>Hospital Nacional de Niños- Costa Rica</p> <p>Programa de Protección Respiratoria por la Exposición Laboral a Formaldehído.</p>	<p>Revisión No. 1</p>
<p>Vigilancia médica</p>		<p>SP-P08</p>

El control médico se realizará cada año, esto debido a que los trabajadores se exponen diariamente al formaldehído. Dentro de los controles médicos que se deben realizar se recomiendan:

- Pruebas de sensibilidad mucosa.
- Radiografía de tórax ántero posterior y lateral.
- Radiografías de los senos paranasales.
- Pruebas de función pulmonar (espirometrías basales).
- Exámenes oftalmológicos.

Se debe tener un control de los exámenes médicos realizados al personal del Servicio. Dicho control lo manejará el departamento de Medicina del Trabajo del Hospital de Niños. Además, se le dará prioridad y especial seguimiento a todo trabajador que haya presentado afecciones al sistema respiratorio en ocasiones anteriores.

El reconocimiento médico inicial o examen médico pre-empleo se llevará a cabo en el primer mes tras la incorporación del trabajador a las labores. En el anexo 10 se detalla el cuestionario de evaluación sugerido por OSHA.

2.3. EVALUACIÓN DEL PROGRAMA

2.3.1. Introducción

Cada vez que se realiza un programa de cualquier clase, es necesario que éste sea evaluado para comprobar el cumplimiento de objetivos y metas. Es por esto que el programa de protección respiratoria para disminuir la exposición ocupacional a formaldehído en el Servicio de Patología del HNN debe ser evaluado al terminar su implementación, de esta forma se puede evidenciar si efectivamente el programa está dando resultados positivos para los trabajadores del Servicio, disminuyendo o eliminando el problema que dio paso a la creación de este programa.

Además, es necesaria la actualización del mismo, para poder ajustar todos aquellos aspectos que se consideran negativos o deficientes a partir de la evaluación del programa propuesto.

2.3.2. Propósito

Ofrecer como alternativa de evaluación una guía que permita identificar los aspectos en los cuales el programa tiene debilidad.

2.3.3. Alcance

Esta guía se limita únicamente a los contenidos abarcados dentro de este PPREF específicamente.

2.3.4. Responsabilidades

i. Oficina de Salud Ocupacional

- Llevar a cabo las evaluaciones periódicas del programa.
- Contemplar los criterios y reacciones de los trabajadores dentro del Servicio durante las evaluaciones del programa.
- Implementar las acciones de mejora del programa.
- Custodiar los registros e informes de la evaluación y el seguimiento del programa.
- Presentar un informe de los resultados obtenidos en las evaluaciones, así como el plan de mejora a los aspectos que resultaron débiles ante la Dirección Administrativa.

ii. Supervisor (jefe de Servicio)

- Realizar en conjunto con la Oficina de Salud Ocupacional las evaluaciones periódicas del programa.

iii. Trabajadores

- Participar activamente con las evaluaciones al programa.
- Brindar información veraz al encargado de la Oficina de Salud Ocupacional cuando este se encuentre realizando las evaluaciones.

iv. Dirección Administrativa.

- Solicitar a la Oficina de Salud Ocupacional los resultados de las evaluaciones.
- Coordinar junto con la oficina de Salud Ocupacional y el jefe del Servicio de Patología el plan de acción para corregir los aspectos que resultaron deficientes en las evaluaciones.

2.3.5. Contenido

2.3.5.1. Descripción de procedimientos

a. Se realizará una evaluación del programa cada 6 meses, por lo que al año se deberá contar con 2 evaluaciones de las cuales se obtendrá un puntaje general anual que representará la evaluación del programa.

b. Los trabajadores dentro del Servicio deberán participar de las evaluaciones, con el fin de poder contar con observaciones realistas de los efectos de las medidas implementadas.

c. En caso de que existan puntuaciones negativas, éstas deberán ser reportadas, seguidas de las recomendaciones para obtener la mejora deseada.

d. Cuando las puntuaciones sean positivas, éstas también deberán ser reportadas, además se justificarán estos resultados, para que los miembros de la dirección administrativa puedan reconocer los frutos de las mejoras implementadas.

e. La asignación de los puntajes no deberá ser tarea de una sola persona; deberán ser asignados por todos los miembros involucrados en la implementación del programa (Oficina de Salud Ocupacional, Departamento de Ingeniería y Mantenimiento, Dirección Administrativa, Jefatura del Servicio de Patología y trabajadores del Servicio de Patología).

2.3.5.2. Herramienta para la evaluación del programa

a. La herramienta cuenta con siete aspectos generales que deben ser evaluados dentro del PPREOF. Las escalas de valoración con las que cuenta la herramienta son escalas binomiales de respuestas SI/NO, de las que se obtendrán determinados porcentajes a partir de la frecuencia de respuestas obtenidas durante la evaluación.

b. La puntuación de cada aspecto se obtendrá de la siguiente manera:

$$\% \text{ Puntuaciones} = \frac{\# \text{ de respuestas afirmativas}}{\# \text{ Aspectos totales evaluados}} \times 100$$

La calidad del programa podrá ser ubicada en la siguiente escala según los porcentajes obtenidos.

Tabla 7. Escala de calificación del programa según el porcentaje obtenido.

1. <19% = Pobre	
2. 20%-40%= Inferior al promedio	
3. 41%-60% = Promedio	
4. 61%-80% = Superior al promedio	
5. >81% = Muy bueno.	

Fuente. La autora.

- En caso de llegar a superar el 81%, el programa está cumpliendo con la mayoría de las consideraciones para el aspecto evaluado.
- Si se logra un valor entre un 41%-60% el programa está avanzando de manera normal con todas las actividades y requerimientos
- Si se obtiene un porcentaje igual o menor al 19%, significará que el programa no está realizando casi ninguna actividad en los puntos evaluados de cada aspecto, por lo que el programa no estaría avanzando.

c. Herramienta de Evaluación

i. *Evaluaciones de exposición ocupacional a formaldehído.*

El encargado de la Oficina de Salud Ocupacional será el responsable de llenar la siguiente tabla y obtener el porcentaje de la evaluación de los distintos elementos.

Tabla 8. “Evaluaciones de exposición ocupacional a formaldehído”

Aspecto a evaluar	Cumplimiento	
	SI	NO
1. ¿Se han llevado evaluaciones de exposición ocupacional a formaldehído a los colaboradores y se han documentado los procesos?		
2. ¿Las metodologías de evaluación del programa son revisadas anualmente a pesar de que no ocurran situaciones que las hagan cambiar?		
3. ¿Las evaluaciones de exposición ocupacional a formaldehído son realizadas por personal calificado y certificado para esta actividad?		
4. ¿Son agregados a la documentación del programa las evaluaciones realizadas?		
5. ¿Se presentan los resultados de las evaluaciones más recientes a manera de informe para determinar si existe algún cambio significativo de concentración de formaldehído en el Servicio?		
6. ¿La información relevante de la evaluación es manipulada por personas calificadas y autorizadas?		
7. ¿Los resultados de las evaluaciones son tomados en cuenta para solicitar nuevos equipos, modificar parte de las instalaciones, o para reducir tiempos de exposición?		
8. ¿Han sido realizadas mediciones de seguimiento de concentraciones de formaldehído en caso de ocurrir cambios en los procesos, equipos o infraestructura de las áreas de trabajo?		
9. ¿Son informados los trabajadores acerca de los resultados obtenidos de las mediciones de exposición a formaldehído?		
10. ¿Los resultados de estas evaluaciones además de ser incorporados a los registros existentes son almacenados de manera segura?		

Porcentaje obtenido =

Estado de la evaluación	1	2	3	4	5

Fuente: La autora.

ii. Controles técnicos, ingenieriles y administrativos

El encargado de la Oficina de Salud Ocupacional en conjunto con el jefe del Servicio serán los responsables de llenar la siguiente tabla y obtener el porcentaje de la evaluación de los distintos elementos.

Tabla 9. Evaluación de los controles técnicos, ingenieriles y administrativos.

Aspecto a evaluar	Cumplimiento	
	SI	NO
1. ¿Todas las medidas de control están destinadas directamente a reducir la emanación de formaldehído?		
2. ¿Los encargados de proponer o asesorar los controles técnicos e ingenieriles son personas competentes?		
3. ¿Están los colaboradores motivados a participar activamente con las medidas de control propuestas?		
4. ¿Se están implementando todas las medidas para el control de la exposición a formaldehído?		
5. ¿Tiene el control de exposición a formaldehído necesidades de prioridad?		
6. ¿Los planes de control de exposición a formaldehído son revisados periódicamente (al menos 1 vez cada tres meses)?		
7. ¿Los proyectos destinados al control de exposición a formaldehído son supervisados de principio a fin?		
8. ¿Cuándo los controles técnicos e ingenieriles no son lo suficientemente prácticos, los controles administrativos son tomados como seguimiento?		
9. ¿Existe un programa de mantenimiento establecido para asegurar que todos los equipos y sistemas de retención y/o extracción de formaldehído siguen siendo efectivos?		
10. ¿Se ha elaborado una relación costo-beneficio (eficacia) de los diversos equipos y sistemas de retención y/o extracción		

Aspecto a evaluar	Cumplimiento	
	SI	NO
de formaldehído?		
11. ¿Se han realizado las pruebas de ajuste a todos los equipos de protección respiratoria al menos una vez cada seis meses?		

Porcentaje obtenido =

Estado de la evaluación	1	2	3	4	5

Fuente: La autora.

iii. Vigilancia médica y mantenimiento de registros

El encargado de la Oficina de Salud Ocupacional en conjunto con el jefe del Servicio serán los responsables de llenar la siguiente tabla y obtener el porcentaje de la evaluación de los distintos elementos.

Tabla 10. Evaluación de la vigilancia médica.

Aspecto a evaluar	Cumplimiento	
	SI	NO
1. ¿Todos los trabajadores expuestos directamente al formaldehído cuentan con exámenes médicos realizados por el médico de la empresa?		
2. ¿A todos los colaboradores se les realizó exámenes de pre-empleo con los cuales fueron certificados para realizar el trabajo que se mantienen cumpliendo?		
3. ¿Se han realizado radiografías de tórax y senos paranasales como mínimo durante el año a todos los trabajadores expuestos directamente al formaldehído del Servicio?		
4. ¿Se ha realizado al menos una espirometría al año a todos los trabajadores expuestos directamente al formaldehído del Servicio?		
5. ¿Se conservan los resultados de cada uno de los exámenes espirométricos y las radiografías de los últimos 3 años?		
6. ¿Se comunican los resultados de estos exámenes a los trabajadores evaluados?		
7. ¿Se les ha brindado asesoramiento a los empleados que muestran cambios significativos en sus pruebas de función?		

Aspecto a evaluar	Cumplimiento	
	SI	NO
respiratoria y/o alteraciones en sus vías respiratorias?		
8. ¿Los resultados de las pruebas anuales son comparados con el valor inicial para identificar la presencia de un cambio?		
9. ¿Se han tomado medidas correctivas sobre los trabajadores que tengan un porcentaje mayor al 5% de ausencias en las citas de AIT?		

Porcentaje obtenido =

Estado de la evaluación	1	2	3	4	5

Fuente: La autora.

iv. Equipo de protección respiratoria (EPR)

El encargado de la Oficina de Salud Ocupacional en conjunto con el jefe del Servicio serán los responsables de llenar la siguiente tabla y obtener el porcentaje de la evaluación de los distintos elementos.

Tabla 11. Evaluación del EPR.

Aspecto a evaluar	Cumplimiento	
	SI	NO
1. ¿Los EPR brindados son dispositivos adecuados con respecto al factor de protección requerido?		
2. Están establecidos e implementados los procedimientos para asegurar que: 2.1. Los EPR son proporcionados a los trabajadores. 2.2. A los EPR se les realiza un adecuado mantenimiento. 2.3. Todos los trabajadores utilizan el EPR. 2.4. Los trabajadores son capacitados para el adecuado uso del EPR.		
3. ¿Los operarios tienen alternativas de EPR para que seleccionen el que mejor se ajuste a su rostro y necesidades?		
4. ¿Los EPR han sido seleccionados según los procedimientos establecidos?		
5. ¿Se realizan inspecciones por parte de la Oficina de Salud Ocupacional para comprobar desgastes y defectos físicos sobre los EPR brindados para realizar los cambios inmediatamente?		
6. ¿Se realizan las pruebas de ajuste a los EPR al menos una vez cada 6 meses?		
7. ¿La Oficina de Salud Ocupacional ha realizado inspecciones regulares para verificar el buen uso del EPR por parte de los trabajadores del Servicio?		
8. ¿La Oficina de Salud Ocupacional ha realizado inspecciones regulares para verificar el buen almacenamiento y limpieza del EPR por parte de los trabajadores del Servicio?		

Porcentaje obtenido =

Estado de la evaluación	1	2	3	4	5

Fuente: La autora.

v. *Filtros y mantenimiento de los registros.*

El encargado de la Oficina de Salud Ocupacional será el responsable de llenar la siguiente tabla y obtener el porcentaje de la evaluación de los distintos elementos.

Tabla 12. Evaluación de los filtros y cartuchos.

Aspecto a evaluar	Cumplimiento	
	SI	NO
1. ¿El trabajador alguna vez le ha manifestado que siente algún sabor u olor del contaminante dentro del respirador?		
2. ¿El trabajador le ha indicado que siente dificultad respiratoria mientras realiza la tarea y utiliza el respirador?		
3. ¿El trabajador le ha mencionado si los cartuchos y los filtros se han mojado?		
4. ¿Se ha perdido la cuenta de las horas que el trabajador lleva utilizando los mismos filtros y cartuchos?		
5. ¿Se tiene la ficha de registro de entrega de filtros y cartuchos nuevos de cada trabajador?		

Porcentaje obtenido =

Estado de la evaluación	1	2	3	4	5

Fuente: La autora.

vi. Capacitación

El encargado de la Oficina de Salud Ocupacional en conjunto con el jefe del Servicio serán los responsables de llenar la siguiente tabla y obtener el porcentaje de la evaluación de los distintos elementos.

Tabla 13. Evaluación de la capacitación.

Aspecto a evaluar	Cumplimiento	
	SI	NO
1. ¿Las capacitaciones implementadas se llevan a cabo como mínimo 1 vez al año?		
2. ¿Se imparten capacitaciones a todos los nuevos empleados dentro de los 3 primeros meses de haber comenzado con su trabajo?		
3. Las capacitaciones incluyen temas como lo son: 3.1. Riesgos y efectos de la sustancia. 3.2. Equipos de protección respiratoria. 3.3. Buenas prácticas de trabajo. 3.4. Procedimientos en caso de emergencia. 3.5. Vigilancia médica.		
4. ¿La información brindada en las capacitaciones es actualizada y revisada constantemente?		
5. ¿La capacitación es impartida por una persona debidamente calificada?		
6. ¿Se utilizan recursos audiovisuales, didácticos y electrónicos para transmitir la información durante las capacitaciones?		
7. ¿Se evalúa el éxito de la capacitación al final de la misma?		
8. ¿Se brindan capacitaciones adicionales a todos aquellos trabajadores que presentan dificultades con alguno de los temas de la capacitación?		

Porcentaje obtenido =

Estado de la evaluación	1	2	3	4	5

Fuente: La autora.

vii. *Participación de los mandos superiores*

El encargado de la Oficina de Salud Ocupacional será el responsable de llenar la siguiente tabla y obtener el porcentaje de la evaluación de los distintos elementos.

Tabla 14. Evaluación de la participación de los mandos superiores.

Aspecto a evaluar	Cumplimiento	
	SI	NO
6. ¿Se le han proporcionado al jefe de Servicio o encargado los conocimientos necesarios para supervisar el uso y cuidado del EPR, así como los demás equipos para el control del formaldehído?		
7. ¿El jefe de Servicio da el ejemplo utilizando el EPR al realizar tareas que lo requieran por la alta exposición a formaldehído?		
8. ¿Es consultado el jefe de Servicio cuando los trabajadores se rehúsan a utilizar el EPR o seguir los procedimientos de trabajo?		
9. ¿Son aplicadas las medidas disciplinarias correspondientes cuando los trabajadores en repetidas ocasiones se ausentan de las citas médicas de AIT o bien no utilizan el EPR?		

Porcentaje obtenido =

Estado de la evaluación	1	2	3	4	5

Fuente: La autora.

2.3.6. Actualización del programa

Una vez detectadas las principales deficiencias del programa por medio de las evaluaciones, el encargado de la Oficina de Salud Ocupacional deberá realizar cambios y mejoras en el programa para que éste sea actualizado. De esta manera, se podrán detectar las principales disconformidades en el planteamiento y aplicación de las actividades, así como el cumplimiento de las responsabilidades asignadas.

En caso de ser necesario, se deberán replantear los objetivos y las metas propuestas originalmente, esto con el fin de solventar todas las necesidades. Además, se debe considerar la inclusión de nuevos integrantes o responsables dentro del programa para que el mismo tenga continuidad.


La Oficina de Salud Ocupacional se apoyará con la jefatura del Servicio de Patología y la Dirección Administrativa del hospital para realizar los ajustes al programa y la implementación de los nuevos planes de acción.

2.4. PRESUPUESTO DEL PROGAMA

En esta sección se presentan los presupuestos de los diferentes equipos, sistemas y capacitaciones propuestas en el programa. Los proveedores consultados son tanto nacionales como internacionales, en cada equipo se detallan sus características y sus especificaciones, así como una fotografía de referencia.

2.4.1. **Extractor portátil.**

Tabla 15. Características del equipo portátil de extracción Sentry Air Systems®.

Característica	Especificación	Imagen
Longitud del brazo (m)	1.8	
Rango de caudales (cfm)	700-950	
Peso (kg)	22.5	
Diámetro del brazo (m)	0.15	
Nivel sonoro (dB (A))	60-70	
Eficacia de filtración (%)	99.97 (Filtro HEPA)	
Voltaje (V)	115-220	
Amperaje (Amp)	0.75-2	
Frecuencia (Hz)	50- 60	
Potencia kW	0.23-0.165	
Precio (C)	1 700 000*	

Notas:


*Precio incluye accesorios y filtros.

**El precio no incluye costos de transporte.

Fuente: Sentry Air Systems®, 2015.

2.4.2. Cámara de corte.

Tabla 16. Características de la cámara de corte THERMO.

Característica	Especificación	Imagen
Dimensiones externas ajustables (cm)(Ancho x alto)	85.1 hasta 115.6 ancho 85.1 hasta 115.6 alto	
Velocidad de extracción de aire (m/s)	0.5	
Filtro Carbono. Eficiencia (%)	99.9	
Voltaje (V)	110-120	
Amperaje (Amp)	20	
Frecuencia (Hz)	60	
Precio (C)	25 872 00*	


Notas:

*Precio incluye accesorios y filtros.

**El precio no incluye costos de transporte.

Fuente: Soporte Médico, 2015.

Tabla 17. Características de la cámara de corte Baygen.

Característica	Especificación	Imagen
Dimensiones externas (cm)(Ancho x largo x alto)	150x75x200cm	
Velocidad de extracción de aire (m/s)	0.5	
Filtro Carbono. Eficiencia (%)	99.9	
Voltaje (V)	110-120	
Amperaje (Amp)	20	
Frecuencia (Hz)	60	
Precio (C)	4 364 250*	

Notas:


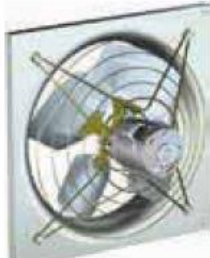
*Precio incluye accesorios y filtros.

**El precio no incluye costos de transporte.

Fuente: ZENON, 2015.

2.4.3. Ventiladores

Tabla 18. Comparación de características de los ventiladores propuestos para el Laboratorio de Biopsias.

Modelo	Potencia (W)	Velocidad (RPM)	Nivel de presión sonora (dB(A))	Caudal (cfm)	Presión Estática (in WG)	Peso (kg)	Costo (C)
HDC-20-4M* 	36	1620	<50	360	0.1	1.15	105 700
S1-8-440D** 	29	1550	<50	350	0.1	7.2	197 900

Notas: *Sus características fueron tomadas del catálogo del fabricante (SODECA, 2013).

**Sus características fueron tomadas del catálogo del fabricante (Greenheck, 2009).

Fuente: La autora.



2.4.4. Equipos de aire acondicionado



Tabla 19. Equipos, materiales y accesorios de los sistemas de aire acondicionado.




Laboratorio	Ítem	Especificación	Cantidad	Costo unitario (₡)	Costo total (₡)
Morgue	Unidad manejadora de aire	Condensador/ evaporador	1	637 000	637 000
	Rueda entálpica	Recuperador de calor aire-aire	1	620 000	620 000
	Filtro	Pre filtro	2	825 000	1 650 000
	Rejillas	Acero galvanizado	3	1 850.55	5 645
	Difusores	Cuatro vías	4	4035.72	16 145
	Difusores	Una vía	2	1 862.64	3 725
	Láminas de hierro galvanizado	(1.22 x 2.44 m)	16	37 690	603 040
Biopsias	Unidad manejadora de aire	Condensador/ evaporador	1	450 000	450 000
	Rueda entálpica	Recuperador de calor aire-aire		375 000	375 000
	Filtro	Pre filtro	2	825 000	1 650 000
	Rejillas	Acero galvanizado	2	1 850.55	3 705
	Difusores	Cuatro vías	3	4035.72	12 110
	Láminas de hierro galvanizado	(1.22 x 2.44 m)	10	37 690	376 900
Total:					6 403 270

2.4.5. Equipos de protección respiratoria

Tabla 20. Características de los respiradores de cara completa, media cara y accesorios recomendados para el Servicio de Patología.

Opción 1. Cara completa					
Modelo	Especificaciones	Cantidad	Ilustración	Costo Unitario (₡)	Costo total (₡)
Serie 6800, 3M. Cara Completa	<p>Peso aproximado: 400 g.</p> <p>Válvulas de inhalación extra grandes.</p> <p>Flujo de exhalación hacia abajo que reduce la posibilidad de empañe.</p> <p>Protección de los ojos.</p>	4		79 000	316 000
Cartucho para vapores orgánicos, serie 6005, 3M	<p>Mejor distribución del peso unido a la pieza facial. Lo que incrementa comodidad</p>	4 pares		7000 (el par)	28 000

Opción 1. Cara completa					
Modelo	Especificaciones	Cantidad	Ilustración	Costo Unitario (€)	Costo total (€)
Adaptador de filtro 502, 3M	Material polipropileno	4 pares		7000 (el par)	28 000
Filtro P100 Modelo 2097	Cuenta con un medio filtrante avanzado, exclusivo sistema de retención de partículas Cuenta con un medio filtrante removedor de olores	4 pares		3500 (el par)	14 000
Total:					386 000

Opción 2. Media cara					
Modelo	Especificaciones	Cantidad	Ilustración	Costo Unitario (₡)	Costo total (₡)
Serie 6000, 3M Media Cara	Peso aproximado:130 g Sello facial de silicona celeste Válvulas extra grandes de inhalación dan menor resistencia	4		7000	28 000
Cartucho para vapores orgánicos, serie 6005, 3M	Mejor distribución del peso unido a la pieza facial. Lo que incrementa comodidad	4 pares		7000 (el par)	28 000
Adaptador de filtro 502, 3M	Material polipropileno	4 pares		7000 (el par)	28 000


Filtro P100	Cuenta con un medio filtrante avanzado, exclusivo sistema de retención de partículas	4 pares		3500 (el par)	14 000
Modelo 2097	Cuenta con un medio filtrante removedor de olores				
Total				98 010	

Fuente: ESOSA, 2015.

A pesar de que la opción uno es más costosa, es la recomendada, ya que se tiene protección ocular y respiratoria al mismo tiempo, y gracias a esto, el sello a presión que se debe crear entre el respirador y la cara del trabajador es más efectivo, por lo cual se asegura una mejor protección.

2.4.6. *Dispensador de Formalina*

Tabla 21. Características del dispensador de formalina Bigneat.

Característica	Especificación	Imagen
Dimensiones externas (mm)(Ancho x largo x alto)	819 x 560 x 1985	
Velocidad de extracción de aire (m/s)	0.5	
Peso (kg)	193	
Nivel sonoro (dB (A))	50	
Filtro Carbono. Eficiencia (%)	99.9	
Voltaje (V)	110	
Amperaje (Amp)	8	
Frecuencia (Hz)	60	
Potencia (kW)	0.88	
Precio (C)	4 303 480*	

Notas:

*Precio incluye accesorios y filtros.

**El precio no incluye costos de transporte.

Fuente: Bigneat Ltd, 2015.

Tabla 22. Características del dispensador de formalina Baygen.

Característica	Especificación	Imagen
Dimensiones externas (mm)(Ancho x largo x alto)	819 x 560 x 1985	
Velocidad de extracción de aire (m/s)	0.5	
Peso (kg)	193	
Nivel sonoro (dB (A))	50	
Filtro Carbono. Eficiencia (%)	99.9	
Voltaje (V)	110	
Amperaje (Amp)	8	
Frecuencia (Hz)	60	
Potencia (kW)	0.88	
Precio (C)	5 554 500*	

Notas:

*Precio incluye accesorios y filtros.

**El precio no incluye costos de transporte.

Fuente: ZENON, 2015.

2.4.7. Presupuesto del plan de capacitación

Para el apoyo didáctico y audiovisual se utilizará la computadora y el video beam, éstos no se incluyen en el presupuesto, ya que el Servicio lo va a facilitar, por lo tanto no es necesario el alquiler de los mismos. En el cuadro siguiente, se detallan los materiales que se necesitan para impartir la capacitación:

Tabla 23. Estimación del presupuesto requerido para la capacitación.

Recurso	Valor Unidad (C)	Cantidad	Costo (C)
TE ⁽¹⁾ Profesional que imparte las capacitaciones sobre derrames y primeros auxilios.	12 421, 15 ²	1 hora (30 minutos por día)	12 421, 15
Profesional en SO para impartir las demás capacitaciones	4 700 ²	7 horas	32 900
Transporte	3 125 ⁽³⁾	2 días	3 125
Papelería	15	65	975
Lapiceros	100	15	1 500
Total			51 025

Notas:

(1): TE: Trabajador especializado.

(2): Dato extraído de la Gaceta N° 235. Salarios mínimos para el sector privado I Semestre 2015.

(3): Valor contemplado dentro del área metropolitana.

Fuente: La autora.

CONCLUSIONES

- El diseño de este programa está basado según las necesidades detectadas de acuerdo con el estudio previo que se realizó para conocer la situación actual del personal del Servicio de Patología del HNN, a fin de mejorar de las condiciones actuales de trabajo.
- Con el diseño de este programa se pretende un mayor compromiso e interés de la Dirección Administrativa, el jefe de Servicio y el personal del Servicio de Patología del Hospital Nacional de Niños, todo con miras a un mejor ambiente de trabajo, protegiendo al personal.
- Con la implementación del programa de capacitación propuesto se pretende lograr mayor conciencia en el personal acerca de cómo realizar las labores diarias, la importancia del uso y mantenimiento del equipo de protección respiratoria.
- Los equipos de protección personal propuestos poseen características que brindan mayor protección a los trabajadores, para minimizar la exposición ocupacional a formaldehído.
- Las alternativas de control administrativas, en conjunto con los controles ingenieriles permitirán reducir considerablemente la exposición ocupacional de formaldehído, si se trabajan de manera simultánea.
- El sistema de aire acondicionado propuesto brindará el confort térmico a los ocupantes de los recintos, así como la disminución de la emanación de formaldehído.

RECOMENDACIONES

- Realizar una evaluación de exposición ocupacional a formaldehído al 100% de la población del Servicio.
- Se debe desarrollar el procedimiento de selección del equipo de protección respiratoria, ya que éste fue elaborado con base en los criterios establecidos para la exposición a formaldehído.
- Es importante que se brinde seguimiento a los filtros de cada equipo de protección respiratoria por medio de fichas de control, para así poder adquirir y suministrar a tiempo filtros nuevos, cuando éstos se encuentran llegando al final de su vida útil.
- El programa deberá llevarse a cabo con el total respaldo de la Dirección Administrativa del hospital y es preciso informar a todo el personal de nuevo ingreso acerca de la existencia del mismo, cuando éste sea implementado, para que puedan seguir los lineamientos establecidos y así disminuir la exposición ocupacional a formaldehído.
- Para el desarrollo de las alternativas relacionadas con sistemas de aire acondicionado, es necesario que éstas sean verificadas por un equipo multidisciplinario conformado por personal de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, así como técnicos especialistas en dichas áreas industriales. En caso de ser efectivo, se rediseñarán los sistemas de inyección/extracción de ambos laboratorios, tomando en cuenta la asesoría de un ingeniero especialista en el campo de aire acondicionado.
- Es recomendable que todos los trabajadores del Servicio sean evaluados al menos una vez al año por el médico de empresa, esto con el fin de descartar posibles enfermedades del sistema respiratorio por la exposición directa o indirecta al formaldehído.
- Se recomienda que el programa deba ser actualizado frecuentemente, y con especial importancia considerar que deben actualizarse los registros de mediciones de exposición ocupacional inhalatoria a formaldehído, para obtener parámetros de efectividad del programa propuesto.
- El programa deberá evaluarse una vez terminada su implementación, para verificar la efectividad del mismo.
- Es importante que una vez evaluado el programa se realice una actualización del mismo, para solventar las nuevas necesidades encontradas.

- Se recomienda que el programa propuesto sea difundido a nivel de la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS), para prevenir enfermedades en los trabajadores de los distintos Servicios de Patología de los hospitales que conforman esta institución.

3. APÉNDICES DEL PROGRAMA


Apéndice 1. Estructura de desglose de trabajo del programa.

ID EDT	ACTIVIDADES
1	Revisión y aprobación del programa
1.1	Entrega del documento del programa
1.2	Análisis y revisión del documento del programa
1.3	Aprobación del programa
2	Divulgación
2.1	Informar a los jefes de Servicio o Departamentos
2.2	Informar a los trabajadores
3	Ejecución del programa
3.1	Aprobación de los fondos económicos para la implementación del programa
3.2	Proveer las MSDS de la formalina.
3.2.1	Verificar que el proveedor de formalina entregue las MSDS de la formalina.
3.2.2	Asegurar que los trabajadores saben interpretar la MSDS.
3.3	Incorporación de los nuevos EPR
3.3.1	Brindar un respirador por trabajador
3.3.2	Verificar que cada respirador tiene un adecuado lugar para su almacenamiento
3.3.3.	Comprobar que cada respirador tiene los cartuchos espaciales para formaldehído
3.3.4	Llenado de las fichas de entrega de cada respirador por trabajador.
3.4	Capacitaciones
3.4.1	Coordinación de capacitaciones
3.4.2	Contratar profesional que imparta las capacitaciones de emergencia con el formaldehído
3.4.3	Impartir las capacitaciones
3.4.4	Brindar refrescamientos a los trabajadores de manera periódica.
3.5	Incorporación del equipo especializado para el trabajo con formalina
3.5.1	Verificar que los equipos que se adquieran son los correctos

ID EDT	ACTIVIDADES
3.5.2	Instalación de los equipos en ambos laboratorios.
3.6	Incorporación de los procedimientos de trabajo cuando implique el uso de formalina.
3.6.1	Revisión de procedimientos del programa
3.7	Implementar las duchas de emergencia y lavaojos
3.7.1	Verificar que las duchas y lavaojos funcionan correctamente
3.8	Vigilancia médica
3.8.1	Sacar la cita en AIT
3.8.2	Otorgar el permiso para que los trabajadores asistan a las citas
3.8.3	Informar a la Oficina de Salud Ocupacional el resultado de los exámenes realizados
3.8.4	Informar a los trabajadores los resultados de sus exámenes
4	Evaluación del programa
4.1	Evaluación de la incorporación de todos los elementos del programa
4.1.1	Evaluaciones de formaldehído
4.1.1.1	Contratación de laboratorio calificado para la toma de muestras
4.1.1.2	Entregar resultados de las muestras tomadas
4.1.2	Evaluaciones de la implementación de los controles de ingeniería
4.1.3	Evaluaciones de las capacitaciones impartidas
5	Actualización del programa
5.1	Realización de los ajustes al programa con base en la calificación obtenida a partir de las evaluaciones.


Apéndice 2. Ficha de registro del protocolo de revisión de los extractores.

PROTOCOLO DE EJECUCIÓN.

Rutina de mantenimiento preventivo	Servicio de Patología.		Hospital Nacional de Niños	
	Morgue <input type="checkbox"/>	Biopsias <input type="checkbox"/>		
Equipo:				
Marca:				
Modelo:				
Serie:				
Periodicidad el mantenimiento	Trimestral <input type="checkbox"/>	Semestral <input type="checkbox"/>		
Mantenimiento preventivo				
Mantenimiento correctivo				
Ítem	Buena	Regular	Mala	Acción tomada
4.1.1.1. Estado general de los componentes mecánicos.				
4.2. Estado de los filtros de aire.				
4.3. Condición de los rodamientos del motor.				
4.4. Lubricación de los rodamientos del motor.				
4.5. Estado de las fajas.				
4.6. Limpieza de aspas.				
4.7. Estado eléctrico general.				
4.8. Condición de los elementos móviles.				
4.9. Estado de corrosión del equipo				
OBSERVACIONES				

Fecha de realización	Día	Mes	Año
Firma del técnico inspector			
Firma del recibido			

Apéndice 3. Ficha de control de registro del protocolo de revisión de los equipos
(dispensador de formalina y la cámara de corte).

Rutina mantenimiento preventivo	de	Servicio de Patología.		Hospital Nacional de Niños	
		Morgue <input type="checkbox"/>	Biopsias <input type="checkbox"/>		
Equipo:					
Marca:					
Modelo:					
Serie:					
Periodicidad el mantenimiento <u>Mensual</u>					
Mantenimiento preventivo					
Mantenimiento correctivo					
	Ítem	Buena	Regular	Mala	Acción tomada
	1. Estado general de todos los componentes de equipo.				
	2. Estado de las mangueras (sin quebraduras ni fugas).				
	3. Limpieza de las boquillas de dispensado.				
	4. Estado eléctrico general.				
	5. Estado de las partes electrónicas del equipo.				
	6. Estado de los filtros				
	7. Estado de los motores.				
OBSERVACIONES					
Fecha de realización		Día	Mes	Año	
Firma del técnico inspector					
Firma del recibido					

Apéndice 4. Datos métricos de las zonas por acondicionar.

Tabla 23. Datos métricos de las zonas por acondicionar.

Laboratorio	Área (ft ²)	Volumen (ft ³)	Vidrio Norte (ft ²)	Vidrio Sur (ft ²)	Vidrio Este (ft ²)	Vidrio Oeste (ft ²)	Pared Norte (ft ²)	Pared Sur (ft ²)	Pared Este (ft ²)	Pared Oeste (ft ²)	Techo (ft ²)
Morgue	464.76	3811.05	--	17.04	--	--	--	112.06	--	--	464.76
Biopsias	171.70	1407.97	17.1	--	35.66	--	39.38	--	168.7496	--	171.70

Fuente: La autora.

Apéndice 5. Cálculo de la carga térmica por ocupación.

Tabla 24. Cálculo de la carga térmica por ocupación.

Laboratorio	Ocupantes (BTU/h)	Luminarias (BTU/h)	Equipos generadores de calor (BTU/h)	Calor (BTU/h)
Morgue	1150.00	2782.56	6889.80	10822.36
Biopsias	1150.00	982.08	2790.40	4922.48

Fuente: La autora.

Apéndice 6. Cálculo de carga térmica por conducción a través de estructura exterior.

Tabla 25. Cálculo de carga térmica por conducción a través de estructura exterior.

Laboratorio	Superficie	DTCE (°F)	U (BTU/h ft ² °F)	Calor total (BTU/h)
Morgue	Pared Sur	16	0.20	10529.52
	Techo	77	0.28	
Biopsias	Pared Este	39	0.21	5331.29
	Pared Norte	17	0.21	
	Techo	77	0.28	

Fuente: La autora.

Apéndice 7. Cálculo de la carga térmica por radiación a través de vidrios.

Tabla 26. Cálculo de la carga térmica por radiación a través de vidrios.

Laboratorio	Superficie	FGCS(BTU/h ft ² °F)	CS	FCE	Calor total (BTU/h)
Morgue	Vidrio pared sur	55	0.94	0.58	510.96
Biopsias	Vidrio pared este	241	0.55	0.32	1773.54
	Vidrio pared norte	37	0.55	0.75	

Fuente: La autora.

Apéndice 8. Cálculo de carga térmica por conducción en paredes interiores.

Tabla.27. Cálculo de carga térmica por conducción en paredes interiores.

Laboratorio	Superficie	DT (°F)	U (BTU/h ft2-°F)	CALOR (BTU/h)
Morgue	Pared norte	9.00	0.21	1723.72
	Pared este	9.00	0.21	
	Pared oeste	9.00	0.21	
	Piso	9.00	0.21	
Biopsias	Pared sur	9.00	0.21	706.70
	Pared oeste	9.00	0.21	
	Piso	9.00	0.21	

Fuente: La autora.

Apéndice 9. Cálculo de carga térmica por ventilación en ambos laboratorios.

Tabla 28. Cálculo de carga térmica por ventilación en ambos laboratorios.

Laboratorio	Ventilación (CFM)	CT (°F)	ΔW	Calor (BTU/h)
Morgue	550	9	44	21901.00
Biopsias	250	9	44	9955.00

Fuente: La autora.

Apéndice 10. Parámetros para selección de equipos.

Tabla 29. Dimensionamiento de los ductos de inyección para la morgue.

Tramo	Caudal (CFM)	Longitud (ft)	DP (in/100ft)	f (in)	Rectangular (inxin)
I1-I2*	550	13.5	0.0135	10	10x8
I2-I3*	276	13.5	0.0135	7	10x6
I3-I4*	184	10	0.0100	6	10x6
I4-I5*	92	16.5	0.0165	4	10x6
I2-I6	184	13.5	0.0135	6	10x6
I6-I7	92	10	0.0100	4	10x6

Nota: *Representa la ruta crítica.

Fuente: La autora.

Tabla 30. Cálculo de la caída de presión de la unidad manejadora de aire en la morgue.

Descripción	Caída de Presión (pulg de H2O)	Cantidad	Total
Accesorios	0.08	14	1.12
Tramos Rectos	0.0535	----	0.0535
TOTAL:			1.1735

Fuente: La autora.

Tabla 31. Dimensionamiento de los ductos de extracción para la morgue.

Tramo	Caudal (CFM)	Longitud (ft)	DP (in/100ft)	f (in)	Rectangular (inxin)
E1-E2	605	16.5	0.0165	10	10x8
E2-E3	404	10	0.0100	8	10x6
E3-E4	202	10	0.0100	6	10x6

Fuente: La autora.

Tabla 32. Cálculo de la caída de presión del extractor en la morgue.

Descripción	Caída de Presión (Pulg de H2O)	Cantidad	Total
Accesorios	0.08	11	0.88
Tramos Rectos	0.0365	----	0.0365
TOTAL:			0.9165

Fuente: La autora.

Tabla 33. Dimensionamiento de los ductos de inyección para biopsias.

Tramo	Caudal (CFM)	Longitud (ft)	DP (in/100ft)	f (in)	Rectangular (inxin)
I1-I2	240	13.5	0.1350	7	10x6
I2-I3	160	10	0.1000	6	10x6
I3-I4	80	10	0.1000	4	10x6

Fuente: La autora.

Tabla 34. Cálculo de la caída de presión de la unidad manejadora de aire en biopsias.

Descripción	Caída de Presión (Pulg de H2O)	Cantidad	Total
Accesorios	0.08	10	0.8
Tramos Rectos	0.335	----	0.335
TOTAL:			1.135

Fuente: La autora.

Tabla 35. Dimensionamiento de los ductos de extracción para biopsias.

Tramo	Caudal (CFM)	Longitud (ft)	DP (in/100ft)	f (in)	Rectangular (inxin)
E1-E2	264	10	0.100	7	10x6
E2-E3	264	15	0.150	6	10x6
E3-E4	132	10	0.100	4	10x6

Fuente: La autora.


Tabla 36. Cálculo de la caída de presión del extractor de aire en biopsias.

Descripción	Caída de Presión (in H ₂ O)	Cantidad	Total
Accesorios	0.08	8	0.64
Tramos Rectos	0.35	----	0.35
TOTAL:			0.99

Fuente: La autora.

Apéndice 11. Ficha de registro del protocolo de revisión del aire acondicionado.

PROTOCOLO DE EJECUCIÓN.

Rutina de mantenimiento preventivo	Servicio de Patología.		Hospital Nacional de Niños	
	Morgue <input type="checkbox"/>	Biopsias <input type="checkbox"/>		
Equipo:	Aire Acondicionado			
Marca:				
Modelo:				
Serie:				
Periodicidad el mantenimiento		Trimestral <input type="checkbox"/>	Semestral <input type="checkbox"/>	
Mantenimiento preventivo				
Mantenimiento correctivo				
Ítem	Buena	Regular	Mala	Acción tomada
Estado general del evaporador				
Estado general del condensador				
Estado de las aspas y turbinas.				
Verificación de los seguros.				
Estado de los filtros				
Lubricación de motores del evaporador y el condensador.				
Control de presión y temperatura				
Estado de los ductos y accesorios				
Limpieza en ductos, codos y rejillas				
Estado de los soportes de las unidades manejadoras de aire.				
OBSERVACIONES				
Fecha de realización	Día	Mes	Año	
Firma del técnico inspector				
Firma del recibido				

Apéndice 12. Estrategia de muestreo

1. Selección de los agentes químicos a muestrear

El agente químico a muestrear es el formaldehído utilizado en las diferentes tareas que se desarrollan en el Servicio.

2. Tipo de estrategia

La estrategia de muestreo es la de peor caso, considerando a la población del Servicio que se expone directamente al formaldehído. El muestreo tendrá una duración no menor al 70% de la jornada de cada trabajador. Los valores de concentración de formaldehído serán comparados con la normativa nacional e internacional.

3. Población y muestra

El número de personas a las que se les realizará el muestreo es de 13. Esto con el fin de conocer el panorama total del personal que labora en este lugar (a excepción de las 3 secretarías, ya que ellas no se exponen directamente a la sustancia), así como realizar tratamiento estadístico de los datos y establecer comparaciones y analizar la exposición ocupacional a formaldehído. Por lo tanto se estiman dos cambios de dispositivo de captura por trabajador.

4. Métodos de muestreo y análisis

El criterio que se utilizará para la comparación de los datos será en el que se encuentra en la INTE 31-08-04-01: Concentraciones ambientales máximas permisibles en los centros de trabajo. Dicha normativa establece un valor techo de 0.3 ppm (partes por millón), lo que quiere decir que este valor no debe ser sobrepasado en ningún momento de la jornada. Por otra parte, la NIOSH establece el valor recomendado de 0.016 ppm para un periodo de 10 horas. Para el análisis de las muestras se utiliza el método NIOSH 2016.

Apéndice 13. Materiales y Equipos a Utilizar para el muestreo personal.

Formaldehído					
Equipo básico	Especificaciones del dispositivo de captura.	Herramientas	Otros equipos	Flujo	Método de análisis
Bomba de bajo caudal	Tubo de sílica gel de 2, 4 dinitrofenilhidrazina	Hielera	Medidor de temperatura y presión atmosférica	180 ml/min	HPLC, detección UV
2 Tubos flexibles de goma con adaptador		Masking tape	Rotámetro para bajo caudal		
Tubos captura.					
<p>Se conecta una de las mangueras a la bomba, luego se abre el tubo (en este momento se abre el blanco) y se acopla el extremo más delgado en dirección hacia la bomba. Posteriormente, el extremo del tubo más grueso, se le conecta la otra manguera, la cual debe contener un adaptador, ésta última va unida al rotámetro de bajo caudal y se establece el flujo de 180 ml/min, sin pérdida de carga.</p> <p>Se toman los datos de temperatura y presión atmosférica durante el muestreo. Al finalizar el muestreo se vuelve a verificar el caudal.</p>					

Apéndice 14. Ficha de control de entrega de equipo de protección respiratoria

Ficha de control de entrega de equipo de protección respiratoria				
Nombre de colaborador que recibe				
Puesto				
EPR	Fecha de entrega	Fecha de devolución	Motivo de la devolución	Firma colaborador que recibe

Apéndice 15. Ficha de control de los filtros y cartuchos.

Ficha de control de entrega de filtros y cartuchos				
Nombre de colaborador que recibe				
Puesto				
Tipo de filtro	Fecha de entrega	Fecha de devolución	Motivo de la devolución	Firma colaborador que recibe


Apéndice 16. Ficha de control del equipo de protección respiratoria.

FICHA DE CONTROL DEL EQUIPO DE PROTECCIÓN RESPIRATORIA		
Datos del trabajador		
Nombre completo	Edad	Tarea
Datos del equipo		
Marca		
Tipo (1/2 rostro o rostro completo)		
Modelo		
No. Serie del distribuidor		
Datos de uso		
Condiciones de uso		
Vida útil/fecha de caducidad de filtros		
Control de limpieza y desinfección		
Limpieza realizada	Fecha	Responsable


Apéndice 17. Ficha de control de las pruebas de ajuste del equipo de protección respiratoria

FICHA DE CONTROL DE LAS PRUEBAS DE AJUSTE DEL EQUIPO DE PROTECCIÓN RESPIRATORIA			
Datos del trabajador			
Nombre completo	Edad	Puesto que desempeña	
Datos del equipo			
Marca			
Tipo (1/2 rostro o rostro completo)			
Modelo			
No. Serie del distribuidor			
Datos de uso			
Condiciones de uso			
Vida útil/fecha de caducidad de filtros			
Pruebas de ajuste			
Prueba cualitativa realizada	Fecha	Resultado	Firma del responsable

Apéndice 18. Ficha de reporte de derrames de formalina.

Reporte de incidentes en caso de derrame o fuga de formalina	Servicio de Patología.		Hospital Nacional de Niños
	Morgue <input type="checkbox"/>	Biopsias <input type="checkbox"/>	
Nombre:			
Puesto:			
Teléfono:			
Datos del derrame o la fuga			
Lugar del derrame o la fuga:			
Método de limpieza usado:			
Cantidades derramadas (aproximadamente):			
OBSERVACIONES			
Fecha de realización	Día	Mes	Año
Firma del trabajador			
Firma del recibido			

Apéndice 19. Ficha de reporte de accidentes con la formalina.

Reporte de accidentes con formalina	Servicio de Patología.		Hospital Nacional de Niños
	Morgue <input type="checkbox"/>	Biopsias <input type="checkbox"/>	
Nombre:			
Puesto:			
Teléfono:			
Datos del accidente			
Lugar del accidente:			
Parte del cuerpo afectada:			
Causas del accidente:			
Acciones tomadas:			
OBSERVACIONES			
Fecha de realización	Día	Mes	Año
Firma del trabajador			
Firma del responsable			

Apéndice 20. Registro de asistencia a la capacitación de trabajadores.

Registro de asistencia a la capacitación de trabajadores		
Nombre de la capacitación		
Nombre del expositor		
Fecha		
Nombre Completo	Puesto que ocupa	Firma
Firma del expositor		
Firma del jefe del Servicio		

Apéndice 21. Formulario de evaluación de capacitación de trabajadores

Fecha:		
Nombre de la capacitación:		
Marque con una "X" su respuesta		
Rubro	Si	No
¿Se cumplieron los objetivos?		
¿La ayuda audiovisual fue pertinente?		
¿La metodología fue adecuada?		
¿Se realizó lo programado?		
¿El material suministrado fue el adecuado?		
¿El horario utilizado facilitó su asistencia?		
¿Se cumplieron sus expectativas?		
¿La capacitación le brindó los conocimientos e información necesaria para el desempeño en su puesto de trabajo?		
¿El contenido es aplicable para mejorar aspectos de su vida diaria?		
¿Qué temas le gustaría que se incluyeran en las próximas capacitaciones?		
Sugerencias		

4. ANEXOS DEL PROGRAMA

Anexo 1. Ganancia de calor sensible y latente por las personas.

TABLA 6.11. TASAS DE GANANCIA DE CALOR DEBIDA A LOS OCUPANTES DEL RECINTO ACONDICIONADO*

Actividad	Aplicaciones típicas	Calor total por adulto masculino			calor total ajustado ^b			Calor sensible			Calor latente		
		Watts	Btuh	kcal/h	Watts	Btuh	kcal/h	Watts	Btuh	kcal/h	Watts	Btuh	kcal/h
Sentado en reposo	Teatro, cine	115	400	100	100	350	90	60	210	55	40	140	30
Sentado, trabajo muy ligero, escritura	Oficinas, hoteles, apartamentos	140	480	120	120	420	105	65	230	55	55	190	50
Sentado, comiendo	Restaurante	150	520	130	170	580 ^c	145	75	255	60	95	325	80
Sentado, trabajo ligero, mecanografía	Oficinas, hoteles, apartamentos	185	640	160	150	510	130	75	255	60	75	255	65
Parado, trabajo ligero o camina despacio	Tiendas minoristas, bancos	235	800	200	185	640	160	90	315	80	95	325	80
Trabajo ligero de banco	Fábricas	255	880	220	230	780	195	100	345	90	130	435	110
Caminando 3 mph trabajo ligero	Fábricas	305	1040	260	305	1040	260	100	345	90	205	695	170
Bolche		350	1200	300	280	960	240	100	345	90	180	615	150
Baile moderado	Salón de baile	400	1360	340	375	1280	320	120	405	100	255	875	220
Trabajo pesado, trabajo con máquinas pesadas, levantar pesas	Fábricas	470	1600	400	470	1600	400	165	565	140	300	1035	260
Trabajo pesado, ejercicios atléticos	Gimnasios	585	2000	500	525	1800	450	185	635	160	340	1165	290

* Nota: Los valores de la tabla se basan en una temperatura de bulbo seco de 78°F. Para 80°F BS, el calor total queda igual, pero el valor del calor sensible se debe disminuir en aproximadamente 8% y los valores del calor latente se deben aumentar proporcionalmente.

^b La ganancia total ajustada de calor se basa en el porcentaje normal de hombres, mujeres y niños en la aplicación que se menciona, bajo la hipótesis de que la ganancia por mujer adulta representa un 85% de la del hombre adulto, y la de un niño el 75%.

^c Calor total ajustado para comer en un restaurant, que incluye 60 BTU/h del alimento por individuo (30 BTU sensibles y 30 BTU latentes).

^d Para el bolche, se considera una persona por pista tirando y las demás sentadas (400 BTU/h) o paradas y caminando lentamente (970 BTU/h) Reproducido con permiso del 1985 *Fundamentals. ASHRAE Handbook & Product Directory*.

Fuente: Pita, 2002.

Anexo 2. Coeficiente general de conducción de calor.

TABLA 6.1 DIFERENCIAS DE TEMPERATURA PARA CARGAS DE ENFRIAMIENTO (DTCE) PARA CALCULAR CARGAS DEBIDAS A TECHOS PLANOS, 1°F

Techo No.	Descripción de la construcción	Hora Peso, lb/ft ²	Valor de U, BTU/h Ft ² °F	Hora solar, h																								
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
				Sin cielo raso suspendido																								
1.	Lámina de metal con aislamiento de 1 o 2 in (8)	7	0.213 (0.124)	1	-2	-3	-3	-5	-3	6	19	34	49	61	71	78	79	77	70	59	45	30	18	12	8	5	3	
2.	Madera de 1 in con aislamiento de 1 in	8	0.170	6	3	0	-1	-3	-3	-2	4	14	27	39	52	62	70	74	74	70	62	51	38	28	20	14	9	
3.	Concreto ligero de 4 in	18	0.213	9	5	2	0	-2	-3	-3	1	9	20	32	44	55	64	70	73	71	66	57	45	34	25	18	13	
4.	Concreto pesado de 1 a 2 in con aislamiento de 2 in	29	0.206 (0.122)	12	8	5	3	0	-1	-1	3	11	20	30	41	51	59	65	66	66	62	54	45	36	29	22	17	
5.	Madera de 1 in con aislamiento de 2 in	19	0.109	3	0	-3	-4	-5	-7	-6	-3	5	16	27	39	49	57	63	64	62	57	48	37	26	18	11	7	
6.	Concreto ligero de 6 in	24	0.158	22	17	13	9	6	3	1	1	3	7	15	23	33	43	51	58	62	64	62	57	50	42	35	28	
7.	Madera de 2.5 in con aislamiento de 1 in	13	0.130	29	24	20	16	13	10	7	6	6	9	13	20	27	34	42	48	53	55	56	54	49	44	39	34	
8.	Concreto ligero de 8 in	31	0.126	35	30	26	22	18	14	11	9	7	7	9	13	19	25	33	39	46	50	53	54	53	49	45	40	
9.	Concreto pesado de 4 in con aislamiento de 1 o 2 in (52)	52	0.200 (0.120)	25	22	18	15	12	9	8	8	10	14	20	26	33	40	46	50	53	53	52	48	43	38	34	30	
10.	Madera de 2.5 in con aislamiento de 2 in	13	0.093	30	26	23	19	16	13	10	9	8	9	13	17	23	29	36	41	46	49	51	50	47	43	39	35	
11.	Sistema de terrazas de techo	75	0.106	34	31	28	25	22	19	16	14	13	13	15	18	22	26	31	36	40	44	45	46	45	43	40	37	
12.	Concreto pesado de 6 in con aislamiento de 1 o 2 in (75)	75	0.192 (0.117)	31	28	25	22	20	17	15	14	14	16	18	22	26	31	36	40	43	45	45	44	42	40	37	34	
13.	Madera de 4 in con aislamiento de 1 o 2 in (18)	17	0.106 (0.078)	38	36	33	30	28	25	22	20	18	17	16	17	18	21	24	28	32	36	39	41	43	43	42	40	
				Con cielo raso suspendido																								
1.	Lámina de acero con aislamiento de 1 o 2 in (10)	9	0.134 (0.092)	2	0	-2	-3	-4	-4	-1	9	23	37	50	62	71	77	78	74	67	56	42	28	18	12	8	5	
2.	Madera de 1 in con aislamiento de 1 in	10	0.115	20	15	11	8	5	3	2	3	7	13	21	30	40	48	55	60	62	58	51	44	37	30	37	25	
3.	Concreto ligero de 4 in	20	0.134	19	14	10	7	4	2	0	0	4	10	19	29	39	48	56	62	65	64	61	54	46	38	30	24	
4.	Concreto pesado de 2 in con aislamiento de 1 in	30	0.131	28	25	23	20	17	15	13	13	14	16	20	25	30	35	39	43	46	47	46	44	41	38	35	32	
5.	Madera de 1 in con aislamiento de 2 in	10	0.083	25	20	16	13	10	7	5	5	7	12	18	25	33	41	48	53	57	57	56	52	46	40	34	29	
6.	Concreto ligero de 6 in	26	0.109	32	28	23	19	16	13	10	8	7	8	11	16	22	28	36	42	48	52	54	54	51	47	42	37	
7.	Madera de 2.5 in con aislamiento de 1 in	15	0.096	34	31	29	26	23	21	18	16	15	15	16	18	21	25	30	34	38	41	43	44	44	42	40	37	
8.	Concreto ligero de 8 in	33	0.093	39	36	33	29	26	23	20	18	15	14	14	15	17	20	25	29	34	38	42	45	46	45	44	42	
9.	Concreto pesado de 4 in con aislamiento de 1 o 2 in (54)	53	0.128 (0.090)	30	29	27	26	24	22	21	20	20	21	22	24	27	29	32	34	36	38	38	38	37	36	34	33	
10.	Madera de 2.5 in con aislamiento de 2 in	15	0.072	35	33	30	28	26	24	22	20	18	18	18	20	22	25	28	32	35	38	40	41	41	40	39	37	
11.	Sistema de terrazas de techo	77	0.082	30	29	28	27	26	25	24	23	22	22	22	23	23	25	26	28	29	31	32	33	33	33	33	32	
12.	Concreto pesado con aislamiento de 1 a 2 in (77)	77	0.125 (0.088)	29	28	27	26	25	24	23	22	21	21	22	23	25	26	28	30	32	33	34	34	34	34	33	32	31
13.	Madera de 4 in con aislamiento de 1 o 2 in (20)	19	0.082 (0.064)	35	34	33	32	31	29	27	26	24	23	22	21	22	22	24	25	27	30	32	34	35	36	37	36	

Reproducido con permiso del 1985 Fundamentals ASHRAE Handbook & Product Directory.

Fuente: Pita, 2002.

Anexo 3. Valor DTCE para techos

TABLA 6.1 DIFERENCIAS DE TEMPERATURA PARA CARGAS DE ENFRIAMIENTO (DTCE) PARA CALCULAR CARGAS DEBIDAS A TECHOS PLANOS, 1°F

Techo No.	Descripción de la construcción	Hora Peso, lb/ft ²	Valor de U, BTU/h Ft ² °F	Hora solar, h																							
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
				Sin cielo raso suspendido																							
1.	Lámina de metal con aislamiento de 1 o 2 in (8)	7	0.213 (0.124)	1	-2	-3	-3	-5	-3	6	19	34	49	61	71	78	79	77	70	59	45	30	18	12	8	5	3
2.	Madera de 1 in con aislamiento de 1 in	8	0.170	6	3	0	-1	-3	-3	-2	4	14	27	39	52	62	70	74	74	70	62	51	38	28	20	14	9
3.	Concreto ligero de 4 in	18	0.213	9	5	2	0	-2	-3	-3	1	9	20	32	44	55	64	70	73	71	66	57	45	34	25	18	13
4.	Concreto pesado de 1 a 2 in con aislamiento de 2 in	29	0.206 (0.122)	12	8	5	3	0	-1	-1	3	11	20	30	41	51	59	65	66	66	62	54	45	36	29	22	17
5.	Madera de 1 in con aislamiento de 2 in	19	0.109	3	0	-3	-4	-5	-7	-6	-3	5	16	27	39	49	57	63	64	62	57	48	37	26	18	11	7
6.	Concreto ligero de 6 in	24	0.158	22	17	13	9	6	3	1	1	3	7	15	23	33	43	51	58	62	64	62	57	50	42	35	28
7.	Madera de 2.5 in con aislamiento de 1 in	13	0.130	29	24	20	16	13	10	7	6	6	9	13	20	27	34	42	48	53	55	56	54	49	44	39	34
8.	Concreto ligero de 8 in	31	0.126	35	30	26	22	18	14	11	9	7	7	9	13	19	25	33	39	46	50	53	54	53	49	45	40
9.	Concreto pesado de 4 in con aislamiento de 1 o 2 in (52)	52	0.200 (0.120)	25	22	18	15	12	9	8	8	10	14	20	26	33	40	46	50	53	53	52	48	43	38	34	30
10.	Madera de 2.5 in con aislamiento de 2 in	13	0.093	30	26	23	19	16	13	10	9	8	9	13	17	23	29	36	41	46	49	51	50	47	43	39	35
11.	Sistema de terrazas de techo	75	0.106	34	31	28	25	22	19	16	14	13	13	15	18	22	26	31	36	40	44	45	46	45	43	40	37
12.	Concreto pesado de 6 in con aislamiento de 1 o 2 in (75)	75	0.192 (0.117)	31	28	25	22	20	17	15	14	14	16	18	22	26	31	36	40	43	45	45	44	42	40	37	34
13.	Madera de 4 in con aislamiento de 1 o 2 in (18)	17	0.106 (0.078)	38	36	33	30	28	25	22	20	18	17	16	17	18	21	24	28	32	36	39	41	43	43	42	40
				Con cielo raso suspendido																							
1.	Lámina de acero con aislamiento de 1 o 2 in (10)	9	0.134 (0.092)	2	0	-2	-3	-4	-4	-1	9	23	37	50	62	71	77	78	74	67	56	42	28	18	12	8	5
2.	Madera de 1 in con aislamiento de 1 in	10	0.115	20	15	11	8	5	3	2	3	7	13	21	30	40	48	55	60	62	58	51	44	37	30	25	
3.	Concreto ligero de 4 in	20	0.134	19	14	10	7	4	2	0	4	10	19	29	39	48	56	62	65	64	61	54	46	38	30	24	
4.	Concreto pesado de 2 in con aislamiento de 1 in	30	0.131	28	25	23	20	17	15	13	13	14	16	20	25	30	35	39	43	46	47	46	44	41	38	35	32
5.	Madera de 1 in con aislamiento de 2 in	10	0.083	25	20	16	13	10	7	5	5	7	12	18	25	33	41	48	53	57	57	56	52	46	40	34	29
6.	Concreto ligero de 6 in	26	0.109	32	28	23	19	16	13	10	8	7	8	11	16	22	29	36	42	48	52	54	54	51	47	42	37
7.	Madera de 2.5 in con aislamiento de 1 in	15	0.096	34	31	29	26	23	21	18	16	15	15	16	18	21	25	30	34	38	41	43	44	44	42	40	37
8.	Concreto ligero de 8 in	33	0.093	39	36	33	29	26	23	20	18	15	14	14	15	17	20	25	29	34	38	42	45	46	45	44	42
9.	Concreto pesado de 4 in con aislamiento de 1 o 2 in (54)	53	0.128 (0.090)	30	29	27	26	24	22	21	20	20	21	22	24	27	29	32	34	36	38	38	38	37	36	34	33
10.	Madera de 2.5 in con aislamiento de 2 in	15	0.072	35	33	30	28	26	24	22	20	18	18	18	20	22	25	28	32	35	38	40	41	41	40	39	37
11.	Sistema de terrazas de techo	77	0.082	30	29	28	27	26	25	24	23	22	22	22	23	23	25	26	28	29	31	32	33	33	33	33	32
12.	Concreto pesado con aislamiento de 1 a 2 in (77)	77	0.125 (0.088)	29	28	27	26	25	24	23	22	21	21	22	23	25	26	28	30	32	33	34	34	34	33	32	31
13.	Madera de 4 in con aislamiento de 1 o 2 in (20)	19	0.082 (0.064)	35	34	33	32	31	29	27	26	24	23	22	21	22	22	24	25	27	30	32	34	35	36	37	36

Fuente: Pita, 2002.

Anexo 5. Valor FGCS para vidrios.

TABLA 6.6 RADIACIÓN SOLAR A TRAVÉS DE VIDRIO FACTORES DE GANANCIA MÁXIMA DE CALOR SOLAR PARA VIDRIO. BTU/H - FT², LATITUDES NORTE.

0 Grados											16 Grados										
	N	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SEE/ SSW	S	HOR		N	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SEE/ SSW	S	HOR
En.	34	34	88	177	234	254	235	182	118	296	En.	30	30	55	147	21	244	251	223	199	248
Feb.	36	39	132	205	245	247	210	141	67	306	Feb.	33	33	96	180	231	247	233	188	154	275
Mar.	38	87	170	223	242	223	170	87	38	303	Mar.	35	53	140	205	239	235	197	138	93	291
Abr.	71	134	193	224	221	184	118	38	37	284	Abr.	39	99	172	216	227	204	150	77	45	289
May	113	164	203	218	201	154	80	37	37	265	May	52	132	189	218	215	179	115	45	41	282
Jun.	129	173	206	212	191	140	66	37	37	255	Jun.	66	142	194	217	207	167	99	41	41	277
Jul.	115	164	201	213	195	149	77	38	38	260	Jul.	55	132	187	214	210	174	111	44	42	277
Agos.	75	134	187	216	212	175	112	39	38	276	Agos.	41	100	168	209	219	196	143	74	46	282
Sept.	40	84	163	213	231	213	163	84	40	293	Sept.	36	50	134	196	227	224	191	134	93	282
Oct.	37	40	129	199	236	238	202	135	66	299	Oct.	33	33	95	174	223	237	225	183	150	270
Nov.	35	35	88	175	230	250	230	179	117	293	Nov.	30	30	55	145	206	241	247	220	196	246
Dic.	34	34	71	164	226	253	240	196	138	288	Dic.	29	29	41	132	198	241	254	233	212	234

8 Grados											24 Grados										
	N	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SEE/ SSW	S	HOR		N	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SEE/ SSW	S	HOR
En.	32	32	71	163	224	250	242	203	162	275	En.	27	27	41	128	190	240	253	241	227	214
Feb.	34	34	114	193	239	248	219	165	110	294	Feb.	30	30	80	165	220	244	243	213	192	249
Mar.	37	67	156	215	241	230	184	110	55	300	Mar.	34	45	124	195	234	237	214	168	137	275
Abr.	44	117	184	221	225	195	134	53	39	289	Abr.	37	88	159	209	228	212	169	107	75	283
May	74	146	198	220	209	167	97	39	38	277	May	43	117	178	214	218	190	132	67	46	282
Jun.	90	155	200	217	200	141	82	39	39	269	Jun.	55	127	184	214	212	179	117	55	43	279
Jul.	77	145	195	215	204	162	93	40	39	272	Jul.	45	116	176	210	213	185	129	65	46	278
Agos.	47	117	179	214	216	186	128	51	41	282	Agos.	38	87	156	203	220	204	162	103	72	277
Sept.	38	66	149	205	230	219	176	107	56	290	Sept.	35	42	119	185	222	225	206	163	134	266
Oct.	35	35	112	187	231	239	211	160	108	288	Oct.	31	31	79	159	211	237	235	207	187	244
Nov.	33	33	71	161	220	245	233	200	160	273	Nov.	27	27	42	126	187	236	249	237	224	213
Dic.	31	31	55	149	215	246	247	215	179	265	Dic.	26	26	29	1112	180	234	247	247	237	199

Fuente: Pita, 2002.

Anexo 6. Valor CS para vidrios.

TABLA 6.7. COEFICIENTES DE SOMBREADO PARA VIDRIO CON O SIN SOMBREADO INTERIOR POR PERSIANAS VENECIANAS ENROLLABLES

Tipo de vidrio	Espesor nominal de cada vidrio claro ^a	Transmisión solar ^b	Sin sombreado interior		Tipo de sombreado interior				
			$h_o = 4.0$	Persianas venecianas		Persianas enrollables			
				Medio	Claro	Opacas	Claro	Translúcidas	
VIDRIO SENCILLO	Sencillo	3/32 a 1/4	0.87-0.80	1.00					
	Claro	1/4 a 1/2	0.80-0.71	0.94					
	Claro	3/8	0.72	0.90	0.64	0.55	0.59	0.25	0.39
	Claro	1/2	0.67	0.87					
	Claro con figuras	1/8 a 9/32	0.87-0.79	0.83					
	Absorbente de calor, con figuras ^c	1/8		0.83					
	Absorbente de calor ^c	3/16 a 1/4	0.46	0.69					
	Absorbente de calor, con figuras	3/16 a 1/4		0.69	0.57	0.53	0.45	0.30	0.36
	Coloreado	1/8 a 7/32	0.59-0.45	0.69					
	Absorbente de calor, o con figuras		0.44-0.30	0.60	0.54	0.52	0.40	0.28	0.32
	Absorbente de calor ^c	3/8	0.34	0.60					
	Absorbente de calor, o con figuras		0.44-0.30	0.53	0.42	0.40	0.36	0.28	0.31
	Vidrio recubierto reflector	1/2	0.24	0.30	0.25	0.23			
			0.40	0.33	0.29				
			0.50	0.42	0.38				
			0.60	0.50	0.44				
VIDRIO AISLANTE	Doble ^d	3/32, 1/8	0.71 ^a	0.88	0.57	0.51	0.60	0.25	0.37
	Claro afuera								
	Claro adentro	1/4	0.61 ^a	0.81					
	Claro afuera								
	Claro adentro	1/4	0.36 ^a	0.55					
	Absorbente de calor afuera				0.39	0.36	0.40	0.22	0.30
	Claro adentro				0.19	0.18			
Vidrio recubierto reflector				0.20	0.18				
				0.30	0.26				
				0.40	0.33				
Triple	Claro	1/4		0.71					
	Claro	1/8		0.80					

Reproducido con permiso del 1985 *Fundamentals, ASHRAE Handbook & Product Directory*

Fuente: Pita, 2002.

Anexo 7. Factor FCE para vidrios.

TABLA 6.8. FACTORES DE CARGA DE ENFRIAMIENTO PARA VIDRIO SIN SOMBREADO INTERIOR (INCLUYE VIDRIO REFLECTOR Y ABSORBENTE DE CALOR)

Latitud norte. Ventana viendo hacia él	Construcción del recinto	Hora solar, h																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
N	L	0.17	0.14	0.11	0.09	0.08	0.33	0.42	0.48	0.56	0.63	0.71	0.76	0.80	0.82	0.82	0.79	0.80	0.84	0.61	0.48	0.38	0.31	0.25	0.20
	M	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.34	0.41	0.46	0.52	0.59	0.65	0.70	0.73	0.75	0.76	0.74	0.75	0.79	0.61	0.50	0.42	0.36	0.31	0.27
	H	0.25	0.23	0.21	0.20	0.19	0.38	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.69	0.72	0.73	0.72	0.70	0.70	0.74	0.57	0.46	0.39	0.34	0.31	0.28
NE	L	-0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.23	0.41	0.51	0.51	0.45	0.39	0.36	0.33	0.31	0.28	0.26	0.23	0.19	0.15	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05
	M	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.21	0.36	0.44	0.45	0.40	0.36	0.33	0.31	0.30	0.28	0.26	0.23	0.21	0.17	0.15	0.13	0.11	0.09	0.08
	H	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	0.23	0.37	0.44	0.44	0.39	0.34	0.31	0.29	0.27	0.26	0.24	0.22	0.20	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10
E	L	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.19	0.37	0.51	0.57	0.57	0.51	0.42	0.36	0.32	0.29	0.25	0.22	0.19	0.14	0.12	0.09	0.08	0.06	0.05
	M	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.18	0.33	0.44	0.50	0.51	0.45	0.39	0.35	0.32	0.29	0.26	0.23	0.21	0.17	0.15	0.13	0.11	0.10	0.08
	H	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.21	0.34	0.45	0.50	0.49	0.43	0.36	0.32	0.29	0.26	0.24	0.22	0.19	0.17	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10
SE	L	0.05	0.04	0.04	0.03	0.02	0.13	0.28	0.43	0.55	0.62	0.63	0.57	0.48	0.42	0.37	0.33	0.28	0.24	0.19	0.15	0.12	0.10	0.08	0.07
	M	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.14	0.26	0.38	0.48	0.54	0.55	0.51	0.45	0.40	0.36	0.33	0.29	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14	0.12	0.10
	H	0.11	0.10	0.10	0.09	0.08	0.17	0.28	0.40	0.49	0.53	0.53	0.48	0.41	0.36	0.33	0.30	0.27	0.24	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12
S	L	0.08	0.07	0.05	0.04	0.04	0.06	0.09	0.14	0.22	0.34	0.48	0.59	0.65	0.65	0.59	0.50	0.43	0.36	0.28	0.22	0.18	0.15	0.12	0.10
	M	0.12	0.11	0.09	0.08	0.07	0.08	0.11	0.14	0.21	0.31	0.42	0.52	0.57	0.58	0.53	0.47	0.41	0.36	0.29	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14
	H	0.13	0.12	0.12	0.11	0.10	0.12	0.14	0.17	0.24	0.33	0.43	0.51	0.56	0.55	0.50	0.43	0.38	0.32	0.26	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15
SW	L	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.24	0.36	0.49	0.60	0.66	0.66	0.58	0.43	0.33	0.27	0.22	0.18	0.14
	M	0.15	0.13	0.12	0.10	0.09	0.09	0.10	0.12	0.13	0.15	0.17	0.23	0.33	0.44	0.53	0.58	0.59	0.53	0.41	0.33	0.28	0.24	0.21	0.18
	H	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.12	0.13	0.14	0.16	0.17	0.19	0.25	0.34	0.44	0.52	0.56	0.56	0.49	0.37	0.30	0.25	0.21	0.19	0.17
W	L	0.12	0.10	0.08	0.07	0.05	0.06	0.07	0.08	0.10	0.11	0.13	0.14	0.20	0.32	0.45	0.57	0.64	0.61	0.44	0.34	0.27	0.22	0.18	0.14
	M	0.15	0.13	0.11	0.10	0.09	0.09	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.19	0.29	0.40	0.50	0.56	0.55	0.41	0.33	0.27	0.23	0.20	0.17
	H	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.11	0.12	0.13	0.13	0.14	0.15	0.16	0.21	0.30	0.40	0.49	0.54	0.52	0.38	0.30	0.24	0.21	0.18	0.16
NW	L	0.11	0.09	0.08	0.06	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.17	0.19	0.23	0.33	0.47	0.59	0.60	0.43	0.33	0.26	0.21	0.17	0.14
	M	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08	0.09	0.10	0.11	0.13	0.14	0.16	0.17	0.18	0.21	0.30	0.42	0.51	0.53	0.39	0.32	0.26	0.22	0.19	0.16
	H	0.14	0.12	0.11	0.11	0.10	0.11	0.12	0.13	0.15	0.16	0.18	0.19	0.19	0.22	0.30	0.41	0.50	0.51	0.36	0.29	0.23	0.20	0.17	0.15
HORA	L	0.11	0.09	0.07	0.06	0.05	0.07	0.14	0.24	0.36	0.48	0.58	0.66	0.72	0.74	0.73	0.67	0.59	0.47	0.37	0.30	0.24	0.19	0.16	0.13
	M	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09	0.11	0.16	0.24	0.33	0.43	0.52	0.59	0.64	0.67	0.66	0.62	0.55	0.47	0.38	0.32	0.28	0.24	0.21	0.18
	H	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.15	0.20	0.27	0.36	0.45	0.52	0.59	0.62	0.64	0.62	0.58	0.51	0.42	0.35	0.29	0.26	0.23	0.21	0.19

L = construcción ligera: Pared exterior de bastidores, losa de piso de concreto de 2 in, con aprox. 30 lb de material/ft² de piso.

M = Construcción media: Pared exterior de concreto de 4 in, losa de piso de concreto de 4 in, con aprox. 70 lb de material de construcción por ft² de piso.

H = Construcción pesada: Pared exterior de concreto de 6 in, losa de piso de concreto de 6 in, con aprox. 130 lb de material de construcción por ft² de piso.

TABLA 6.8. (Continuación)

Latitud norte.		Hora solar, h																							
Ventana viendo hacia él	Construc- ción del recinto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
		N	L	0.07	0.05	0.04	0.04	0.05	0.70	0.65	0.65	0.74	0.81	0.87	0.91	0.91	0.88	0.84	0.77	0.80	0.92	0.27	0.19	0.15	0.12
	M	0.08	0.07	0.06	0.06	0.07	0.73	0.66	0.65	0.73	0.80	0.86	0.89	0.89	0.86	0.82	0.75	0.78	0.91	0.24	0.18	0.15	0.13	0.11	0.09
	H	0.09	0.09	0.08	0.07	0.09	0.75	0.67	0.66	0.74	0.80	0.86	0.89	0.88	0.85	0.80	0.73	0.76	0.88	0.23	0.17	0.14	0.13	0.11	0.10
NE	L	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.55	0.76	0.75	0.60	0.39	0.31	0.28	0.27	0.25	0.23	0.20	0.16	0.12	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02
	M	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.36	0.76	0.74	0.58	0.37	0.29	0.27	0.26	0.24	0.22	0.20	0.16	0.12	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03
	H	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.57	0.77	0.74	0.58	0.36	0.28	0.26	0.25	0.23	0.21	0.19	0.16	0.11	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04
E	L	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.45	0.71	0.80	0.77	0.64	0.43	0.29	0.25	0.23	0.20	0.17	0.14	0.10	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02
	M	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.47	0.72	0.80	0.76	0.62	0.41	0.27	0.24	0.22	0.20	0.17	0.14	0.11	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03
	H	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.48	0.72	0.80	0.75	0.61	0.40	0.25	0.22	0.21	0.19	0.16	0.14	0.10	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04
SE	L	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.29	0.56	0.74	0.82	0.81	0.70	0.52	0.35	0.30	0.26	0.22	0.18	0.13	0.08	0.06	0.05	0.04	0.03	0.03
	M	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.30	0.56	0.74	0.81	0.79	0.68	0.49	0.33	0.28	0.25	0.22	0.18	0.13	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04
	H	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04	0.31	0.57	0.74	0.81	0.79	0.67	0.48	0.31	0.27	0.23	0.20	0.17	0.13	0.07	0.07	0.06	0.05	0.05	0.05
S *	L	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.08	0.15	0.22	0.37	0.58	0.75	0.84	0.82	0.71	0.53	0.37	0.29	0.20	0.11	0.09	0.07	0.06	0.05	0.04
	M	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.09	0.16	0.22	0.38	0.58	0.75	0.83	0.80	0.68	0.50	0.35	0.27	0.19	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05
	H	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.11	0.17	0.24	0.39	0.59	0.75	0.82	0.79	0.67	0.49	0.33	0.26	0.18	0.10	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05
SW	L	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.06	0.10	0.13	0.16	0.18	0.22	0.38	0.59	0.76	0.84	0.83	0.72	0.48	0.18	0.13	0.11	0.08	0.07	0.06
	M	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.07	0.11	0.14	0.16	0.19	0.22	0.38	0.59	0.75	0.83	0.81	0.69	0.45	0.15	0.12	0.10	0.08	0.07	0.06
	H	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.08	0.12	0.15	0.18	0.20	0.23	0.39	0.59	0.75	0.82	0.80	0.68	0.43	0.14	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06
W	L	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.05	0.08	0.11	0.13	0.14	0.15	0.17	0.30	0.53	0.72	0.83	0.83	0.63	0.19	0.14	0.11	0.08	0.07	0.06
	M	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.06	0.09	0.11	0.13	0.15	0.16	0.17	0.31	0.53	0.72	0.82	0.81	0.61	0.16	0.12	0.10	0.08	0.07	0.06
	H	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.07	0.10	0.12	0.14	0.16	0.17	0.18	0.31	0.54	0.71	0.81	0.80	0.59	0.15	0.11	0.09	0.07	0.06	0.06
NW	L	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.06	0.10	0.13	0.16	0.19	0.20	0.21	0.22	0.30	0.52	0.73	0.83	0.71	0.19	0.13	0.10	0.08	0.07	0.05
	M	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.07	0.11	0.14	0.17	0.19	0.20	0.21	0.22	0.30	0.52	0.73	0.82	0.69	0.16	0.12	0.09	0.08	0.07	0.06
	H	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.08	0.12	0.15	0.18	0.20	0.21	0.22	0.23	0.30	0.52	0.73	0.81	0.67	0.15	0.11	0.08	0.07	0.06	0.05
HORA	L	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.10	0.26	0.43	0.59	0.72	0.81	0.87	0.87	0.83	0.74	0.60	0.44	0.27	0.15	0.12	0.09	0.08	0.06	0.05
	M	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.12	0.27	0.44	0.59	0.72	0.81	0.85	0.85	0.81	0.71	0.58	0.42	0.25	0.14	0.12	0.10	0.08	0.07	0.06
	H	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.13	0.29	0.45	0.60	0.72	0.81	0.85	0.84	0.79	0.70	0.56	0.40	0.23	0.13	0.11	0.09	0.08	0.08	0.07

Fuente: Pita, 2002.

Anexo 8. Carta Psicrométrica.

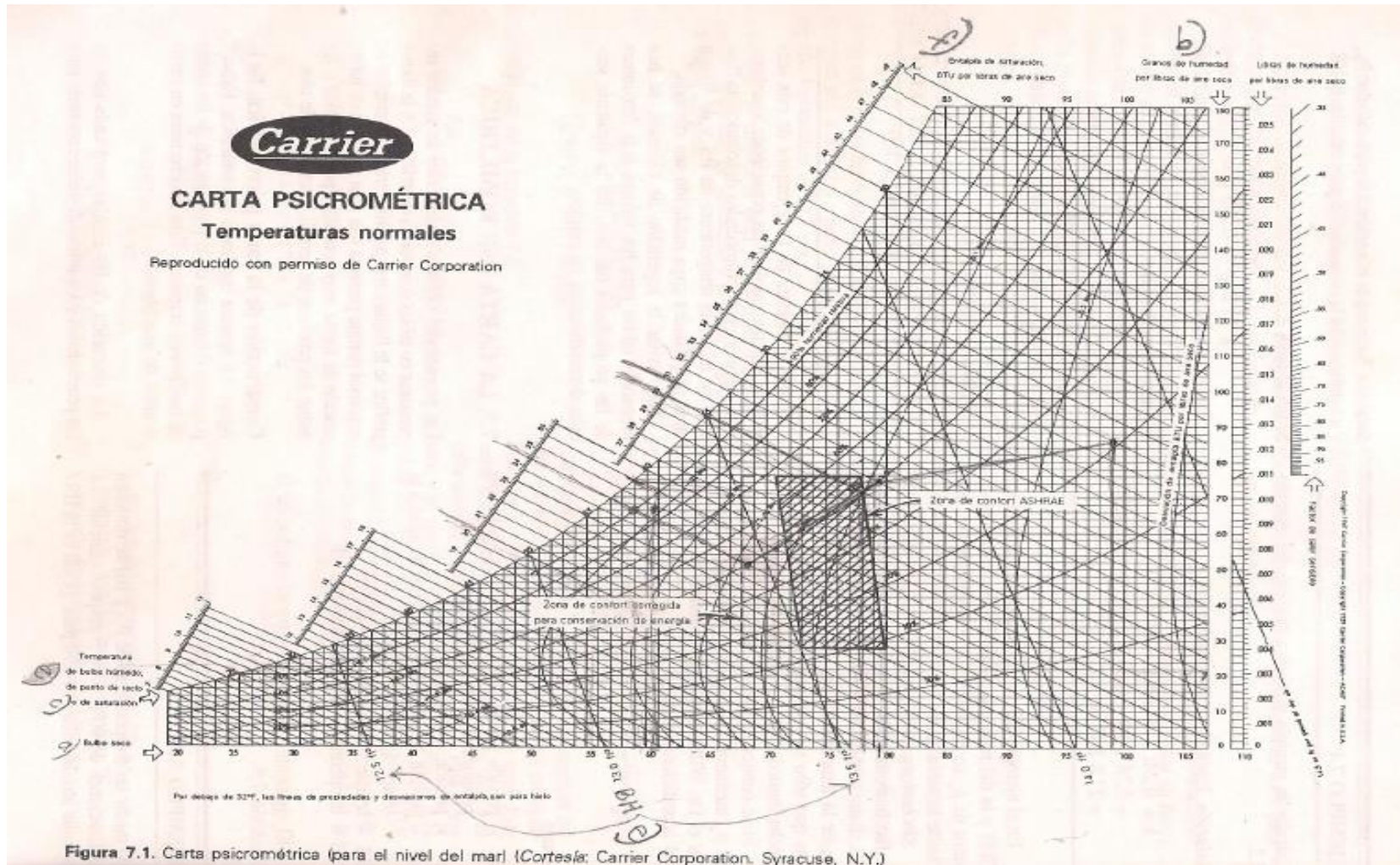
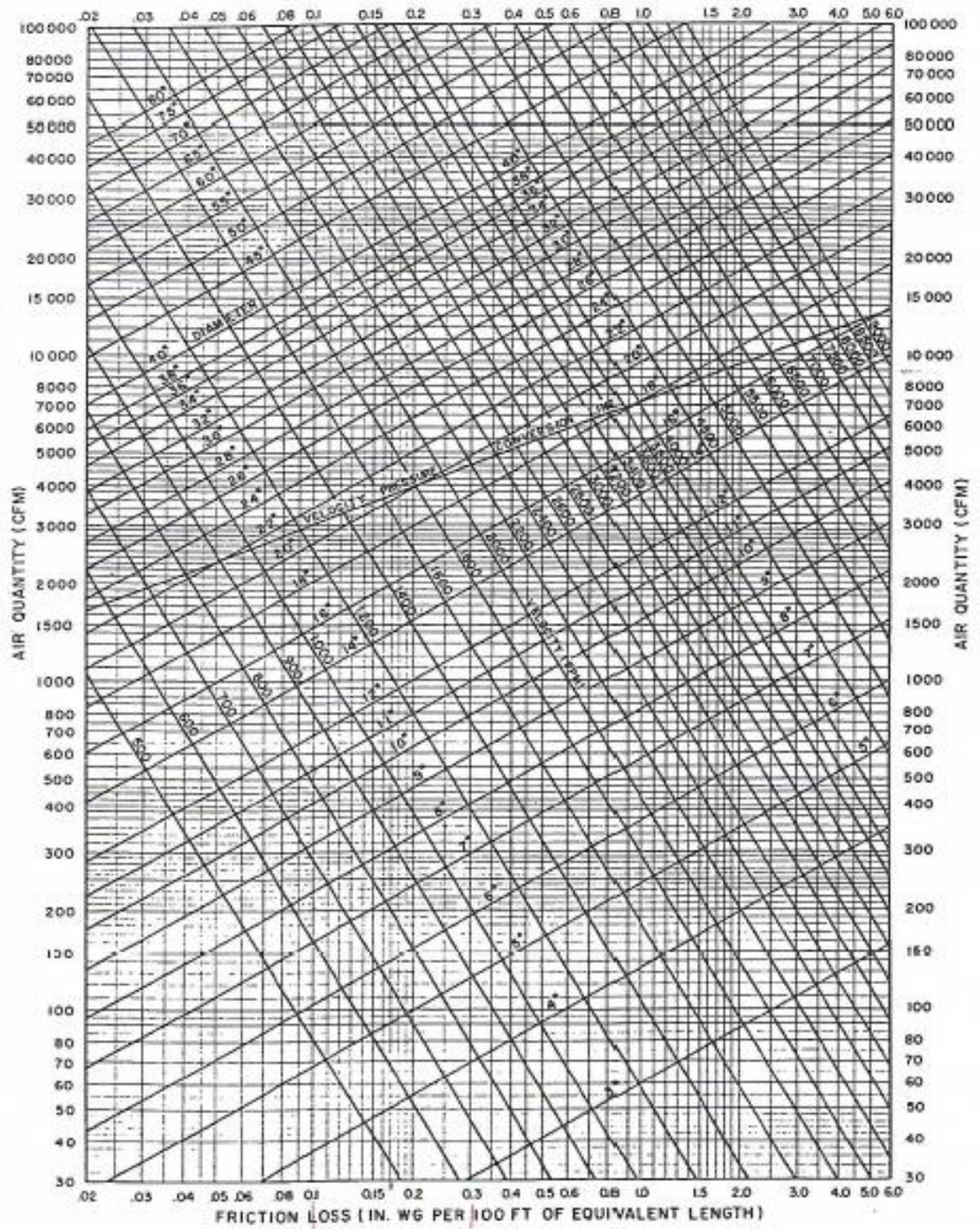


Figura 7.1. Carta psicrométrica (para el nivel del mar) (Cortesía: Carrier Corporation, Syracuse, N.Y.)

Fuente: Pita, 2002.

Anexo 9. Nomograma para el cálculo del diámetro de los ductos y la pérdida de presión.

CHART 7—FRICTION LOSS FOR ROUND DUCT



Fuente: Carrier, 2004.

Anexo 10. Cuestionario de Evaluación Médica sugerido por OSHA Parte 29 CFR 1910.134
Obligatorio para la protección del sistema respiratorio.

Marque con un círculo para indicar sus respuestas a cada pregunta

Para el empleado: ¿Puede usted leer? (círcule uno) Si No

Su empleador debe dejarlo responder estas preguntas durante horas de trabajo o en el momento y lugar que sea conveniente para usted. Para mantener este cuestionario confidencial, su empleador o supervisor no debe ver ni revisar sus respuestas. Su empleador debe informarle a quién dar o cómo enviar este cuestionario al profesional de salud que lo va a revisar.

Parte A. Sección 1. (Obligatorio). La siguiente información debe ser provista por cada empleado que ha sido seleccionado para usar cualquier tipo de respirador (escriba claro por favor).

1. Fecha: _____

2. Nombre: _____

3. Edad: _____

4. Sexo (círcule uno) Masculino o Femenino

5. Altura: _____ metros

6. Peso: _____ kilogramos

7. Su ocupación, título o tipo de trabajo: _____

8. Número de teléfono donde le puede llamar un profesional de salud con licencia que revisará este cuestionario (Incluya el área): _____

9. Indique la hora más conveniente para llamarle a este número: _____

10. ¿Le ha informado su empleador cómo comunicarse con el profesional de salud con licencia que va a revisar este cuestionario (círcule una respuesta)? Si No

11. Anote el tipo de equipo respiratorio que va a utilizar (puede anotar más de una categoría)
a. _____ Respirador desechable de clase N, R o P (por ejemplo: respirador de filtro mecánico, respirador sin cartucho).

b. _____ Otros tipos (respirador de media cara o cara completa, purificador de aire accionado por un motor, máscara con manguera con soplador (PAPR), máscara con manguera sin soplador (SAPR), aparato personal de auto-respiración (SCBA)

12. ¿Ha usado algún tipo de respirador? SI / No

Si ha usado equipo protector respiratorio, qué tipo(s) ha utilizado:

Parte A. Sección 2. (Obligatorio): Las preguntas del 1 al 9 deben ser contestadas por cada empleado que fue seleccionado para usar cualquier tipo de respirador. Marque con un círculo para indicar sus respuestas.

1. ¿Fuma tabaco actualmente, o ha fumado tabaco durante el último mes? SI No

2. ¿Ha tenido algunas de las siguientes condiciones médicas?

- | | | |
|--|----|----|
| a. Convulsiones | SI | No |
| b. Diabetes (azúcar en la sangre) | SI | No |
| c. Reacciones alérgicas que no lo dejan respirar | SI | No |
| d. Claustrofobia | SI | No |
| e. Dificultad para oler excepto cuando ha sufrido un resfriado | SI | No |

3. ¿Ha tenido alguno de los siguientes problemas pulmonares?

- | | | |
|----------------------------------|----|----|
| a. Asbestosis | SI | No |
| b. Asma | SI | No |
| c. Bronquitis crónica | SI | No |
| d. Enfisema | SI | No |
| e. Pulmonía | SI | No |
| f. Tuberculosis | SI | No |
| g. Silicosis | SI | No |
| h. Neumotorax (pulmón colapsado) | SI | No |
| i. Cáncer en los pulmones | SI | No |
| j. Costillas quebradas | SI | No |

k. Lesión o cirugía en el pecho	SI	No
l. Algún otro problema de los pulmones que le haya dicho su médico	SI	No
4. ¿Tiene actualmente alguno de los siguientes síntomas o enfermedades en los pulmones?		
a. Respiración dificultosa	SI	No
b. Respiración dificultosa cuando camina rápido sobre terreno plano o subiendo una colina	SI	No
c. Respiración dificultosa cuando camina normalmente con otras personas sobre terreno plano	SI	No
d. Cuando camina normalmente en terreno plano ¿siente que tiene que detenerse para coger aire?	SI	No
e. Respiración dificultosa cuando se está bañando o vistiéndose.	SI	No
f. Respiración dificultosa que le impide trabajar	SI	No
g. Tos con flema	SI	No
h. Tos que lo despierta temprano en la mañana	SI	No
i. Tos que ocurre mayormente cuando está acostado	SI	No
j. ¿Ha tosido sangre en el último mes?	SI	No
k. Respiración dificultosa y con ruido	SI	No
l. Respiración dificultosa y con ruido que le impide trabajar	SI	No
m. Dolor en el pecho cuando respira profundamente	SI	No
n. Otros síntomas que cree usted están relacionados a los pulmones	SI	No
5. ¿Ha tenido algunos de los siguientes problemas con el corazón?		
a. Ataque cardíaco	SI	No
b. Ataque cerebrovascular	SI	No
c. Angina de pecho	SI	No
d. Insuficiencia cardíaca	SI	No

e. Hinchazón en las piernas o pies (que no sea por caminar)	SI	No
f. Latidos irregulares del corazón	SI	No
g. Presión alta	SI	No
h. Algún otro problema con el corazón	SI	No
6. ¿Ha tenido algunos de los siguientes síntomas cardiacos?		
a. Dolor de pecho frecuente o pecho apretado	SI	No
b. Dolor o pecho apretado durante actividad física	SI	No
c. Dolor o pecho apretado que no lo deja trabajar normalmente	SI	No
d. En los últimos dos años ha notado que su corazón late Irregularmente	SI	No
e. Dolor en el pecho o Indigestión que no es relacionado a la comida	SI	No
f. Algunos otros síntomas que usted piensa son causados por problemas del corazón o de la circulación	SI	No
7. ¿Está tomando medicinas por alguno de los siguientes problemas?		
a. Problemas pulmonares		
b. Problemas del corazón		
c. Presión alta		
d. Convulsiones		
8. Si ud. ha usado un respirador ¿ha tenido alguna vez alguno de los siguientes problemas? (si no ha usado un respirador deje esta pregunta en blanco y continúe con la pregunta 9).		
a. Irritación de los ojos	SI	No
b. Alergias del cutis o salpullido	SI	No
c. Ansiedad que ocurre solamente cuando usa el respirador	SI	No
d. Debilidad, falta de vigor o fatiga desacostumbrada	SI	No
e. Algún otro problema que le impida utilizar su respirador	SI	No

Parte B. Las siguientes preguntas pueden ser agregadas al cuestionario a discreción del profesional de salud con licencia del estado.

1. ¿Está trabajando en alturas arriba de 1524 msnm o en sitios que tienen menos oxígeno de lo normal (21%)? SI/No

Si la respuesta es "sí", ¿se ha sentido mareado o ha tenido dificultad para respirar, palpitaciones o cualquier otro síntoma que no tiene cuando no está trabajando en estas condiciones? SI/No

2. ¿En el trabajo o en su casa ha estado expuesto a solventes o contaminantes peligrosos en el aire (como por ejemplo humos, neblina o polvos) o ha entrado su piel en contacto con sustancias químicas peligrosas? SI/No

Escriba las sustancias o productos químicos a los que ha estado expuesto, si sabe cuáles son:

3. ¿Ha trabajado con los siguientes materiales o las condiciones anotadas abajo?

- | | |
|--|-------|
| a. Asbesto | SI/No |
| b. Sílice (limpieza con chorro de arena) | SI/No |
| c. Tungsteno/cobalto (pulverizado o soldadura) | SI/No |
| d. Berilio | SI/No |
| e. Aluminio | SI/No |
| f. Carbón de piedra (minando) | SI/No |
| g. Hierro | SI/No |
| h. Estaño | SI/No |
| i. Ambiente polvoriento | SI/No |
| j. Solventes | SI/No |
| k. Alguna otra sustancia o material peligroso | SI/No |

Describa las exposiciones peligrosas

4. ¿Tiene usted otro trabajo o un negocio aparte de éste?

5. ¿En qué ha trabajado antes?

6. ¿Qué le gusta hacer en su tiempo libre?

7. ¿Está tomando alguna medicina que no haya mencionado en este cuestionario (tales como remedios caseros o medicinas que compra sin receta médica)? SI No

8. ¿Va a usar algunas de las siguientes partes con su respirador? SI No

a. Filtros HEPA (filtro de alta eficiencia que remueve partículas tóxicas en la atmósfera) SI No

b. Canastillo (por ejemplo, máscara para gas) SI No

c. Cartuchos SI No

9. ¿Cuántas veces espera usar un respirador?

a. Para salir de peligro solamente (no rescates) SI No

b. Rescates de emergencia solamente SI No

c. Menos de 5 horas por semana SI No

d. Menos de 2 horas por día SI No

e. 2 a 4 horas por día SI No

f. Más de 4 horas por día SI No

10. ¿Durante el tiempo que tiene puesto el respirador su trabajo es?

a. **Ligero** (menos de 200 Kcal por hora) Si la respuesta es "sí", cuánto tiempo dura la obra _____ horas _____ minutos

Ejemplos de trabajos ligeros: estar sentado escribiendo, escribir a máquina, diseñar, trabajar en la línea de montaje, o manejar de pie un taladro o máquinas

SI No

b. **Moderado** (200-350 Kcal por hora) Si la respuesta es "sí" cuánto tiempo dura en promedio por jornada _____ horas _____ minutos

Ejemplos de trabajo moderado: estar sentado clavando o archivando, manejar un camión o autobús en tráfico pesado, estar de pie taladrando, clavando, trabajando en la línea de montaje o transfiriendo una carga (de 16 Kg) a la altura de la cintura; caminar sobre terreno plano a 3.7 kilómetros por hora o bajar a 5.6 kilómetros por hora; empujar una carretilla con una carga pesada (de 45 Kg) sobre terreno plano.

SI No

c. **Pesado** (más de 350 kcal por hora): Si la respuesta es "sí" cuánto tiempo dura en promedio por jornada _____ horas _____ minutos.

Ejemplos de trabajo pesado: levantar cargas pesadas (más de 22.7 kg) desde el piso hasta la altura de la cintura o los hombros; trabajar cargando o descargando; traspalear; estar de pie trabajando de albañil o partiendo moldes; subir a 3.7 kilómetros por hora; subir escaleras con una carga pesada (más de 22.7 kg).

SI No

11. ¿Va a estar usando ropa o equipo de protección cuando use el respirador?

SI No

Si la respuesta es "sí" describa qué va a estar usando

12. ¿Va a estar trabajando en condiciones calurosas? (temperatura de más de 77 grados F)?

SI No

13. ¿Va a estar trabajando en condiciones húmedas?

SI No

14. Describa el tipo de trabajo que va a estar haciendo cuando use el respirador

15. Describa cualquier situación especial o peligrosa que pueda encontrar cuando esté usando el respirador (por ejemplo, espacios encerrados, gases que lo pueden matar, etc.)

16. Provea la siguiente información, si la sabe, por cada sustancia tóxica a la que vaya a estar expuesto cuando esté usando el respirador (o respiradores):

Nombre de la primera sustancia tóxica _____

Máximo nivel de exposición por jornada de trabajo _____

Tiempo de exposición por jornada _____

Nombre de la segunda sustancia tóxica _____

Máximo nivel de exposición por jornada de trabajo _____

Tiempo de exposición por jornada _____

Nombre de la tercera sustancia tóxica _____

Máximo nivel de exposición por jornada de trabajo _____

Tiempo de exposición por jornada _____

Nombre de cualquier sustancia tóxica a la que vaya a estar expuesto cuando tenga puesto el respirador _____

19. Describa alguna responsabilidad especial que vaya a tener cuando tenga puesto el respirador (o respiradores) que pueda afectar la seguridad o la vida de otros (por ejemplo, rescate, seguridad).

5. BIBLIOGRAFÍA

- ACUAVAL, (2015). *LINEA INDUSTRIAL / EMERGENCIA: Duchas de Emergencia, Lavaojos y Torrenciales Importados*. Recuperado de http://www.acuaval.com/paginas/institucional/emergencia_importados.html
- American Society of Heating, Refrigerating and Air -Conditioning Engineers (ASHRAE), (2009). *Fundamentals*. Atlanta.
- American Conference of Industrial Hygienists (ACGIH), (1998). *Industrial Ventilation Manual*. 23rd Edition. Ohio, Estados Unidos.
- Carrier. (2004). *Handbook of Air Conditioning Systems Design*. McGraw Hill. New York, Estados Unidos.
- Cima Safety Industrial (CSI), (2015). *Catálogo de productos*. Recuperado de http://www.cimasafety.com/detalle.php3?titulo=KIT%20PARA%20DERRAMES%20UNIVERSAL%20DE%2020%20GAL*&rubro=6&expand=SI&articulo=ESP-MBSK-U20&perfil=&marca=&subrubro=21
- Denios. (2015). *Catálogo General* . Obtenido de <http://www.denios.es/>
- Greenheck (2009). *Sidewall Propeller Fans Belt and Direct Drive Exhaust, Supply and Reversible*. Estados Unidos. Obtenido de <http://www.greenheck.com/products/detail/23?jumpmenu>
- Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO), (2003). *INTE 31-08-04-03: Ventilación de los Lugares de Trabajo*. San José: Primera Edición.
- Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO), (2000). *INTE 31-08-04-01: Concentraciones ambientales máximas permitidas en los centros de trabajo*. San José: Segunda Edición.
- Instituto de Salud Pública (ISP). (2009). *Guía para la selección y control de protección respiratoria*. Santiago, Chile.

ISO, (2008). ISO 16069:2004: Safety way guidance systems (SWGS).

Pita, E. (2002). *Air Conditioning Principles and Systems*. Prentice Hall. Cuarta edición. New Jersey, Estados Unidos.

SODECA. (2013). *Ventiladores Helicoidales*. Santiago de Chile. Obtenido de <http://www.sodeca.com/productos.aspx?id=1.83>

CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFÍA

ABC Rotulación. (2008). *Catálogo de Señales para Salud Ocupacional*. Costa Rica.

AirGuide (2006). *Performing Data. Fixed Blade Return Grilles and Registers*. Obtenido de <http://www.airguidemfg.com/testdata.aspx>

Álvarez, L & Sánchez, J. (2012). *Formalina: características y mecanismos de control ante la exposición del personal en los servicios de anatomía patológica a nivel hospitalario*. *REVISTA MEDICA DE COSTA RICA Y CENTROAMERICA*, 235-238.

American Conference of Industrial Hygienists (ACGIH), (2012). *Guide to Occupational Exposure Values*. Estados Unidos.

American Conference of Industrial Hygienists (ACGIH), (1998). *Industrial Ventilation Manual*. 23rd Edition. Ohio, Estados Unidos.

American Society of Heating, Refrigerating and Air -Conditioning Engineers (ASHRAE), (2003). *HVAC Desing Manual for Hospitals and Clinics*. Atlanta, GA 30329: Segunda Edición.

American Society of Heating, Refrigerating and Air -Conditioning Engineers (ASHRAE), (2009). *Fundamentals*. Atlanta.

Bustamante, M., Prieto, R., Binignat, O. (2007). *Preservación de Placenta Humana*. *Técnica Anatómica*. Int. J. Morphol., 25(3):545-548. Facultad de Medicina. Universidad de La Frontera. Chile.

Caldés, A., Gómez, F., & Del Río, J. (2011). *Agentes Químicos en el Ámbito Sanitario: Formaldehído*. *Ministerio de Ciencia e Innovación*, 160-184.

Castellán, G. (1987). *Fisicoquímica*. Addison Wesley Iberoamérica. Segunda edición. México.

Cengel, Y. A. (2007). *Transferencia de Calor y Masa*. Mexico D.F: McGraw-Hill Companies.

- Chaves. J, Partanen T, Wessling C, Chaverri F, Monge P, Rueper C, Aragón A, Kogevinas M, Hogstedt C, Kauppinen T. (2005). *TICAREX: Exposiciones laborales a agentes cancerígenos y plaguicidas en Costa Rica*. Arch Prev Riesgos Labor 2005; 8 (1): 30-37
- Coitinho, C., & Rodríguez, H. (2013). *Bioseguridad Microbiológica en Sala de Autopsias*. Uruguay: Departamento de Medicina Legal de la Facultad de Medicina de la Universidad de la República Uruguay.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN), (1994). *Guía para un Programa de Protección Respiratoria*. Obtenido de <http://www.sencamer.gov.ve/sencamer/normas/1056-3-91.pdf>
- Dosil, A., & Castro, F. (2011). Exposición laboral a Formaldehído en laboratorio de anatomía patológica de un hospital. *Gestión Práctica de Riesgos Laborales*, Serie No.80.
- Environmental Protection Agency (EPA), & Agency, (22 de Diciembre de 2000). *Hojas de Datos-Tecnologías del Control de Aire*. Obtenido de <http://www.epa.gov/ttn/catc1/dir2/ff-hepas.pdf>
- Environmental Protection Agency (EPA), (2 de Junio de 2010). *Integrated Risk Information System (IRIS)*. Obtenido de IRIS Toxicological Review of Formaldehyde (Inhalation) (External Review Draft 2010): http://cfpub.epa.gov/ncea/iris_drafts/recordisplay.cfm?deid=223614
- Escuela Nacional de Medicina del Trabajo (ENMT), (2010). *Agentes Químicos en el Ámbito Sanitario*. Ministerio de Ciencia e Innovación. Madrid.
- Falagán, M., Canga, A., Ferrer, P., & Fernández, J. (Julio de 2000). *Manual Básico de Prevención de Riesgos Laborales: Higiene Industrial, Seguridad y Ergonomía*. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd49/otros12.pdf>
- Favi, M., Jiménez, M., Martínez, C., Olivares, B., Ramírez, V., & Scappaticcio, A. (2013). *Guía de Bioseguridad para Laboratorios Clínicos*. Chile.

Gómez, L. (2013). Química y anatomía patológica. Triplenlace. Obtenido de <http://triplenlace.com/2013/12/30/quimica-y-anatomia-patologica/>

Greenheck (2005), Fan Fundamentals. Estados Unidos.

Greenheck (2009). *Sidewall Propeller Fans Belt and Direct Drive Exhaust, Supply and Reversible*. Estados Unidos. Obtenido de <http://www.greenheck.com/products/detail/23?jumpmenu>

International Agency for Research on Cancer (IARC), (2006). *IARC Monographs Volume 88*. Estados Unidos. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), (2000). *Fichas Internacionales de Seguridad Química: Formaldehído*. España.

Instituto de Investigaciones Biomédicas. (2010). *Manual de Procedimientos de Bioseguridad*. Universidad Autónoma de México. México. Obtenido de: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CB0QFjAA&url=https%3A%2F%2Fwww.biomedicas.unam.mx%2F_administracion%2F_unidades_apoyo_inst%2Fmanual_bioseguiridad.pdf&ei=Zc-eVd2hC8a-eOrvjMAF&usg=AFQjCNHymXZPHF-NxmoUVnWjDTGqN6qcpw&sig2=4gGI_9gSvVAXn2zMxeP3Cw&bvm=bv.96952980,d.eXY

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), (12 de Marzo de 2009). *Equipos de Protección Respiratoria Adecuados para Reducir la Exposición Diaria Efectiva*. Obtenido de <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Instituto/Noticias/Eventos/2009/ficheros/Antonia%20Hern%C3%A1ndez%20-%20Protecci%C3%B3n%20Respiratoria.pdf> Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), (2001). *NTP 590: Prevención de la exposición a formaldehído*. España.

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), (2010). *Prevención de la exposición a formaldehído*. España.

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), (1997). *Reglamento General De Seguridad E Higiene De Trabajo. Artículo 21*.

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). (6 de Abril de 2001). *Guía Técnica para la Evaluación y Prevención de los Riesgos Presentes en los Lugares de Trabajo Relacionados con Agentes Químicos*. Obtenido de REAL DECRETO 374/2001: http://www.unex.es/organizacion/servicios-universitarios/servicios/servicio_preencion/archivos/ficheros/Guias/Agentes%20Quimicos.pdf

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT).(1989). *NTP 244: Criterios de valoración en Higiene Industrial. España*.

Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO), (2003). *INTE 31-08-04-03: Ventilación de los Lugares de Trabajo*. San José: Primera Edición.

Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO), (2001). *INTE 31-08-04-01: Concentraciones ambientales máximas permitidas en los centros de trabajo*. San José: Segunda Edición.

Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO),(2000). *INTE 31-09-09-00: Guía para la Elaboración del Programa de Salud y Seguridad en el Trabajo. Aspectos Generales*. Segunda Edición.

Instituto de Salud Pública (ISP). (2009). *Guía para la selección y control de protección respiratoria*. Santiago, Chile.

Mateo, P., González, A., & González, D. (2006). *Manual para el Técnico en Prevención de Riesgos Laborales*. Madrid: Fundación CONFEMETAL.

Megías, M., Molist, P., Pombal, M. (2011). *Atlas De Histología Vegetal y Animal Técnicas Histológicas*. Depto. de Biología Funcional y Ciencias de la Salud Facultad de Biología Universidad de Vigo. España.

Ministerio de Salud, República de Argentina. (2013). *Guía para la Elaboración de Programas de Capacitación de los Trabajadores de Salud*. Argentina.

Moreno, J., & Devia, C. (2013). *Guía de Autopsias Clínicas y Viscerotomías en Eventos de Salud Pública*. Colombia.

MSA. (Marzo de 2009). *Elementos Claves para un Programa de Protección Respiratoria*.
Obtenido de <http://media.msanet.com/NA/Mexico/Boletines/1000-61-SP-ElementosClaveProgramadeProteccionRespiratoria.pdf>

National Fire Protection Association (NFPA). (2012). *NFPA 704: Sistema Normativo para la Identificación de los Riesgos de Materiales para Respuesta a Emergencias*. Estados Unidos :

National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), (2003). *Formaldehído: Method 2016*. NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM), Cuarta Edición.

National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). (2007). NIOSH Pocket Guide To Chemical Hazards. Obtenido de <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2005-149/>

National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), (2010). *NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards*. Obtenido de <http://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0293.htm>

Normas de la Industria Alemana (DIN). (1999). *Estándar de Ventilación*. Alemania.

Organización Mundial de la Salud (OMS), (2005). *Manual de Bioseguridad en el Laboratorio*. Ginebra.

Organización Mundial de la Salud (OMS), (2011). *Cánceres de origen ambiental y ocupacional*. Nota descriptiva N°350 . Recuperado de: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs350/es>

Occupational Safety & Health Administration (OSHA), (2013). *Toxic and Hazardous Substances, Standard Number: 1910.1048. Formaldehído*. Recuperado de https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=10075

Occupational Safety & Health Administration (OSHA), (2011). *Standard Number: 1910.134: Respiratory Protection*. Recuperado de https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_id=12716&p_table=standards

República de Costa Rica (1949). *Constitución Política de Costa Rica*. Artículo 66.

Sentry Air Systems. (2015). *Fume and particulate removal. Model 300 Mounted Single Sentry*. Recuperado de <http://www.sentryair.com/specs/Welding-Fume-Extractor-Arm-300-WFE.htm>

Sociedad Andaluza de Medicina Preventiva y Salud Pública . (2014). *Recomendaciones para la Monitorización de la Calidad Microbiológica del Aire (Bioseguridad Ambiental) en Zonas Hospitalarias de Riesgo*. . España.

Soler & Palau. (Junio de 2011). *Catálogo Habitat*. Recuperado de http://www.grupoorea.com.mx/1737/pdf/369_08192011_CatalogoHabitat_SPjul2011-new.pdf

CAPÍTULO VII. APÉNDICES

Apéndice 1. Materiales y equipos por utilizar para el muestreo personal.

Tabla 7. 1. Materiales y equipos por utilizar para el muestreo personal.

Formaldehído					
Equipo básico	Especificaciones del dispositivo de captura.	Herramientas	Otros equipos	Flujo	Método de análisis
Bomba de bajo caudal	Tubo de sílica gel de 2, 4 dinitrofenilhidrazina	Hielera	Medidor de temperatura y presión atmosférica	180 ml/min	HPLC, detección UV
2 Tubos flexibles de goma con adaptador		Masking tape	Rotámetro para bajo caudal		
Tubos captura.					
<p>Se conecta una de las mangueras a la bomba, luego se abre el tubo (en este momento se abre el blanco) y se acopla el extremo más delgado en dirección hacia la bomba. Posteriormente, el extremo del tubo más grueso, se le conecta la otra manguera, la cual debe contener un adaptador, ésta última va unida al rotámetro de bajo caudal y se establece el flujo de 180 ml/min, sin pérdida de carga.</p> <p>Se toman los datos de temperatura y presión atmosférica durante el muestreo. Al finalizar el muestreo se vuelve a verificar el caudal.</p>					

Fuente: La autora.

Apéndice 2. Bitácora de muestreo para velocidades de aire y diámetro de ductos.

Tabla 7. 2. Acta de muestreo para velocidades de aire y diámetro de ductos.

Instituto Tecnológico de Costa Rica Escuela de Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental Bitácora de muestreo			
Variable	Valor	Unidades	
Ancho de la entrada de aire:		pulgadas	
Alto de la entrada de aire:		pulgadas	
Cantidad de Puntos Horizontales:		puntos	
Cantidad de Puntos Verticales:		puntos	
MEDICION DE VELOCIDADES DE AIRE			
PUNTO	Posición en X	Posición en Y	Velocidad (m/s)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			

Nota:

La toma de las velocidades de aire se realizó de acuerdo a la siguiente figura:

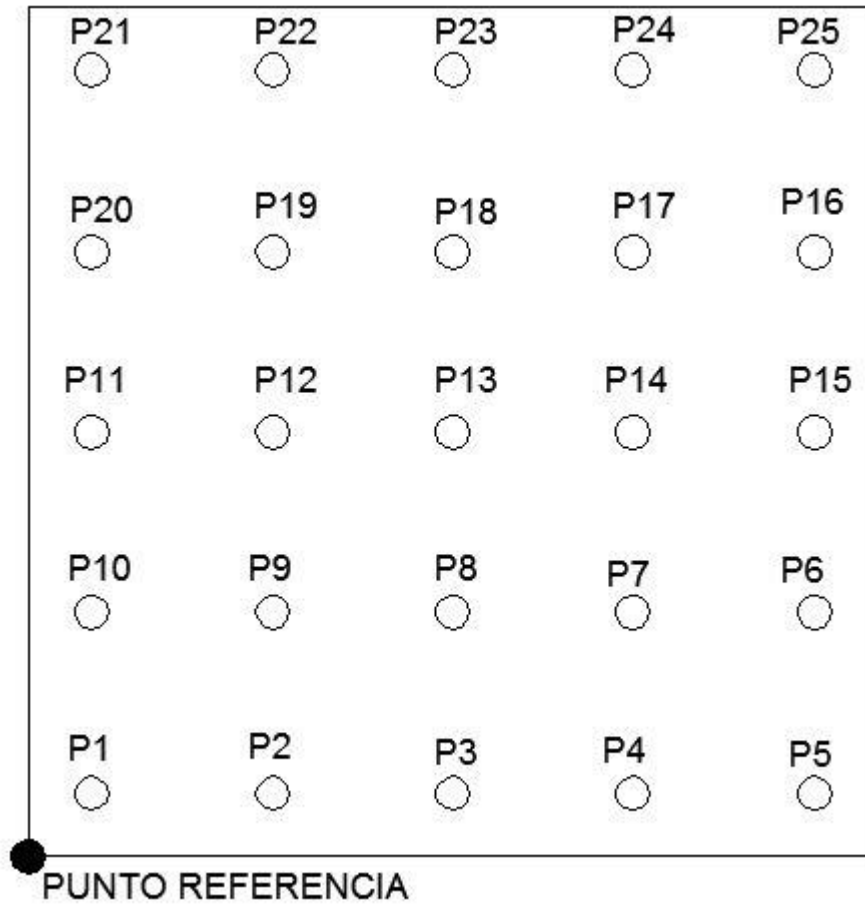


Figura 7. 1. Distribución de puntos para la toma de datos según ASHRAE (2009).

Apéndice 3. Lista de verificación de las condiciones de Bioseguridad nivel 3 en los laboratorios.

Tabla 7. 3. Lista de verificación de las condiciones de Bioseguridad nivel 3 en los laboratorios.

Lista de verificación de las condiciones de Bioseguridad nivel 3 en los laboratorios.	
Servicio:	Aplicador:
Laboratorio:	Hora de inicio:
Fecha:	Hora de finalización:
Firma del responsable:	
Parámetros de evaluación	
1	No cumple
2	Cumple parcialmente
3	Cumple totalmente

Características evaluar	Puntuación			Observaciones
	1	2	3	
1. Planta Física				
	1	2	3	
El lugar cuenta con área de oficinas.				
El laboratorio se encuentra separado de las oficinas y otros recintos por medio de vestíbulos.				
El laboratorio cuenta con un máximo de dos puertas.				
El laboratorio cuenta con ventanas herméticamente cerradas.				
Se encuentra el laboratorio en el último piso del hospital				
Cuenta el laboratorio con pisos antideslizantes y fáciles de limpiar y desinfectar.				

Cuenta el laboratorio con paredes y techos lisos fáciles de limpiar y desinfectar.				
El laboratorio posee bordes redondeados en la unión de paredes (para fácil limpieza).				
Las mesas de trabajo en el laboratorio son resistentes al agua, ácidos y solventes orgánicos.				
Las sillas de trabajo en el laboratorio son resistentes al agua, ácido y solventes orgánicos.				
Las sillas tienen materiales combustibles (madera, tela, espuma).				
El laboratorio cuenta con lavaojos de fácil acceso para los trabajadores.				
Existen lavamanos de funcionamiento automático (que no deba ser accionado con la mano) dentro del laboratorio.				
Se cuenta en el laboratorio con un sistema de inyección/extracción.				
Cuenta el laboratorio con autoclave de dos puertas.				
Se encuentra el sistema de ventilación en buen estado.				

El sistema de ventilación brinda un flujo unidireccional.				
Existe recirculación del aire dentro del laboratorio.				
Existen extractores localizados para trabajos con formalina.				
El aire extraído no circula por las otras secciones del servicio.				
Cuenta el sistema de ventilación con un filtro calidad HEPA.				
El laboratorio tiene un cierre hermético.				
El laboratorio posee presiones negativas.				
Se realiza desinfección con gases después de algún procedimiento.				
Cuenta el laboratorio con un gabinete especial para un almacenamiento seguro de agentes biológicos.				
El servicio cuenta con un sanitario, lavamanos y duchas separados por sexo.				
Existe un comedor dentro del servicio de patología.				
2. Condiciones Químicas, Físicas y Biológicas				
Las entradas de aire puro están ubicadas en lugares				

opuestos a los sitios por donde se extrae.				
La ventilación contribuye a un ambiente térmico cómodo.				
Presencia de métodos de desinfección establecidos para evitar propagación de virus, hongos y bacterias.				
Se cuenta con dispositivos de alarma en caso de que el ambiente se encuentre sobre cargado de formaldehído.				
3. Evacuación de Desechos y Residuos				
La basura se recolecta en recipientes que permanecen cerrados y con la etiqueta de riesgo biológico.				
El material infectocontagioso se coloca en bolsas especiales para este fin (rojas, etiquetadas).				
Los desechos líquidos menores sanguinolentos y con formalina son vertidos en el drenaje público con trampa de desinfección.				
Se dispone de drenajes apropiados capaces de asegurar la eliminación efectiva de los contaminantes antes de ser liberados al alcantarillado público.				

Los desechos líquidos mayores de formalina son almacenados para su posterior tratamiento.				
4. Ropa de Trabajo y Equipos de Trabajo				
Existe protección facial como lentes, careta, cubre-bocas y mascarillas.				
Los trabajadores deben utilizar obligatoriamente el cubre-pelo.				
Los respiradores cuentan con una eficiencia mínima del N95.				
El uniforme de trabajo es en dos piezas, tipo pijama.				
Utilizan batas sin abertura delantera, de tela.				
Adicionalmente utilizan delantales plásticos desechables.				
Los trabajadores utilizan cubre zapatos todo el tiempo que permanecen en el laboratorio.				
Los trabajadores se cambian los guantes látex cada vez deben realizar una tarea nueva.				
La ropa utilizada en el laboratorio es esterilizada				

antes de ser enviada a la lavandería.				
5. Prevención y Extinción de Incendios				
Existen detectores de humo y alarmas.				
El laboratorio cuenta con extintores de CO ₂				
Existen rociadores dentro del laboratorio.				
6. Buenas Practicas de Trabajo				
Los trabajadores comen o beben dentro del laboratorio.				
Los colaboradores se lavan las manos inmediatamente después del contacto con un cuerpo, órgano u formalina.				
Los trabajadores del laboratorio mantienen las puertas cerradas durante la manipulación de cuerpos, órganos o formalina en el laboratorio.				
Los colaboradores no salen a otras secciones del hospital con la misma ropa que utilizan en el laboratorio.				
Los trabajadores descontaminan la mesa y silla de trabajo al menos una vez al día con una solución de hipoclorito de sodio.				

7. Procedimientos Administrativos				
Existe un acceso restringido para el personal del servicio de patología a los laboratorios.				
Existen protocolos en caso de emergencia y accidentes.				
Están estos procedimientos y protocolos al alcance de los trabajadores.				
8. Ropa de Trabajo y Equipos de Trabajo				
Existe protección facial como lentes, careta, cubre-bocas y mascarillas.				
Los trabajadores deben utilizar obligatoriamente el cubre-pelo.				
Los respiradores cuentan con una eficiencia mínima del N95.				
El uniforme de trabajo es en dos piezas, tipo pijama.				
Utilizan batas sin abertura delantera, de tela.				
Adicionalmente utilizan delantales plásticos desechables.				
Los trabajadores utilizan cubre zapatos todo el tiempo que permanecen en el				

laboratorio.				
Los trabajadores se cambian los guantes látex cada vez deben realizar una tarea nueva.				
La ropa utilizada en el laboratorio es esterilizada antes de ser enviada a la lavandería.				
9. Prevención y Extinción de Incendios				
Existen detectores de humo y alarmas.				
El laboratorio cuenta con extintores de CO ₂				
Existen rociadores dentro del laboratorio.				
10. Buenas Practicas de Trabajo				
Los trabajadores comen o beben dentro del laboratorio.				
Los colaboradores se lavan las manos inmediatamente después del contacto con un cuerpo, órgano u formalina.				
Los trabajadores del laboratorio mantienen las puertas cerradas durante la manipulación de cuerpos, órganos o formalina en el laboratorio.				

Los colaboradores no salen a otras secciones del hospital con la misma ropa que utilizan en el laboratorio.				
Los trabajadores descontaminan la mesa y silla de trabajo al menos una vez al día con una solución de hipoclorito de sodio.				
11. Procedimientos Administrativos				
Existe un acceso restringido para el personal del servicio de patología a los laboratorios.				
Existen protocolos en caso de emergencia y accidentes.				
Están estos procedimientos y protocolos al alcance de los trabajadores.				

Apéndice 4. Guía de observación participativa

Tabla 7. 4Guía de observación participativa

Guía de observación participativa.	
Laboratorio:	Aplicador:
Puesto a evaluar:	Hora de inicio:
Fecha:	Hora de finalización:
Tarea a evaluar	
Duración aproximada de la tarea	
¿Realizar la tarea implica un contacto deliberado con el formaldehído?	
¿Cada cuánto realiza la tarea?	
¿A qué concentración se encuentra el formaldehído al momento del uso? (10 o 37 %)	
Durante la realización de la tarea se evidencia dificultad para respirar, tos, alergia o irritación ocular.	
Anotaciones y preguntas adicionales	

Apéndice 5. Cuestionario para los trabajadores

Cuestionario.

El presente cuestionario tiene como fin valorar el conocimiento en general de los trabajadores respecto del manejo, riesgos a la salud y equipo de protección respiratoria a la hora del uso del formaldehído. La información que nos proporcione será manejada confidencialmente.

Por favor conteste lo que se solicita a continuación:

1. ¿Cree usted que la salud tiene que ver con la seguridad?
SI NO
2. ¿Está usted consciente de que se expone a un agente químico peligroso, considerado cancerígeno?
SI NO
3. ¿Conoce los efectos a la salud a corto y largo plazo que puede ocasionar el formaldehído?
SI NO
4. ¿Conoce los síntomas por intoxicación aguda con formaldehído?
SI NO
5. ¿Sabe usted que significan las siglas MSDS?
SI NO

Nota: SI la respuesta es NO, pase a la pregunta 7.

6. ¿Sabe cómo interpretar la información de la MSDS?
SI NO
7. ¿Conoce algún procedimiento en caso de presentarse una emergencia con le formaldehído (derrame, intoxicación)?
SI NO
8. ¿Sabe cómo debe ser la correcta colocación del equipo de protección respiratoria (EPR)?
SI NO

9. ¿Utiliza el EPR porque sabe que se expone a un agente químico peligroso?

SI NO

10. ¿Hace uso del EPR porque no quieren que le llamen la atención?

SI NO

11. ¿Conoce cuál es el adecuado mantenimiento del EPR?

SI NO

12. ¿Conoce cuál es la vida útil de su EPR?

SI NO

13. ¿Tiene conocimientos sobre cuáles son los exámenes médicos de control que se le deben de realizar por la exposición a formaldehído?

SI NO

Observaciones

¡Muchas Gracias!

Apéndice 6. Entrevista a la encargada de Salud Ocupacional.

Entrevista a la Encargada de Salud Ocupacional del HNN

Fecha de ingreso al hospital (mes/año) _____ / _____

Edad:

La principal tarea que realiza es:

¿Cuáles otras actividades realiza durante el día?:

¿Dentro del área de patología cuál puesto de trabajo considera que es el más peligroso?
¿Por qué?

¿Considera que la capacitación sobre la manipulación del formaldehído, así como los efectos a la salud por el uso de esta sustancia es suficiente?

¿Cree usted que la capacitación sobre colocación, uso y mantenimiento de los equipos de protección respiratoria es adecuada y suficiente?

¿Cada cuánto se brinda estas capacitaciones?

¿Cuántos trabajadores se encuentran debidamente capacitados respecto del uso del equipo de protección respiratoria?

¿Considera que el sistema de extracción del local contribuye a favorecer la renovación de aire de los laboratorios?

¿Cree usted que las medidas adoptadas para disminuir la concentración de formaldehído son eficientes? ¿Por qué?

¿Qué tipos de exámenes médicos de control de exposición a formaldehído se le realiza a los trabajadores? ¿Cada cuánto?

Apéndice 7. Quiz sobre el conocimiento de los trabajadores sobre riesgos de la sustancia.

A continuación se presenta una serie de preguntas relacionadas con el formaldehído, estas tienen como fin determinar el conocimiento que tiene con respecto al tema.

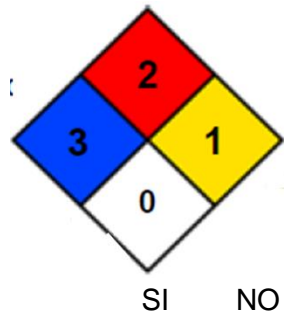
Por favor conteste lo que se le solicita de forma clara y ordenada.

1. ¿Conoce usted los riesgos que representa a su salud el uso del formaldehído?
SI NO

Menciones los que conoce:

2. ¿Cuál es para usted la importancia de una hoja de datos de seguridad de las sustancias? Puede marcar más de una opción.
 Para conocer los riesgos que implica el uso de un producto y qué hacer en caso de intoxicación y/o derrame
 Para cumplir con un requisito legal
 Para identificar un producto
3. ¿Cómo diferencia usted el formaldehído de otras sustancias que utiliza para trabajar?
 Tipo de recipiente
 La etiqueta que posee
 Por el color
 Por el olor
4. ¿Cómo sabe que el formaldehído es un químico peligroso?
 Porque se lo han mencionado
 Por la etiqueta (rombo de diamante)
 Otro. Indique_____

5. ¿Sabe qué significa la siguiente figura?



Mencione qué entiende cuando lo ve:

6. ¿Conoce usted cuál es el adecuado procedimiento en caso de intoxicación aguda (suya o de algún compañero) con formaldehído?

SI NO

Dé una descripción del mismo:

7. ¿Sabe usted qué hacer en caso de un derrame importante (más de 5 litros) de formaldehído en su lugar de trabajo?

SI NO

Mencione qué hace o haría en ese caso.

Apéndice 8. Encuesta a los trabajadores.

Tabla 7. 5. Encuesta uso de equipo de protección personal

La presente encuesta tiene como fin valorar la utilización de Equipo de Protección Respiratoria (EPR) en los trabajadores del Servicio de Patología del HNN. La información que nos proporcione será manejada confidencialmente.

Instrucción: Marque con una "X" la opción que represente respuesta

1	2	3	4	5
Nada de acuerdo	En desacuerdo	Imparcial	De acuerdo	Muy de acuerdo
Criterios		Calificación		
1.-Considero que las capacitaciones influyen en aumentar el grado de prevención y así salvaguardar mi salud.				
2.-Considero que el uso del equipo de protección respiratoria (EPR) es muy importante para proteger mi salud.				
3.-Considero que el EPR brindado por el hospital es el adecuado y cumple su propósito.				
4.-Pienso que es importante que yo sepa cuando es momento de cambiar el EPR.				
5.-Utilizo el EPR, porque así me protejo de contraer alguna enfermedad en el futuro				
6.-Me gusta usar el EPR porque sé que me expongo a un agente químico peligroso.				
7.-El equipo es cómodo y no me molesta cuando trabajo.				
8.-Solo utilizo el equipo de protección porque no quiero que me llamen la atención.				
9.-No me gusta el EPR porque me veo mal físicamente.				
10.-Siento que el equipo no me protege, por eso no lo utilizo.				
11.-Al terminar de utilizar el Equipo de Protección Respiratoria lo almaceno en un lugar apropiado donde se conserve libre de contaminantes, polvo y humedad.				

¿Según las siguientes variables cada cuánto utiliza el equipo de protección respiratoria cuando está trabajando o se expone a formaldehído? 5. Siempre 4. Casi siempre 3. A veces 2. Casi nunca 1. Nunca

¿Por qué? _____

Apéndice 9. Encuesta higiénica.

Tabla 7. 6. Encuesta higiénica

Encuesta Higiénica				
Datos generales				
Nombre de la organización:				
Encargado:				
Aplicador:				
Fecha:				
Hora de inicio:		Hora de finalización:		
A. Jornada				
<i>Número de empleados</i>				
<i>Tipo de proceso</i>	Continuo	Lote	Tarea	
<i>Número de turnos</i>	1	2	3	
<i>Horario de los turnos</i>				
<i>Horas extra</i>	SI		NO	
<i>¿Cuántas por semana extra por semana?</i>				
<i>Horas de Jornada Laboral</i>	8	10	12	
<i>Tipo de trabajo</i>	Rotativo		Permanente	
<i>Descripción de tareas</i>	Repetitivo	Variable cíclica	Variable no cíclica	
B. Distribución Demográfica del Personal				
<i>Edad promedio</i>	18 - 30 ()	31 - 40 ()	Más de 40 ()	
<i>Edad de laboral en el servicio</i>				
C. Proceso				
<i>Procesos comunes</i>				
<i>Picos de producción</i>				
<i>Producción actual</i>				
D. Materiales				
<i>Materia prima principal</i>				
<i>Materia prima secundaria</i>				
<i>Peligrosidad de los materiales</i>	Incendio	Explosión	Intoxicación	Otros
<i>TLV, concentración de las sustancias</i>				
<i>Espacio Físico</i>	Concreto	Madera	Metal	Otro

<i>Paredes</i>					
<i>Pisos</i>					
<i>Cielos</i>					
E. Aseo personal					
<i>Instalaciones sanitarias en el trabajo</i>	Lavamanos	Sanitarios	Duchas		
<i>Cambio de ropa después de utilizar el formaldehído</i>	Inmediatamente	Antes de comer	Al final de la jornada		
<i>Lavado de manos y/o brazos durante el trabajo con el formaldehído</i>	Inmediatamente	Antes de comer	Al final de la jornada		
<i>Se baña o toma una ducha después de manipular formaldehído.</i>	Inmediatamente	Antes de comer	Al final de la jornada		
F. Alimentación					
<i>¿Durante su jornada laboral en qué lugar toma usted sus tiempos de comida con mayor frecuencia?</i>	Comedor institucional	Comedor del servicio de patología	Hogar	Puesto de trabajo	Otro
G. Evaluaciones					
<i>Existen evaluaciones previas</i>	SI		NO		
<i>Evaluación de agentes químicos</i>	Gases y Vapores		Aerosoles		
<i>Exposición a otros agentes (rayos UV, condiciones termo higrométricas, ruido, agentes biológicos, etc)</i>	SI		NO		
<i>¿Cuáles?</i>					
H. Daños a la Salud					
Responder de acuerdo a la escala	(1)Nada	(2)Poco	(3)Algo	(4)Bastante	(5)Mucho
<i>¿En qué medida cree que su seguridad o salud están en riesgo debido al trabajo que realiza?</i>					
<i>¿En qué medida cree que su trabajo afecta positiva o negativamente en su salud?</i>					
<i>¿En qué medida, ha sufrido de alguno de los</i>					

<i>siguientes problemas de salud durante los últimos 6 meses?</i>					
✓ <i>Nariz tapada.</i>					
✓ <i>Picor o secreción nasal.</i>					
✓ <i>Irritación de garganta</i>					
✓ <i>Crisis de asma</i>					
✓ <i>Dificultad de respiración antes esfuerzos físicos moderados</i>					
✓ <i>Sensación de opresión o molestias en el pecho.</i>					
I. Uso de la sustancia					
<i>¿Cuál es la cantidad en días que durante su trabajo utiliza el formaldehído?</i>	(1) Un día por semana	(2) De 2 a 3 días por semana	(3) De 3 a 4 días por semana	(4) De 4 a 5 días por semana	(5) Todos los días
<i>Durante su jornada de trabajo indique cuál sería el porcentaje equivalente al tiempo de uso de formaldehído</i>	(1) <20% de la jornada	(2) 20- 40% de la jornada	(3) 40- 60% de la jornada	(4) 60- 80% de la jornada	(5) >80% de la jornada.
J. Capacitaciones					
<i>¿Se ofrece capacitaciones relacionadas a la seguridad y salud en el trabajo?</i>	SI		NO		
<i>Temas abordados durante la capacitación</i>					
<i>¿Existe un programa de control periódico de riesgos por agentes ambientales químicos?</i>	SI		NO		
<i>¿Existe registro de información toxicológica de las sustancias que utilizan (MSDS)?</i>	SI		NO		
<i>¿El registro se encuentra al</i>	SI		NO		

alcance del trabajador?		
K. Equipo de Protección Personal		
¿Se utiliza el equipo de protección respiratoria (EPR) de acuerdo a la tarea que se realiza?	SI	NO
¿La utilización del EPP es obligatoria?		
¿Ha recibido capacitación y entrenamiento en el uso de EPR?		
Frecuencia:		
Encargado de la capacitación:		
Temas abordados en la capacitación:		
¿Se utilizan respiradores de filtro para vapores de formaldehído?	SI	NO
¿Se utilizan gafas con cubiertas laterales?		
¿Se utilizan guantes? ¿Qué tipo?		
L. Medidas de control		
¿Existen procedimientos de trabajo escritos?	SI	NO
¿Existen sistemas de inyección/ extracción?		
Se le da mantenimiento preventivo al sistema de ventilación?		
M. Vigilancia Médica		
Exámenes médicos	Pre-empleo	Periódicos
¿Se le ha sometido a reconocimientos médicos específicos de forma periódica?	SI	NO
¿Se le han comunicado los resultados de los exámenes médicos realizados?		

Apéndice 10. Bitácora de muestreo para eventos inhabituales durante la evaluación personal.

Tabla 7. 7. Bitácora de muestreo para eventos inhabituales durante la evaluación personal.

<p style="text-align: center;">Instituto Tecnológico de Costa Rica</p> <p style="text-align: center;">Escuela de Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental</p> <p style="text-align: center;">Bitácora de muestreo</p>

Apéndice 11. Acta de muestreo

Tabla 7. 8. Acta de muestreo.

Instituto Tecnológico de Costa Rica						
Escuela de Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental						
Acta de muestreo						
Datos de la organización						
Nombre: <i>Hospital Nacional de Niños</i>						
Fecha:						
Nombre del aplicador: <i>Catalina Hidalgo Prado</i>						
Contaminante a muestrear: <i>Formaldehído</i>						
Nombre del trabajador/Puesto	ID de la muestra	ID de la bomba	Flujo Inicial L/min	Flujo final L/min	Hora inicial	Hora final

Apéndice 12. Matriz de requerimientos para la elaboración del programa (INTE 31 09 09 00, *Respiratory Protection* 1910.134 OSHA, COVENIN y ASHRAE).

Tabla 7. 9. Matriz de requerimientos para la elaboración del programa (INTE 31 09 09 00, *Respiratory Protection* 1910.134 OSHA, COVENIN y ASHRAE).

Normativa	Requerimientos							
	Estructura General del programa	Guía de selección de respiradores	Guía de selección de filtros	Pruebas de ajuste	Limpieza de los respiradores	Capacitaciones	Guías de diseño de sistemas de ventilación	Evaluaciones médicas
1910.134 <i>Respiratory Protection</i> OSHA	X	X	X	X	X	X		X
INTE 31 09 09 00	X					X		
COVENIN. Protección Respiratoria		X	X				X	
Normativa de ASHRAE							X	

Apéndice 13. Guía de consulta a proveedores.

Guía de consulta a los proveedores

1. ¿Cuáles son las características eléctricas del equipo? (Voltaje, frecuencia, cantidad de fases, potencia)
2. ¿Cuánta garantía tiene el equipo?
3. ¿Cuáles dimensiones del equipo?
4. ¿El precio incluye transporte y puesta en marcha el equipo?
5. ¿El precio incluye accesorios?
6. ¿El equipo cuenta con filtros con eficiencia HEPA requeridos para el debido tratamiento del aire?
7. ¿Existen proveedores nacionales (Costa Rica) para repuestos?
8. ¿La instalación de este equipo requiere de acondicionamientos especiales para su correcto funcionamiento?

Apéndice 14. Medidas cualitativas para determinar la eficiencia del EPR actual.

Tabla 7. 10. Medidas cualitativas para los cartuchos cambiables.

Nivel	Descripción
1	Ningún respirador del laboratorio tiene cartuchos cambiables
2	Algunos de los respiradores del laboratorio tienen cartuchos cambiables
3	Todos los respiradores del laboratorio tienen cartuchos cambiables

Fuente: La autora.

Tabla 7. 11. Medidas cualitativas para los filtros con protección P100.

Nivel	Descripción
1	Ningún respirador del laboratorio tiene filtro P100
2	Algunos de los respiradores del laboratorio tienen filtro P100
3	Todos los respiradores del laboratorio tienen P100

Fuente: La autora.

Tabla 7. 12. Medidas cualitativas para la limpieza regular de los respiradores.

Nivel	Descripción
1	Nunca se le realiza limpieza a los respiradores.
2	Se realiza limpieza cada mes a los respiradores.
3	Se realiza limpieza después de cada uso a los respiradores.

Fuente: La autora.

Tabla 7. 13. Medidas cualitativas para la etiqueta verde oliva o negra de los filtros.

Nivel	Descripción
1	Ninguno de los filtros tiene etiqueta verde oliva/negra
2	Algunos de los filtros tienen etiqueta verde oliva/negra
3	Todos los filtros tienen etiqueta verde oliva/ negra

Fuente: La autora.

Tabla 7. 14. Medias cualitativas para los respiradores de rostro completo.

Nivel	Descripción
1	Ningún respirador del laboratorio es de rostro completo.
2	Algunos de los respiradores del laboratorio son de rostro completo.
3	Todos los respiradores del laboratorio son de rostro completo.

Fuente: La autora.

Tabla 7. 15. Medidas cualitativas para el registro de cambio de los filtros.

Nivel	Descripción
1	No se tienen registros de cambio de filtros.
3	Se tiene un registro actualizado de cada cambio de filtros.

Fuente: La autora.

Tabla 7. 16. Medidas cualitativas para las correas y pasadores.

Nivel	Descripción
1	Alguno de los respiradores tiene correas y pasadores reventados o quebrados.
3	Todos los respiradores tienen las correas y pasadores en buen estado.

Fuente: La autora.

Tabla 7. 17. Medidas cualitativas para el almacenamiento de los respiradores.

Nivel	Descripción
1	Los respiradores no tienen un espacio destinado para su almacenamiento, y están expuestos a polvo y humedad.
2	Los respiradores tienen un espacio destinado para su almacenamiento, pero no se encuentran protegidos del polvo y la humedad.
3	Los respiradores se mantienen protegidos del polvo y la humedad en un lugar destinado para su almacenamiento.

Fuente: La autora.

Apéndice 15. Puntos de medición de aire en ambos laboratorios.

1. Laboratorio de Anatomía Patológica

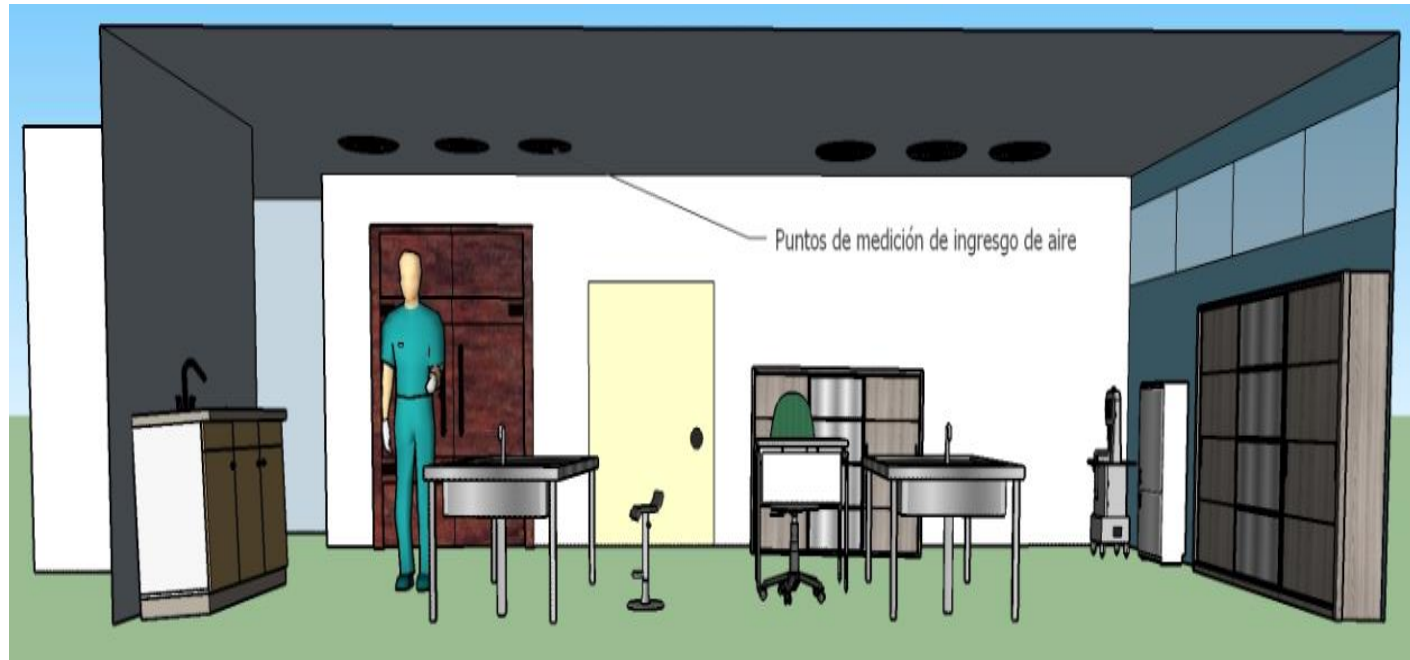


Figura 7. 2. Puntos de medición de ingreso de aire.

Fuente: La autora.

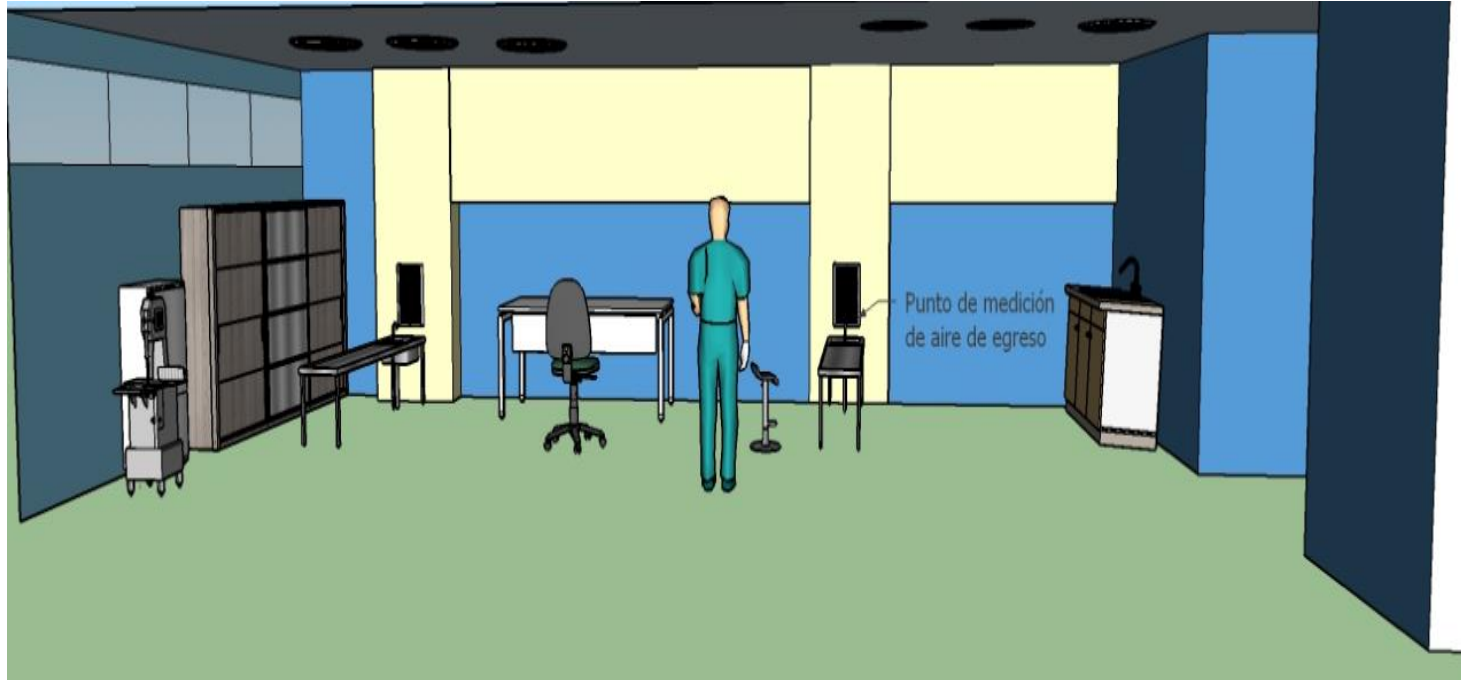


Figura 7. 3. Puntos de medición de egreso de aire

Fuente: La autora.

2. Laboratorio de Biopsias

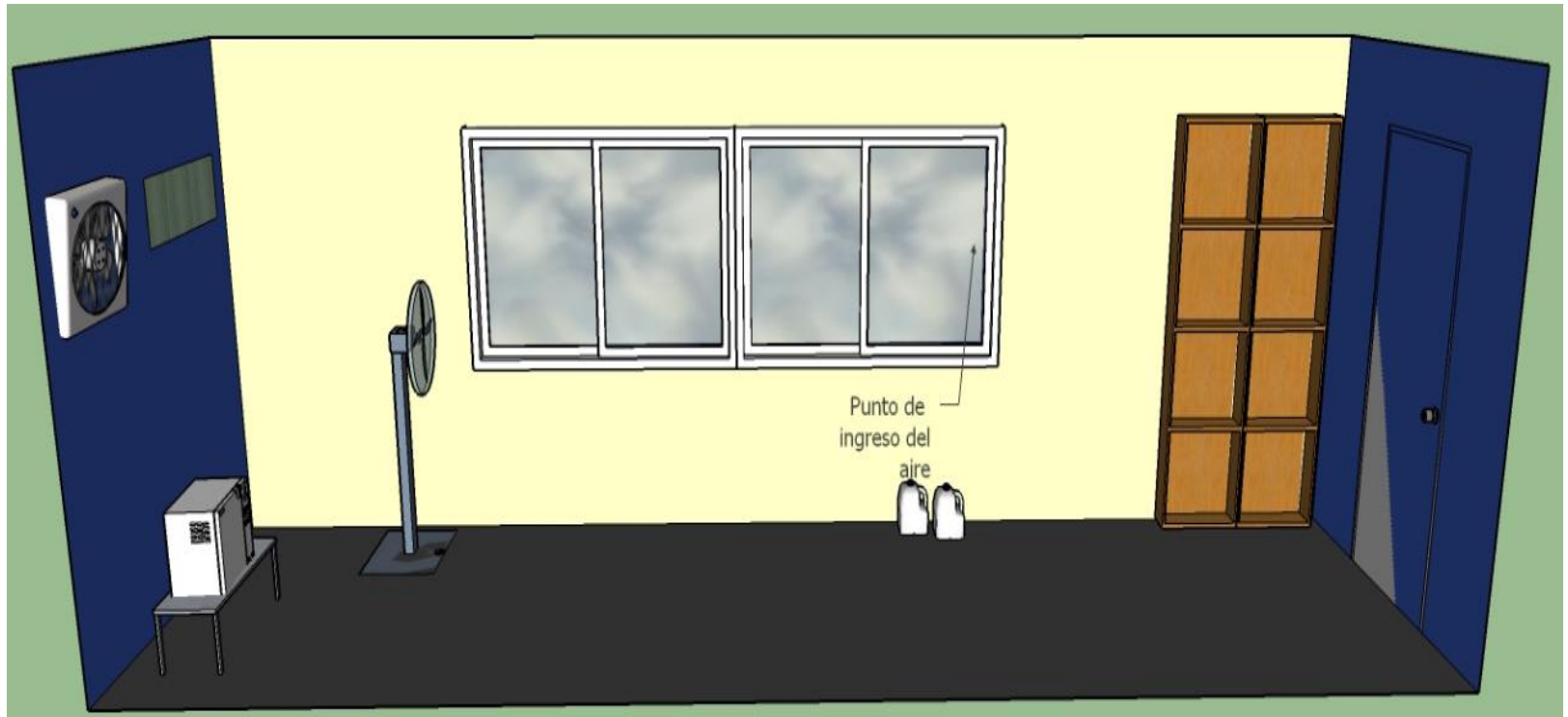


Figura 7. 4. Punto de medición de ingreso de aire en el Laboratorio de Biopsias.

Fuente: La autora.



Figura 7. 5. Punto de medición de aire de egreso en el Laboratorio de Biopsias.

Fuente: La autora.

Apéndice 16. Medición de velocidades de aire.

1. Medición de inyección/extracción Laboratorio de Anatomía Patológica.

Tabla 7. 18. Velocidades de aire en el sistema de inyección.

Instituto Tecnológico de Costa Rica						
Escuela de Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental						
Acta de muestreo						
Medición	Difusor 1	Difusor 2	Difusor 3	Difusor 4	Difusor 5	Difusor 6
1	0.4	0.1	0.0	0.3	1.0	0.9
2	0.6	0.0	0.1	0.4	0.9	1.5
3	1.0	0.1	0.1	0.4	0.9	1.2
4	0.8	0.1	0.1	0.6	1.0	1.2
5	1.2	0.0	0.0	0.5	1.2	1.0
6	0.4	0.3	0.3	1.3	1.3	1.3
7	0.9	0.2	0.2	0.8	1.2	1.0
8	0.8	0.3	0.1	1.0	1.1	0.8
9	1.0	0.4	0.1	1.3	1.2	0.8
10	1.2	0.3	0.1	1.5	1.3	1.1
11	0.9	0.3	0.2	0.7	1.7	0.9
12	0.8	0.2	0.2	1.3	1.6	1.0
13	0.6	0.1	0.2	1.4	1.5	1.0
14	0.6	0.3	0.2	1.3	1.7	0.8
15	0.7	0.1	0.3	1.3	2.0	0.7
16	0.2	0.1	0.1	1.0	1.4	0.2
17	0.1	0.1	0.2	0.5	1.9	0.3
18	0.1	0.1	0.2	0.7	1.8	0.3
19	0.2	0.3	0.2	0.9	1.6	0.4
20	0.3	0.1	0.1	0.7	1.9	0.5
Promedio	0.640	0.175	0.150	0.895	1.410	0.845

Notas:

- Los difusores son cuadrados, de 14 pulgadas cada uno, es por esta razón que no se realizaron las mediciones de acuerdo al procedimiento estandarizado de ASHRAE (2009), ya que este procedimiento sólo funciona para ductos con lados mayores a 18 pulgadas.
- Para realizar las mediciones, se procedió a ubicar el termoanemómetro 40 cm por debajo de cada difusor, en este punto se tomaron cinco mediciones puntuales, diez minutos después se tomaron cinco más y así sucesivamente hasta haber transcurrido X tiempo.

Tabla 7. 19.Velocidades de aire en el sistema de extracción 1.

Instituto Tecnológico de Costa Rica			
Escuela de Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental			
Acta de muestreo Extractor 1 Morgue.(Lado izquierdo)			
Variable	Valor	Unidades	
Ancho de la entrada de aire:	18	pulgadas	
Alto de la entrada de aire:	30	pulgadas	
Cantidad de Puntos Horizontales:	5	puntos	
Cantidad de Puntos Verticales:	5	puntos	
MEDICION DE VELOCIDADES DE AIRE			
PUNTO	Posición en X	Posición en Y	Velocidad (m/s)
1	1.332	2.146	0.60
2	5.184	2.146	0.75
3	9.000	2.146	0.75
4	12.816	2.146	0.95
5	16.668	2.146	0.90
6	1.332	8.352	1.05
7	5.184	8.352	1.30
8	9.000	8.352	1.20
9	12.816	8.352	1.20
10	16.668	8.352	1.05
11	1.332	14.500	0.85
12	5.184	14.500	1.35
13	9.000	14.500	1.35
14	12.816	14.500	1.50
15	16.668	14.500	0.75
16	1.332	20.648	1.75
17	5.184	20.648	1.80

Instituto Tecnológico de Costa Rica

Escuela de Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental

Acta de muestreo Extractor 1 Morgue.(Lado izquierdo)

Variable	Valor	Unidades	
Ancho de la entrada de aire:	18	pulgadas	
Alto de la entrada de aire:	30	pulgadas	
Cantidad de Puntos Horizontales:	5	puntos	
Cantidad de Puntos Verticales:	5	puntos	
MEDICION DE VELOCIDADES DE AIRE			
PUNTO	Posición en X	Posición en Y	Velocidad (m/s)
18	9.00	20.648	1.90
19	12.816	20.648	2.00
20	16.668	20.648	1.95
21	1.332	26.854	2.40
22	5.184	26.854	2.40
23	9.00	26.854	2.40
24	12.816	26.854	2.40
25	16.668	26.854	2.40
Promedio			1.50

Tabla 7. 20. Velocidades de aire en el sistema de extracción 2.

Instituto Tecnológico de Costa Rica Escuela de Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental Acta de muestreo Extractor 2 Morgue (Lado Derecho)			
Variable		Valor	Unidades
Ancho de la entrada de aire:		18	pulgadas
Alto de la entrada de aire:		30	pulgadas
Cantidad de Puntos Horizontales:		5	puntos
Cantidad de Puntos Verticales:		5	puntos
MEDICION DE VELOCIDADES DE AIRE			
PUNTO	Posición en X	Posición en Y	Velocidad (m/s)
1	1.332	2.146	0.65
2	5.184	2.146	1.55
3	9.00	2.146	1.55
4	12.816	2.146	1.45
5	16.668	2.146	1.65
6	1.332	8.352	0.95
7	5.184	8.352	1.50
8	9.00	8.352	1.55
9	12.816	8.352	1.50
10	16.668	8.352	1.55
11	1.332	14.500	0.85
12	5.184	14.500	1.40
13	9.00	14.500	1.55
14	12.816	14.500	1.55
15	16.668	14.500	0.60
16	1.332	20.648	0.70
17	5.184	20.648	1.45

Instituto Tecnológico de Costa Rica Escuela de Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental Acta de muestreo Extractor 2 Morgue (Lado Derecho)			
Variable	Valor	Unidades	
Ancho de la entrada de aire:	18	pulgadas	
Alto de la entrada de aire:	30	pulgadas	
Cantidad de Puntos Horizontales:	5	puntos	
Cantidad de Puntos Verticales:	5	puntos	
MEDICIÓN DE VELOCIDADES DE AIRE			
PUNTO	Posición en X	Posición en Y	Velocidad (m/s)
18	9.00	20.648	1.40
19	12.816	20.648	1.45
20	16.668	20.648	0.55
21	1.332	26.854	1.30
22	5.184	26.854	1.40
23	9.00	26.854	1.35
24	12.816	26.854	1.45
25	16.668	26.854	1.50
Promedio			1.30

Nota:

- Las mediciones se realizaron a un metro de distancia de la entrada del ducto de extracción en el plano de trabajo.

2. Medición de inyección/extracción Laboratorio de Biopsias.

Tabla 7. 21. Velocidades de aire de ingreso en la ventana de 45x70 cm.

Instituto Tecnológico de Costa Rica Escuela de Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental Acta de muestreo Medición aire de ingreso ventana de 45 x 70 cm del Laboratorio de Biopsias			
Variable	Valor	Unidades	
Ancho de la entrada de aire:	18	pulgadas	
Alto de la entrada de aire:	28	pulgadas	
Cantidad de Puntos Horizontales:	5	puntos	
Cantidad de Puntos Verticales:	5	puntos	
MEDICION DE VELOCIDADES DE AIRE			
PUNTO	Posición en X	Posición en Y	Velocidad (m/s)
1	1.332	2.035	0.20
2	5.184	2.035	3.60
3	9.00	2.035	2.30
4	12.816	2.035	2.50
5	16.668	2.035	3.60
6	1.332	7.920	0.10
7	5.184	7.920	1.30
8	9.00	7.920	2.60
9	12.816	7.920	2.20
10	16.668	7.920	2.30
11	1.332	13.750	0.20
12	5.184	13.750	4.70
13	9.00	13.750	4.50
14	12.816	13.750	3.6
15	16.668	13.750	2.5
16	1.332	19.580	0.3
17	5.184	19.580	1.2

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

Acta de muestreo

Medición aire de ingreso ventana de 45 x 70 cm del Laboratorio de Biopsias

Variable	Valor	Unidades
Ancho de la entrada de aire:	18	pulgadas
Alto de la entrada de aire:	28	pulgadas
Cantidad de Puntos Horizontales:	5	puntos
Cantidad de Puntos Verticales:	5	puntos

MEDICIÓN DE VELOCIDADES DE AIRE

PUNTO	Posición en X	Posición en Y	Velocidad (m/s)
18	9.00	19.580	3.5
19	12.816	19.580	1.2
20	16.668	19.580	4.4
21	1.332	25.465	0.2
22	5.184	25.465	3.4
23	9.00	25.465	3.8
24	12.816	25.465	2.5
25	16.668	25.465	4.9
Promedio			2.464

Tabla 7. 22. Velocidades de egreso de aire en la ventana trasera del Laboratorio de Biopsias.

Instituto Tecnológico de Costa Rica Escuela de Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental Acta de muestreo Medición de aire de egreso en la ventana trasera del Laboratorio de Biopsias	
Punto de Medición	Velocidad (m/s)
1	0.40
2	0.10
3	0.10
4	0.10
5	0.30
6	0.20
7	0.30
8	0.10
9	0.20
10	0.30
11	0.10
12	0.10
13	0.30
14	0.10
15	0.40
16	0.10
17	0.10
18	0.10
19	0.20
20	0.30
21	0.10
22	0.30
23	0.10
24	0.20
25	0.10
Promedio	0.20

Notas:

- Al encontrarse el extractor descompuesto, se procedió a realizar mediciones de egreso de aire en la pequeña ventana que se encuentra ubicada a la par del extractor.
- Al no cumplir la ventana con las características requeridas para realizar las mediciones siguiendo el procedimiento estandarizado de ASHRAE (2009) se realizaron cinco mediciones puntuales, diez minutos después otras cinco y así sucesivamente.
- Estas mediciones fueron realizadas a un metro de distancia de la ventana.

Apéndice 17. Cálculo de caudales.

1. Caudales para el Laboratorio de Anatomía Patológica.

➤ Caudal requerido de inyección (Q req de inyección)

Obtener el volumen total del recinto en m³.

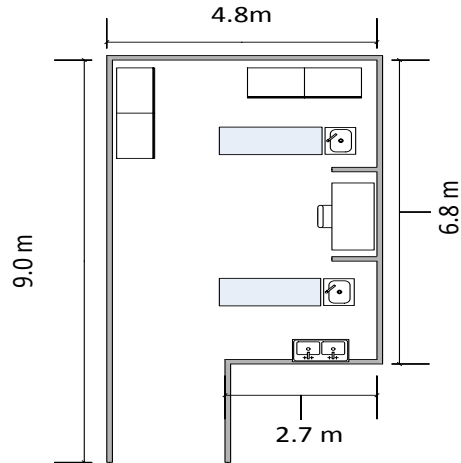


Figura 7. 6. Croquis del Laboratorio de Anatomía Patológica.

Fuente: La autora.

Volumen total: 92.87 m³

La INTE 31-08-08-97: Ventilación en los lugares de trabajo, especifica que para los laboratorios debe haber un mínimo de 10 cambios de aire por hora.

Por lo tanto: $\frac{60 \text{ min}}{10 \text{ cambios}} = 6 \text{ minutos un cambio de aire.}$

Entonces: $\frac{92.87 \text{ m}^3}{6 \text{ min}} = 15.47 \text{ m}^3/\text{min}$

$Q_i \text{ req} = 15.47 \frac{\text{m}^3}{\text{min}} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hora}} = 928.2 \text{ m}^3/\text{h}$

➤ **Caudal real de inyección (Qreal de inyección)**

En la morgue existen seis difusores para la inyección de aire fresco desde el exterior, la siguiente figura muestra como son estos difusores.

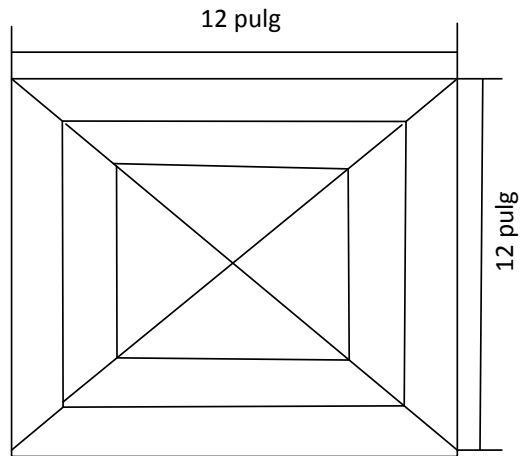


Figura 7. 7. Modelo de difusor existente en la morgue.

Fuente: La autora.

$$Q_i = \bar{V} * \text{Área efectiva}$$

$$A \text{ efectiva} = AK$$

Donde,

$$Ak = 0.89 \text{ (tomado de AirGuide hvac TD)}$$

Entonces,

$$Q_i \text{ total} = \sum_{i=1}^6 Q_i$$

Tabla 7. 23. Caudales obtenidos para cada difusor.

Difusor	Caudal (ft ³ /min)	Caudal (m ³ /h)
1	112.09	190.60
2	30.65	52.11
3	26.27	44.67
4	156.76	266.54
5	246.96	419.91
6	148.00	251.65

Nota: Cada caudal fue calculado con el promedio de velocidades de cada difusor (Tabla 5. 19), sin embargo ya que el factor Ak sólo se puede multiplicar con caudales con unidades en ft³/min, esas velocidades de aire fueran cambiadas a ft/min.

Fuente: La autora.

Entonces,

$$Q_i \text{ total} = 1225.50 \text{ m}^3/\text{h}$$

➤ **Caudal requerido de extracción (Q_{req} de extracción)**

Al tratarse de un laboratorio en donde se da la emanación de gases peligrosos y agentes biológicos peligrosos, se requieren presiones negativas para evitar la propagación de contaminantes.

Para asegurar una presión negativa efectiva el caudal de salida debe ser al menos un 10% mayor que el de entrada.

Entonces,

$$Q_{e \text{ req}} = Q_{i \text{ req}} + 10\%Q_{i \text{ req}}$$

Ahora,

$$Q_{e \text{ req}} = 928.2 \text{ m}^3/\text{h} + 92.82 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Qe_{req} = 1021.02 \text{ m}^3/h$$

➤ **Caudal de extracción real (Qe real)**

En la morgue existen dos rejillas para la extracción del aire contaminado, la siguiente figura muestra como son estas rejillas.

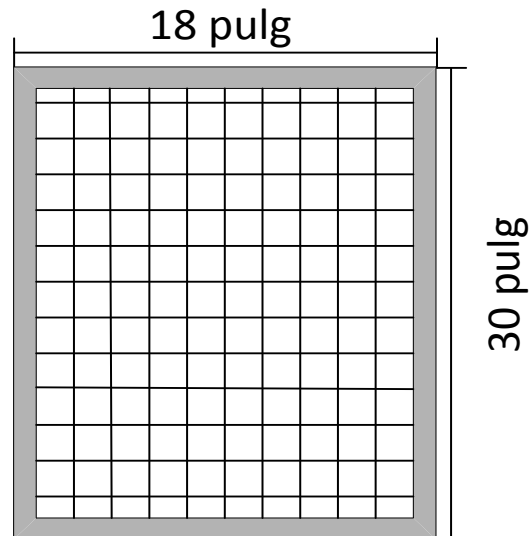


Figura 7. 8. Modelo de rejilla existente en la morgue.

Fuente: La autora.

$$Qe = \bar{V} * \text{Área efectiva}$$

$$A_{efectiva} = AK$$

Donde,

$$Ak = 3.38 \text{ (tomado de AirGuide hvac TD)}$$

Entonces,

$$Qe_{total} = \sum_{i=1}^2 Qe$$

Tabla 7. 24. Caudales obtenidos para cada rejilla.

Rejilla	Caudal (ft ³ /min)	Caudal (m ³ /h)
1	985.68	1676.45
2	854.50	1452.92

Fuente: La autora.

Nota: Cada caudal fue calculado con el promedio de velocidades de cada rejilla (Tablas 5.20 y 5.21), sin embargo ya que el factor Ak solo se puede multiplicar con caudales con unidades en ft³/min, esas velocidades de aire fueran cambiadas a ft/min.

Entonces,

$$Qe \text{ total} = 3129.38 \text{ m}^3/h$$

2. Caudales para el Laboratorio de Biopsias

Obtener el volumen del recinto en m³.

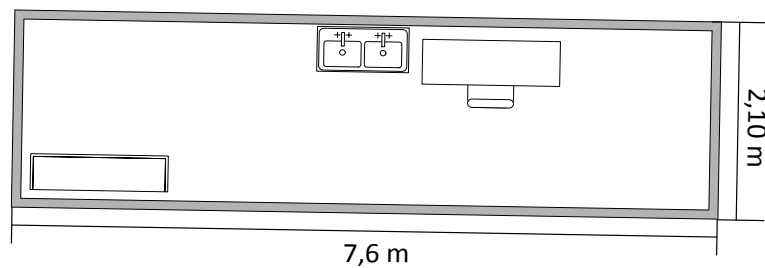


Figura 7. 9. Croquis del Laboratorio de Biopsias.

Fuente: La autora.

Volumen total: 39.9 m³

La INTE 31-08-08-97: Ventilación en los lugares de trabajo, especifica que para los laboratorios debe haber un mínimo de 10 cambios de aire por hora.

Por lo tanto: $\frac{60 \text{ min}}{10 \text{ cambios}} = 6 \text{ minutos un cambio de aire.}$

$$\text{Entonces: } \frac{39.9 \text{ m}^3}{6 \text{ min}} = 6.65 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$Q_i \text{ req} = 6.65 \frac{\text{m}^3}{\text{min}} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hora}} = 399 \text{ m}^3/\text{h}$$

➤ **Caudal real de inyección (Q_i real)**

En biopsias existe solamente una ventana para el ingreso de aire fresco desde el exterior, la siguiente figura muestra como es esta ventana.

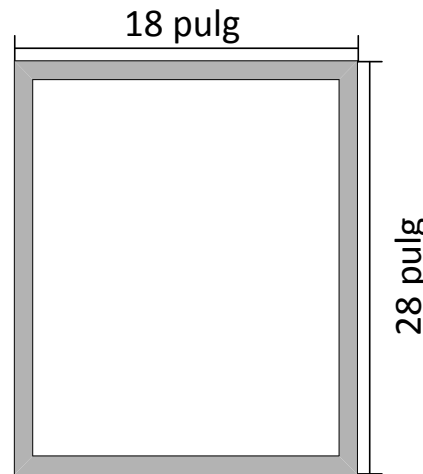


Figura 7. 10. Ventana presente en el Laboratorio de Biopsias.

Fuente: La autora.

$$Q_i = \bar{V} * \text{Área}$$

$$Q_i \text{ real} = 1.3 \text{ m/s} * (0.45 * 0.71) \text{ m}^2$$

Nota: El caudal fue calculado con el promedio de velocidades de la ventana (Tabla 5. 22).

Entonces,

$$Q_i \text{ total real} = 1495.26 \text{ m}^3/\text{h}$$

➤ **Caudal requerido de extracción (Q_{req} de extracción)**

Al tratarse de un laboratorio en donde se da la emanación de gases peligrosos y agentes biológicos peligrosos, se requieren presiones negativas para evitar la propagación de contaminantes.

Para asegurar una presión negativa efectiva el caudal de salida debe ser al menos un 10% mayor que el de entrada.

Entonces,

$$Q_{e \text{ req}} = Q_{i \text{ req}} + 10\% Q_{i \text{ req}}$$

Ahora,

$$Q_{e \text{ req}} = 399 \text{ m}^3/\text{h} + 39.9 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{e \text{ req}} = 438.9 \text{ m}^3/\text{h}$$

➤ **Caudal de extracción real (Q_e real)**

En biopsias el sistema de extracción se encuentra descompuesto, por lo que las mediciones de egreso de aire se realizaron a la par de una ventana pequeña que se encuentra a la par de este sistema.

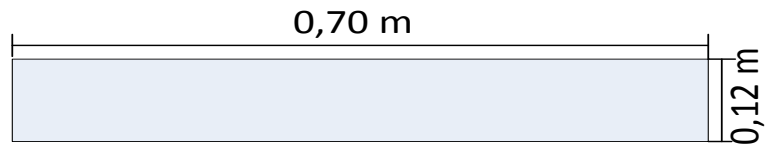


Figura 7. 11. Dimensiones de la ventana presente en el Laboratorio de Biopsias.

Fuente: La autora.

$$Q_e = \bar{V} * \text{Área}$$

$$Q_{e \text{ real}} = 0.2 \text{ m/s} * (0.70 * 0.12) \text{ m}^2$$

$$Q_{e \text{ real}} = 0.0168 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Nota: Cada caudal fue calculado con el promedio de velocidades de aire de la ventana (tabla 5.22).

Entonces,

$$Q_{e \text{ total}} = 1.00 \text{ m}^3/\text{h}$$

Apéndice 18. Procedimiento para la obtención de los promedios de niveles de presión sonora (NPS) en los distintos laboratorios.

Evaluación de NPS sobre los puestos de trabajo.

Se realizaron mediciones puntuales de ruido en los planos de trabajo de ambos laboratorios (0.9 m), obteniendo un total de 12 mediciones para cada recinto. La siguiente tabla muestra los datos obtenidos.

Tabla 7. 25. Valores de NPS en dB(A) obtenidos en ambos laboratorios.

Medición	Lugar	
	Morgue	Biopsias
1	59.1	68.7
2	59	70.1
3	59.2	71.8
4	59.2	69.9
5	59	70.1
6	60	71.2
7	60.8	68.1
8	58.7	69.9
9	59	70.1
10	58.8	72.8
11	59.4	70.2
12	59.9	67.8

Fuente: La autora.

Con estos datos se procedió a calcular el promedio logarítmico de NPS para cada laboratorio, por medio de la siguiente fórmula:

$$\overline{Lp} = 20 \log\left(\frac{1}{N} * \sum_{i=1}^N 10^{\frac{Lp}{20}}\right)$$

En donde:

- Lp: Medición
- N: Cantidad de mediciones.

Apéndice 19. Medidas cualitativas para determinar la eficiencia del sistema de ventilación actual.

Tabla 7. 26. Medidas cualitativas para el caudal mínimo de inyección.

Nivel	Descripción
1	No cumple con lo establecido en la INTE 31-08-08-97.
3	Cumple con el mínimo de cambios de aire requeridos por la INTE 31-08-08-97.

Fuente: La autora.

Tabla 7. 27. Medidas cualitativas para el caudal mínimo de extracción.

Nivel	Descripción
1	El caudal de extracción es menor que el de inyección.
3	El caudal de extracción es mayor en más de un 10% al caudal de inyección.

Fuente: La autora.

Tabla 7. 28. Medidas cualitativas para los filtros HEPA.

Nivel	Descripción
1	En sistema de inyección/extracción no cuenta con filtros HEPA.
3	En sistema de inyección/extracción cuenta con filtros HEPA.

Fuente: La autora.

Tabla 7. 29. Medidas cualitativas para el mantenimiento preventivo.

Nivel	Descripción
1	Solo se realiza mantenimiento correctivo.
2	Se realiza mantenimiento preventivo al sistema de ventilación al menos una vez cada 6 meses.
3	Se realiza mantenimiento preventivo al sistema de ventilación al menos una vez cada 3 meses.

Fuente: La autora.

Tabla 7. 30. Medidas cualitativas para el registro de mantenimiento.

Nivel	Descripción
1	No se tienen registros del mantenimiento realizado a los equipos.
3	Se tienen registros del mantenimiento realizado a los equipos.

Fuente: La autora.

Tabla 7. 31. Medidas cualitativas para el nivel de ruido.

Nivel	Descripción
1	El nivel de ruido supera los 71 dB(A).
2	Se encuentra en un rango entre 59-70 dB(A)
3	Se encuentra por debajo del rango o en el rango recomendado (41-58 dB(A))

Fuente: La autora.

Apéndice 20. Cálculo de concentración de formaldehído.

Para determinar el valor de la concentración en partes por millón de cada una de las muestras se realizó el siguiente procedimiento.

1. Pasar el tiempo de muestreo a minutos.
2. Determinar el caudal promedio por muestra. (caudal en litros/min dado por la bomba)

$$X = \sum_{i=1}^n Q1$$

3. Obtener el volumen en L. El cuál es la multiplicación de cada tiempo en minutos, por el caudal promedio para cada muestra.

$$Vl = Tiempo * \bar{Q}$$

4. Determinar el volumen en m³.

$$Vm3 = \frac{Vl}{1000}$$

5. Pasar la masa de las muestras (dada en µg) a mg.

$$Masa\ mg = \frac{\mu g}{1000}$$

6. Obtener la concentración de cada muestra en mg/m³

$$Concentración = \frac{masa\ mg}{Vm3}$$

7. Obtener la concentración ponderada por trabajador el mg/m³

$$Cnpond = \frac{(T1 * Cn1) + (T2 * Cn2) + \dots + (Tn * Cnn)}{(T1 + T2 + \dots + Tn)}$$

8. Pasar cada concentración ponderada para cada trabajador de mg/m^3 a partes por millón (ppm).

$$\text{ppm} = \frac{24.45 * C_n \text{ mg}/\text{m}^3}{MM}$$

En donde MM, es la masa molar del formaldehído, la cual es igual a 30.

Por lo tanto, se obtuvo una tabla como la que se muestra a continuación.

Tabla 7. 32. Cálculos realizados para la obtención de concentraciones de formaldehído en ppm.

Puesto	ID Muestra	Tiempo Min	Caudal promedio (Lmin)	Masa Micro (g)	Masa mg	Volumen (L)	Volumen m3	Cn mg/m3	Cn Pond mg/m3	PPM
Disección	HNNF3	495	0.185	NC	NC	91.58	0.09	NC	NC	NC
Patóloga	HNNF2	555	0.187	27	0.027	103.79	0.10	0.26	0.26	0.21
Biopsias	HNNF1	175	0.18	83	0.083	31.50	0.03	2.63	1.19	0.97
	HNNF6	310	0.18	21	0.021	55.80	0.06	0.38		
Disección	HNNF5	495	0.185	18	0.018	91.58	0.09	0.20	0.20	0.16
Disección	HNNF7	210	0.18	12	0.012	37.80	0.04	0.32	0.33	0.27
	HNNF13	210	0.185	13	0.013	38.85	0.04	0.33		
Biopsias	HNNF8	140	0.18	66	0.066	25.20	0.03	2.62	0.83	0.67
	HNNF9	150	0.18	4.1	0.0041	27.00	0.03	0.15		
	HNNF14	220	0.185	6	0.006	40.70	0.04	0.15		
Patóloga	HNNF10	505	0.185	37	0.037	93.43	0.09	0.40	0.40	0.32
Patóloga	HNNF11	275	0.18	45	0.045	49.50	0.05	0.91	0.62	0.50
	HNNF15	225	0.185	11	0.011	41.63	0.04	0.26		

Apéndice 21. Tratamiento estadístico a los datos de concentración obtenidos.

El análisis estadístico realizado a las muestras se muestra a continuación.

1. Con el programa SPSS Statistics se realizó una prueba de normalidad a los datos, como el número de datos es menor a 50 se toma el valor dado por la prueba de Shapiro-Wilk.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
cnonderadamgm3	.205	8	.200*	.942	8	.628

a. Corrección de la significación de Lilliefors

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

Figura 7. 12. Pruebas de normalidad realizadas a los datos de concentración.

Fuente: La autora.

Debido a que el valor de la significancia o valor p, es mayor a 0.05, se aceptan los datos como normales.

2. Al tener los datos un comportamiento normal, se procedió a obtener el promedio de concentración de formaldehído general en el Servicio de Patología del HNN.

$$\bar{X} = \frac{Cn1 + Cn2 + \dots + Cnn}{N}$$

En donde N es el número de concentraciones obtenidas.

3. Se obtuvo la desviación estándar de los datos.

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}$$

4. Se calcularon los límites de confiabilidad superior e inferior de manera general (LSC, LIC).

$$LSC = \bar{X} - Z * \left(\frac{\sigma}{\sqrt{N}}\right); LIC = \bar{X} + Z * \left(\frac{\sigma}{\sqrt{N}}\right)$$

En donde N= número de muestras.

σ = Desviación estándar.

Z= 1.96 (Para un 95% de confianza)

\bar{X} = Promedio

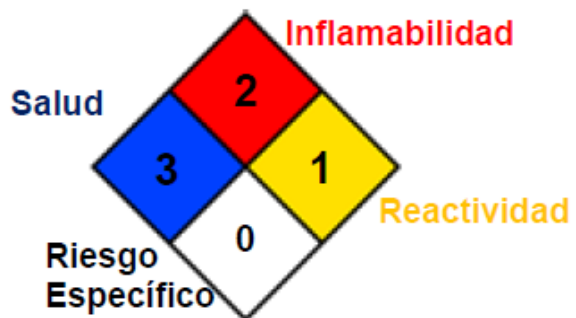
Nota: *Todos los cálculos fueron realizados en Excel.

** El promedio, la desviación y los límites de confiabilidad también se sacaron para cada uno de los puestos.

CAPÍTULO VII. ANEXOS

Anexo 1. Rombo de seguridad de la NFPA 704 para el formaldehído.

SIMBOLO NFPA (NIVEL DE RIESGO)



Fuente: CORPONOR, 2013.