

*Máster Universitario en
Prevención de Riesgos Laborales*



UNIVERSITAS
Miguel Hernández

Universidad Miguel Hernández
Departamento de Patología y Cirugía

PLAN DE MEDICION DE CONTAMINANTES
EN LABORATORIO DE ANATOMIA
PATOLOGICA

Tutor: Temistocles Quintanilla Icardo

Alumno: Jose Emilio Jimenez Cantero

Curso académico 2023/24

UMH - MÁSTER UNIVERSITARIO EN PRL

TFM: PLAN DE MEDICION DE CONTAMINANTES EN LABORATORIO DE ANATOMIA
PATOLOGICA



A mi mujer y mis hijos.

Resumen y palabras clave

En los laboratorios de Anatomía Patológica de los Hospitales, debido a las características propias del proceso productivo, se utilizan diversos productos químicos peligrosos. Muchos de estos productos químicos son peligrosos por contacto y se conservan en estado puro o debido a su volatilidad contenidos en soluciones. Debido a su gran facilidad para pasar al estado gaseoso se hace más difícil su contención a la vez que se hace más fácilmente respirable por lo que su peligrosidad aumenta.

Por el tipo de trabajo a desempeñar no existen sistemas cerrados o automáticos viables que puedan reducir el riesgo a los trabajadores.

Es necesario disponer de medidas de contención, extracción y filtrado en los laboratorios para reducir la exposición de los trabajadores a estos contaminantes químicos y a la vez es necesario realizar mediciones de los contaminantes gaseosos para asegurarse de que estas medidas de contención funcionan correctamente y no se sobrepasan los límites de exposición de los trabajadores a estos agentes químicos.

Este trabajo fin de Máster realiza un Plan Medición de estos contaminantes en un laboratorio de Anatomía Patológica centrándose en las características específicas de estos servicios y las particularidades que hay que tener en cuenta para realizar las mediciones correctamente, obteniendo valores representativos de la exposición de los trabajadores a los agentes químicos y sin afectar al proceso productivo. Este plan será complementario a la vigilancia de la salud de los trabajadores expuestos a los contaminantes.

Palabras clave: Riesgo, Anatomía Patológica, LEP2024, Formaldehído, Xileno.

Contenido

1. INTRODUCCIÓN.....	8
2. JUSTIFICACION	10
3. OBJETIVOS	12
3.1. Objetivos Generales	12
3.2. Objetivos Específicos.....	12
4. MATERIAL Y MÉTODOS	13
4.1. Descripción del Hospital y del servicio de anatomía de Anatomía Patológica	13
4.2. Encuesta Higiénica	15
4.2.1. Circuitos de trabajo en Anatomía patológica.....	16
4.3 Evaluación de la exposición Laboral.....	17
4.3.1. Caracterización básica	19
4.3.2. Estrategia de Muestreo.....	23
4.3.3. Validación de los grupos de exposición similar (GES)	37
4.4. Informe	41
4.5. Resultados de la primera caracterización	42
4.6. Escenarios de exposición	45
4.7. Entrada en plan de medición programada e Intervalo de mediciones periódicas	46
5. RESULTADOS Y DISCUSION	48
5.1. Medidas preventivas	48

5.2. Soluciones alternativas	53
5.3. Vigilancia de la salud	54
6. CONCLUSIONES	56
7. BIBLIOGRAFIA.....	58

Tablas y figuras

Ilustración 1. Vista General de un Hospital o complejo Hospitalario.....	13
Ilustración 2. Vista General de un servicio de Anatomía Patológica.....	14
Ilustración 3. Plano Anatomía Patológica.....	14
Ilustración 4. Esquema del procedimiento de evaluación de las exposiciones laborales UNE-EN 689:2019	18
Ilustración 5. Estrategia Estimación de la Exposición. (EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A AGENTES QUÍMICOS. NORMA UNE-EN 689:2019, 2023)	22
Ilustración 6. Bomba equipada con tubo de retención preparada para medición.	26
Ilustración 7. Exposición contante jornada laboral. (AENOR, 2019).....	28
Ilustración 8. Exposición en una parte de la jornada laboral. (AENOR, 2019).....	29
Ilustración 9. Exposición más alta en una parte de la jornada laboral. (AENOR, 2019)	29
Ilustración 10. Múltiples escenarios de exposición. (AENOR, 2019)	30
Ilustración 11. Picos de exposición debidos a ciclos continuos de trabajo. (AENOR, 2019)...	31
Ilustración 12. Pico de exposición menor de 15 minutos. (AENOR, 2019)	32

Ilustración 13. Pico de exposición mayor de 15 minutos. (AENOR, 2019)	33
Ilustración 14. Trabajador con equipo de medición de exposición.	37
Ilustración 15. Ajuste a distribución normal o log-normal	41
Ilustración 16. Métodos graficos regresion de resultados	41
Ilustración 17. Preparación de equipos para toma de muestras.....	43
Ilustración 18. Ubicación de las zonas de riesgo en un servicio de Anatomía Patológica.	44
Ilustración 19. Estudio del escenario de exposición.	46
Ilustración 20. Cartel de prohibido paso no autorizado y peligro.	52
Ilustración 21. Armarios para almacenamiento seguro de posibles contaminantes.....	52



1. INTRODUCCIÓN

El presente Trabajo fin de Master es contenido obligatorio del Master Universitario en Prevención de Riesgos Laborales de la Universidad Miguel Hernández. Se trata de un proyecto práctico de la elaboración de un Plan de Medición de contaminantes en un Laboratorio de Anatomía Patológica.

Este trabajo fin de Máster ha sido realizado con la inestimable ayuda de los Técnicos del Servicio de Prevención del Hospital que me han ayudado a identificar los riesgos y necesidades de este complejo servicio de Anatomía Patológica.

En los Hospitales y más concretamente en los Servicios de Anatomía Patológica existen numerosos compuestos químicos que deben de usarse para los procesos de conservación de muestras y análisis de estas. Sin embargo, estos compuestos químicos pueden ser nocivos para el ser humano.

La legislación por medio de la Ley de prevención de Riesgos Laborales (Jefatura del Estado, 1995) en cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 16 "Plan de prevención de riesgos laborales, evaluación de los riesgos y planificación de la actividad preventiva" exige que la prevención de riesgos laborales se integre dentro de la gestión de la empresa y se apliquen planes de prevención de riesgos.

Identificados los riesgos hay que realizar las correcciones en el proceso e intentar eliminar y minimizar estos. En el caso que los riesgos no sean eliminables, como este es el caso dado que no existe alternativa que no afecte al proceso, hay que realizar un control y seguimiento y por lo tanto realizar una planificación de las mediciones a realizar para intentar controlar el riesgo. Como contaminante más peligroso nos encontramos con el Formaldehído por su clasificación de cancerígeno de categoría 1B. También hay que estudiar la exposición al Xileno por su carácter nocivo para la salud.

En trabajos previos del presente Master en Riesgos Laborales de la Universidad Miguel Hernández se han realizado valoraciones de contaminantes cuando cambiaron los parámetros de referencia del formaldehído (Gonzalez Rasero, 2019), se han realizado

evaluaciones de riesgos laborales de los servicios de anatomía patológica (Aguilar Navarro, 2019), se ha estudiado la exposición de otros contaminantes como el Xileno (Escolar Quereda, 2019). Incluso por la peligrosidad de este y debido a su riesgo cancerígeno se ha estudiado la posible sustitución del Formaldehído (Javaloy Balsalobre, 2017).

Este trabajo complementa los anteriores no siendo el objetivo la medición de los contaminantes sino la elaboración del plan de medición de contaminantes que al desarrollar las mediciones proporcionara la información necesaria al servicio de prevención y a la dirección del centro para que se adopten las medidas necesarias para adoptar las medidas correctivas que sean necesarias en cada momento.



2. JUSTIFICACION

En el entorno ambiental hospitalario los contaminantes químicos, físicos y biológicos los podemos encontrar en los diferentes servicios o áreas. Los trabajadores pueden estar expuestos a diversos contaminantes debido a su uso como fijadores, disolventes, reactivos, teñidores, etc...

La legislación básica con la ley de Riesgos laborales (Jefatura del Estado, 1995), el Reglamento de los servicios de Prevención (Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, 1997), su desarrollo normativo a través de los Reales Decretos de disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo (Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, 1997), exposición a agentes cancerígenos (Ministerio de la Presidencia, 1997), exposición a agentes biológicos (Ministerio de la Presidencia, 1997), exposición a agentes químicos (Ministerio de la Presidencia, 2001) así como la constante actualización por parte del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo (INSHT) de los Límites de exposición profesional para agentes químicos en España (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), 2024). Establecen un marco legal para la protección del trabajador frente a los riesgos de estos contaminantes.

Por su parte AENOR ha actualizado las Normas de Exposición en el lugar de trabajo. UNE-EN 689:2019 de medición de la Exposición por inhalación de agentes químicos (AENOR, 2019) y la UNE-EN 482 de Requisitos de los procedimientos de medida de los agentes químicos (AENOR, 2012)

La evaluación de riesgos identifica y valora los riesgos de los diferentes puestos de trabajo de la actividad y los resultados obtenidos sin determinantes para establecer y precisar las actuaciones concretas en materia de comunicación de riesgos y medidas preventivas, formación, coordinación empresarial y vigilancia de la salud. Todo ello además de determinar, ante los riesgos evaluados, para los diferentes puestos de trabajo, los riesgos laborales, las deficiencias detectadas a corregir y los equipos de protección a utilizar.

Identificados los riesgos por contaminantes químicos y conociendo que no es posible eliminarlos es necesario establecer un plan de medición de contaminantes pues es necesario realizar un trabajo multidisciplinar para prevenir y mejorar las condiciones del trabajo de estos trabajadores.



3. OBJETIVOS

3.1. Objetivos Generales

El objetivo principal de este Trabajo fin de Master es realizar el plan de medición de contaminantes de un Laboratorio de Anatomía Patológica conforme a la normativa en vigor, los límites de exposición profesional y la norma UNE 689:2019. Como punto de partida se tiene la evaluación de riesgos laborales del mismo y los productos químicos más representativos suministrados al Servicio de Anatomía Patológica.

3.2. Objetivos Específicos

- Conocer los riesgos del servicio de anatomía patológica.
- Conocer las dificultades del manejo de los contaminantes en el servicio de anatomía patológica.
- Describir los contaminantes usados
- Identificar y aplicar la legislación y normativa vigentes.
- Análisis e inspección ambiental del área
- Análisis de exposición profesional
- Análisis de exposición a contaminantes químicos
- Identificar la estrategia de muestreo.
- Proponer medidas para la reducción de las concentraciones de los contaminantes.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1. Descripción del Hospital y del servicio de anatomía de Anatomía Patológica

Un hospital es un establecimiento destinado al diagnóstico y tratamiento de enfermos, donde a menudo se practican la investigación y la docencia. Tiene diversas distribuciones de áreas asistenciales según su tamaño, año de construcción, crecimiento y funcionalidades a cubrir para la población.



Ilustración 1. Vista General de un Hospital o complejo Hospitalario.

En aquellos hospitales donde se ha estimado que es necesario, existe el Servicio de Anatomía Patológica que atiende las necesidades del Hospital donde está instalado y aquellos hospitales de los que sea referencia.

La especialidad de Anatomía Patológica se encarga del estudio de la enfermedad basándose en el examen macroscópico y microscópico de órganos y tejidos.

Para realizar esta tarea necesita realizar, entre otros, procesos de estabilización y tintado de las muestras que hacen que lleguen las mismas en las mejores condiciones para su estudio por un patólogo especializado.

TFM: PLAN DE MEDICION DE CONTAMINANTES EN LABORATORIO DE ANATOMIA
PATOLOGICA



Ilustración 2. Vista General de un servicio de Anatomía Patológica

La extensión de anatomía patológica debe permitir desempeñar todos los procedimientos adscritos a su servicio, incluidas las áreas de recepción, almacenamiento y administrativas que pudieran ser necesarias.



Ilustración 3. Plano Anatomía Patológica

4.2. Encuesta Higiénica

Antes de empezar con la evaluación de la exposición laboral es recomendable hacer un análisis previo de la situación que se realizará en tres etapas y nos servirá de base para la posterior evaluación de la exposición:

- a) Identificación de las exposiciones potenciales: preparación de una lista de todos los agentes químicos presentes en el lugar de trabajo.
- b) Valoración de los posibles factores de exposición en el lugar de trabajo: en esta etapa se evalúan los procesos y los procedimientos de trabajo, con el fin de estimar la posible exposición a los agentes químicos (tareas, ciclos de trabajo, carga de trabajo, etc....)
- c) Evaluación de las exposiciones: que conlleva la identificación de las exposiciones potenciales y los factores de exposición y de las interacciones entre ambos. Se tienen en cuenta mediciones anteriores, instalaciones, hábitos individuales y encuesta realizada a los trabajadores.

Si se prevé que la exposición de un determinado area excede el valor límite, o si claramente se determina que la exposición va a estar está muy por debajo de los límites de exposición para unos determinados contaminantes la evaluación de la exposición laboral para ese contaminante en esa zona puede darse por concluida.

Con esta primera conciencia del trabajo que se pretende realizar se inicia realmente y con la preparación de los datos se inicia la evaluación.

Como resultado de la encuesta higiénica se identifican como posibles contaminantes el Formaldehído, el Xileno, Metanol y Alcohol.

El Formaldehído es cancerígeno de categoría 1B y tiene la frase de peligro H350 (puede provocar cáncer) y mutágeno de categoría 2 con la indicación de peligro H342 – se sospecha que puede provocar cáncer. Le es de aplicación el Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.

El Xileno es Tóxico por inhalación H373 y H335 e Irritación cutánea H315, el Metanol es Tóxico por inhalación H331 y por contacto H311. El alcohol isopropílico es tóxico pudiendo provocar efectos narcóticos H336.

4.2.1. Circuitos de trabajo en Anatomía patológica.

Con el resultado de esta encuesta higiénica donde se han identificado los contaminantes Formaldehído, Xileno, Metanol y Alcohol que son utilizados en la conservación de las muestras hasta su recepción por anatomía patológica y su posterior intervención en los procesos de trabajo que son realizados en las muestras.

Los principales orígenes de las muestras procedentes del Hospital son: Quirófanos, Endoscopia, Ginecología, Hospitalización y de consultas externas. Todas ellas en fresco o conservadas en formaldehído.

La recepción de muestras desde atención primaria, extraídas por las unidades ginecológicas de área se realiza conservadas en metanol o mezclas de este.

El ciclo de trabajo de las muestras recibidas conservadas en Formaldehído comprende los pasos:

1. Recepción
2. Tallado
3. Procesadores
4. Corte e inclusión
5. Almacenamiento

Los procesos donde es posible la exposición al Xileno son:

1. Desparafinado de muestras.
2. Aclarado o deshidratación.
3. Montaje de preparaciones histológicas y citológicas.

El alcohol y metanol son utilizados en diversos procesos relacionados con el Formaldehído y Xileno reduciendo en algunos casos la presencia de estos últimos. El alcohol también es utilizado como disolvente y limpiador.

Estos resultados de la encuesta nos servirán para iniciar los trabajos de caracterización básica para iniciar la evaluación de la exposición laboral.

4.3 Evaluación de la exposición Laboral

La evaluación de la exposición laboral a agentes químicos basada en el muestreo del aire de los lugares de trabajo requiere el desarrollo de una estrategia que incluye diferentes fases, las cuales deben llevarse a cabo por un evaluador.

Según la UNE-EN 689:2019 (AENOR, 2019) La estrategia consiste en una evaluación inicial de la exposición en el lugar de trabajo y la posterior reevaluación periódica. La evaluación inicial de la exposición en el lugar de trabajo comprende diferentes fases:

- Caracterización básica de los lugares de trabajo;
- Constitución de grupos de exposición similar
- Selección de un procedimiento de medida adecuado
- Realización de las mediciones de la exposición
- Validación de los resultados de las mediciones de la exposición y los GES
- Comparación de los resultados con los VLA
- el informe de resultados

El detalle esquemático de la estrategia y procedimiento de desarrollo de la Norma UNE 689:2019 y representado en esta es:

**TFM: PLAN DE MEDICION DE CONTAMINANTES EN LABORATORIO DE ANATOMIA
PATOLOGICA**

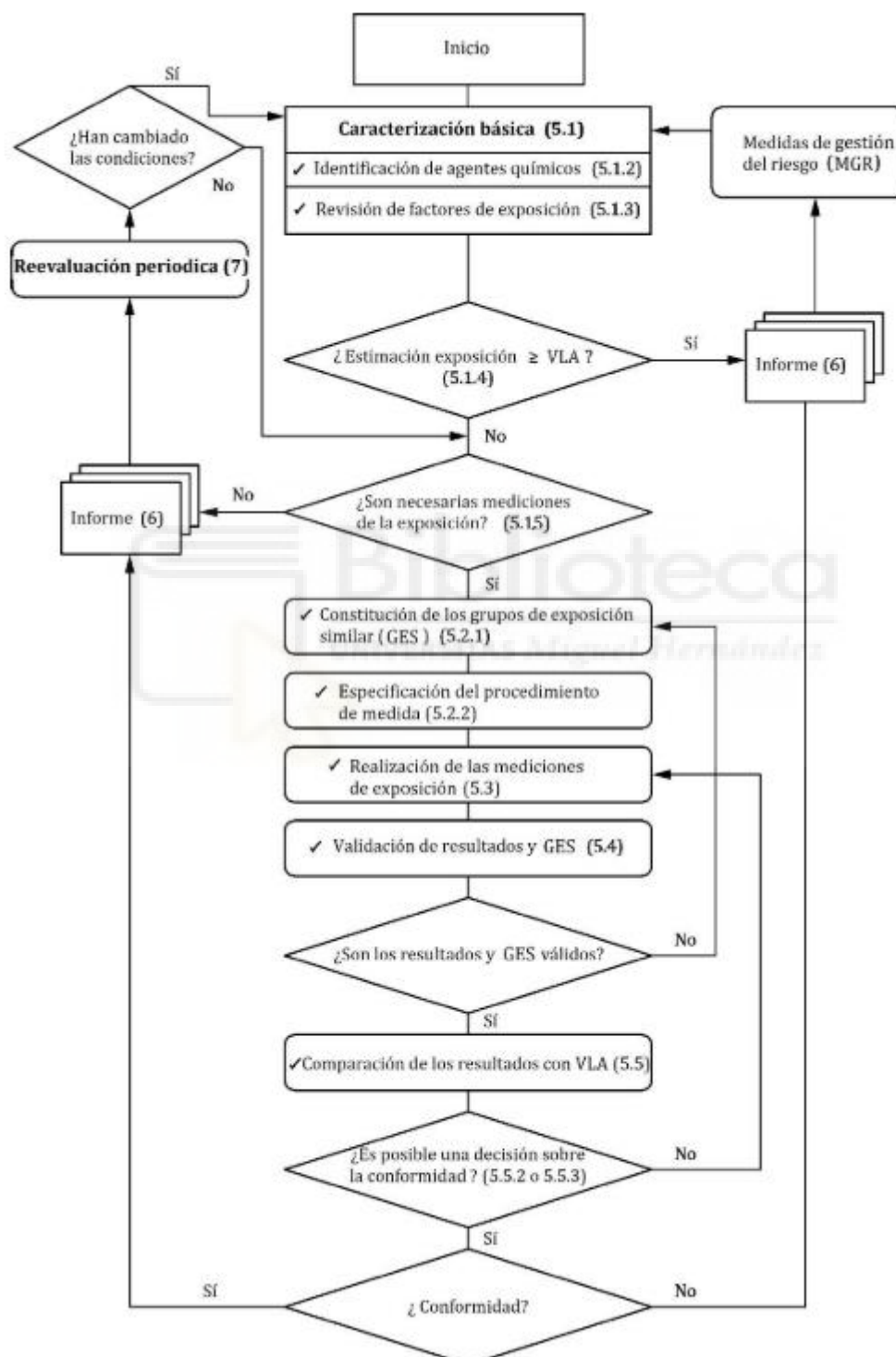


Ilustración 4. Esquema del procedimiento de evaluación de las exposiciones laborales UNE-EN 689:2019

4.3.1. Caracterización básica

Antes de realizar cualquier medición, es esencial, llevar a cabo una caracterización básica, con el fin de recoger la información relevante sobre los factores de exposición y la información disponible respecto a la exposición en el lugar de trabajo. Esto incluye información sobre la variación de la exposición a lo largo del día y de la estación del año, de esta manera la medición será representativa.

La evaluación de la exposición laboral a agentes químicos basada en el muestreo del aire de los lugares de trabajo requiere el desarrollo de una estrategia que incluye diferentes fases, las cuales deben llevarse a cabo por un evaluador.

Si la caracterización básica muestra que la exposición es probablemente mayor que el VLA, entonces se recomienda reducir la exposición mediante medidas de gestión del riesgo (MGR) antes de planificar las mediciones para verificar la conformidad.

4.3.1.1. Identificación de agentes químicos.

La preparación de una lista de todos los agentes químicos en el lugar de trabajo y la información relevante relacionada es un primer paso esencial para la identificación de las exposiciones potencialmente peligrosas. Las fichas de datos de seguridad y otra información disponible son útiles para establecer la lista. La lista debe incluir los siguientes datos:

- Las materias primas, los productos primarios, las impurezas, los productos intermedios, los productos finales, los productos de la reacción y subproductos, etc.
- Los agentes químicos individuales, identificados con sus números de registro (por ejemplo, CAS, ECH);
- Propiedades peligrosas, clasificación y etiquetado
- VLA apropiados, dependiendo del objetivo de la evaluación

**TFM: PLAN DE MEDICION DE CONTAMINANTES EN LABORATORIO DE ANATOMIA
PATOLOGICA**

- Si es relevante la exposición a los agentes químicos por vía dérmica y oral (la UNE-EN 689:2019 solo considera la medición de la exposición inhalatoria, pero el conocimiento de otras rutas puede ser importante en la gestión de la exposición);
- Información adicional como la cantidad usada, presión de vapor, temperatura, concentración de saturación, capacidad de emisión de polvo, etc.

Los agentes químicos que pueden estar presentes en el ambiente laboral en forma de vapores orgánicos, generados en los trabajos realizados, y que por tanto se considera que hay que controlar son:

- Formaldehído
- Metanol
- Xileno
- Alcohol Isopropílico
- Etanol

4.3.1.2. Factores de exposición del lugar de trabajo.

Los procesos y procedimientos de trabajo deben ser evaluados con el fin de estimar la exposición y el perfil de exposición a los agentes químicos por medio de una revisión detallada de los factores de exposición del lugar de trabajo, tales como:

- La organización del trabajo: actividad, tarea, puesto de trabajo, jornada de trabajo, funciones, etc.
- Los procesos y las técnicas (tipos de procesos, temperatura, presión, etc.);
- La distribución y configuración del lugar de trabajo incluyendo espacios confinados, espacios al aire libre, etc.;
- Las medidas y los procedimientos de seguridad (área restringida, etc.);
- La limpieza y el orden del lugar de trabajo;

- Las instalaciones de ventilación, otras formas de control técnico y cualquier información sobre su rendimiento;
- Las fuentes de emisión y las localizaciones con altas concentraciones;
- Los periodos, las frecuencias y la duración de la exposición, teniendo en cuenta la variación de la exposición a lo largo del día y la estación del año
- La carga de trabajo;
- El comportamiento del trabajador
- Los indicadores de la tasa de actividad o producción

4.3.1.3. Estimación de la exposición.

Deberemos recoger toda información disponible que permita una estimación fiable de la exposición de los trabajadores. El anexo A de la Norma UNE 689:2019 (AENOR, 2019) proporciona directrices para ello.

Las posibles fuentes de información incluyen:

- Resultados de mediciones anteriores en ese lugar de trabajo, incluyendo las obtenidas a través de instrumentos de lectura directa
- Resultados de mediciones en instalaciones o en procesos de trabajo similares (base de datos, bibliografía, etc.);
- Cálculos basados en información cuantitativa relevante
- Modelos de exposición

Los resultados de la Caracterización Básica, en base a los datos de Exposición obtenidos de ella darán lugar a las siguientes conclusiones:

Tabla 1. Estimación de la exposición.

Estimación de Exposición	Conclusiones
No Conformidad	La exposición es mayor que el VLA (no conformidad); entonces el evaluador debe informar de ello a la empresa y recomendar un

	programa para reducir las exposiciones, usando MGR, antes de realizar mediciones para verificar la conformidad.
Incertidumbre	La información disponible sobre la exposición es insuficiente para decidir sobre la conformidad con el VLA; entonces el evaluador debe continuar y desarrollar un plan de muestreo
Conformidad	La exposición está muy por debajo del VLA (conformidad); entonces el evaluador debe decidir si las mediciones son o no necesarias. Si las mediciones son innecesarias el evaluador debe informar de ello y recomendar acerca de la reevaluación.

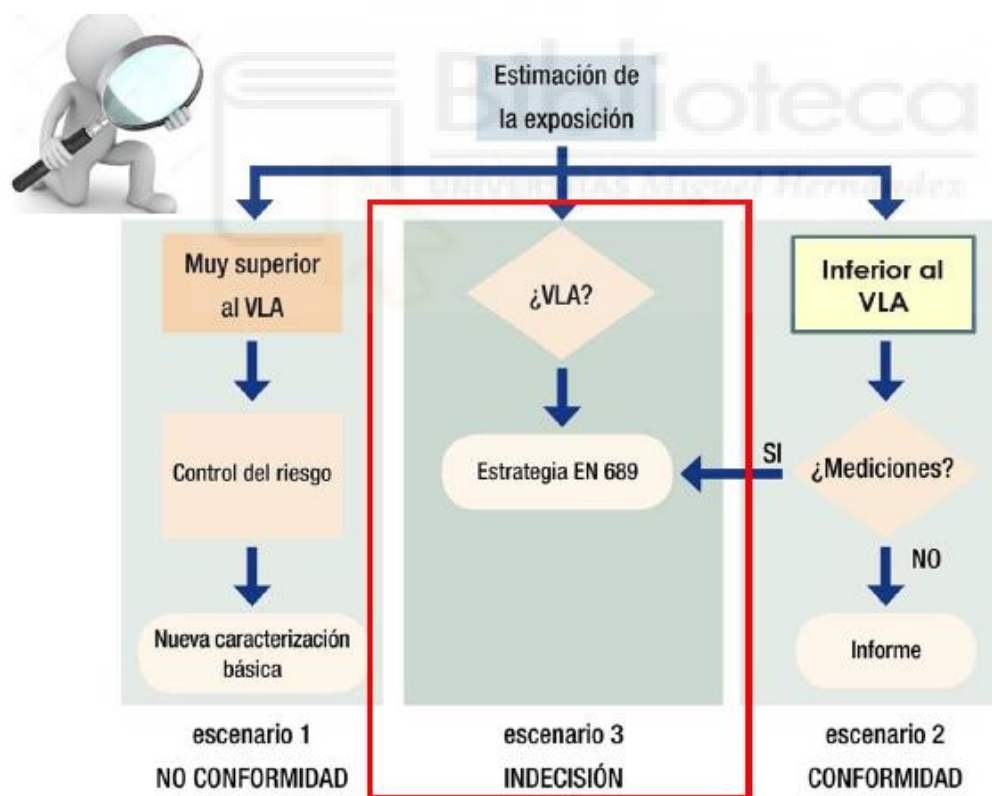


Ilustración 5. Estrategia Estimación de la Exposición. (EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A AGENTES QUÍMICOS. NORMA UNE-EN 689:2019, 2023)

Para la estimación de la exposición laboral, se determinó necesario realizar una cuantificación más exhaustiva debido al tiempo de trabajo y la toxicidad de sus componentes.

Para el caso de los contaminantes que disponen de VLA-EC, como es el caso de Formaldehído, Xileno, Etanol, y Alcohol Isopropílico, se tomaran 6 muestras en cada GES, en los periodos de máxima concentración, para posteriormente validar dicho GES.

Para todos los casos, se considerará que el trabajo es continuo a lo largo del turno de trabajo (7 horas), y que los factores de exposición al contaminante químico no son constantes durante la jornada, existiendo un solo escenario de exposición, repetido n veces, durante toda la jornada, midiendo el periodo de máxima exposición, asumiendo esta exposición para aplicarla al periodo de exposición.

4.3.2. Estrategia de Muestreo

La estrategia descrita en la norma europea proporciona al empresario o a otros interesados un procedimiento para resolver el problema de la variabilidad y utilizar un número relativamente pequeño de mediciones para demostrar, con un alto nivel de confianza, que es improbable que los trabajadores estén expuestos a concentraciones que superen el VLA.

Para reducir el número de mediciones de la exposición y, por tanto, el coste de la evaluación, se toman muestras de aire personales entre trabajadores pertenecientes al grupo de exposición similar (GES). Una única medición o incluso varias mediciones por debajo del valor límite pueden ser insuficientes para demostrar de manera fiable la conformidad sin usar una prueba estadística como la propuesta en la norma europea.

Para la evaluación de los agentes químicos peligrosos en cada grupo de exposición similar existente, se utilizaron los sientes métodos validados de medición y muestreo:

4.3.2.1. Constitución de los grupos de exposición Similar (GES)

Tras llevar a cabo una caracterización básica, con el fin de recoger la información relevante sobre los factores de exposición y la información disponible respecto a la exposición en el lugar de trabajo, se opta por crear 8 GRUPOS DE EXPOSICIÓN SIMILIAR, para el Servicio de Anatomía Patológica se realizará un muestreo de 3 mediciones, en tres días diferentes. De esta manera, la medición será representativa.

Para el caso de los contaminantes que disponen de VLA-EC, como es el caso de Formaldehído, Xileno, Metanol, Etanol, y Alcohol Isopropílico, se toman 6 muestras en cada GES, en los periodos de máxima concentración, para posteriormente validar dicho GES.

Los grupos de exposición similar a estudiar, junto con los puestos de trabajo y tareas evaluadas, serán:

1. Recepción
2. Tallado Técnico
3. Tallado Patólogo
4. Procesadores
5. Corte e inclusión
6. Desparafinado de muestras.
7. Aclarado o deshidratación.
8. Montaje de preparaciones histológicas y citológicas.

Para todos los casos, se va a considerar que el trabajo es continuo a lo largo del turno de trabajo (7 horas), y que los factores de exposición al contaminante químico no son constantes durante la jornada, existiendo un solo escenario de exposición, repetido *n* veces, durante toda la jornada, midiendo el periodo de máxima exposición, asumiendo esta exposición para aplicarla al periodo de exposición.

4.3.2.2 Especificación del procedimiento de medición

El objetivo del procedimiento de medición y estrategia de muestreo es obtener mediciones validas y representativas de la exposición de los trabajadores para su comparación con el VLA, teniendo en cuenta todas las condiciones posibles que razonablemente se puede esperar que estén presentes a lo largo del tiempo.

Para los distintos contaminantes se utilizaron los siguientes métodos de tomas de muestras:

FORMALDEHIDO

Método: MTA/MA-062/A23: Método de toma de muestras y análisis del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Determinación de Formaldehído en aire. Método de captación en sílica gel impregnada con 2,4-dinitrofenilhidracina / cromatografía líquida de alta resolución.

Soporte de retención: Tubo de gel de sílice impregnada de 2,4-dinitrofenilhidracina

Técnica analítica: Cromatografía de líquidos con detección ultravioleta.

XILENO, ETANOL Y ALCOHOL ISOPROPILICO

Método: MTA/MA-032/A98: Método de toma de muestras y análisis del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Determinación de vapores orgánicos en aire. Método de adsorción en carbón activo / Cromatografía de gases.

Soporte de retención: Tubo de carbón activo.

Técnica analítica: Cromatografía de gases con detector de ionización por llama

METANOL

UMH - MÁSTER UNIVERSITARIO EN PRL

TFM: PLAN DE MEDICION DE CONTAMINANTES EN LABORATORIO DE ANATOMIA PATOLOGICA

Método: NIOSH 2000: Metanol 2000.

Soporte de retención: Tubo de gel de sílice.

Técnica analítica: Cromatografía de gases con detector de ionización por llama



Ilustración 6. Bomba equipada con tubo de retención preparada para medición.

Para la medida de la exposición del trabajador en el lugar de trabajo se deben utilizar, cuando sea posible, equipos de muestreo personal, sujetos a la ropa del trabajador dentro de la zona de respiración debiendo informar a los trabajadores del objetivo de la medición y de las recomendaciones especiales de su comportamiento en el tiempo de muestreo. El muestreo en un punto fijo normalmente es menos representativo de la exposición del trabajador.

La duración del muestreo es un factor importante que puede influir en la representatividad de las mediciones de la exposición.

La duración del muestreo debería elegirse para representar la exposición de la tarea/actividad y para describir representativamente la exposición para el periodo de referencia evaluado teniendo en cuenta las características del procedimiento de medición. La duración del muestreo debería ser lo más próxima al periodo de referencia del VLA ya que es necesario determinar la exposición promedio para dicho periodo

Medición para determinar el VLA 8h

La exposición diaria (ED) se realiza para contaminantes químicos que tienen riesgo de exposición crónica y disponen un VLA-ED (valor límite ambiental de exposición diaria).

Se pueden dar varios escenarios exposición, optando en cada uno de ellos por una estrategia de muestro concreta. Para verificar la conformidad con el VLA-8h, se deben considerar tres casos:

a) Si las exposiciones ocurren a lo largo de la jornada laboral y el evaluador considera que los factores de exposición del lugar de trabajo son constantes durante la jornada laboral. La duración del muestreo puede ser más corta que el periodo de referencia con un mínimo de 8 Horas. Es decir, la exposición durante toda la jornada se supone constante. En este caso, se realiza muestreo de al menos dos horas de duración, existiendo tres alternativas:

- Medida de la jornada completa.
- Medida de un periodo de exposición de al menos dos horas.
- Medida de más de un periodo de exposición (mínimo 2 horas en total)

TFM: PLAN DE MEDICION DE CONTAMINANTES EN LABORATORIO DE ANATOMIA
PATOLOGICA

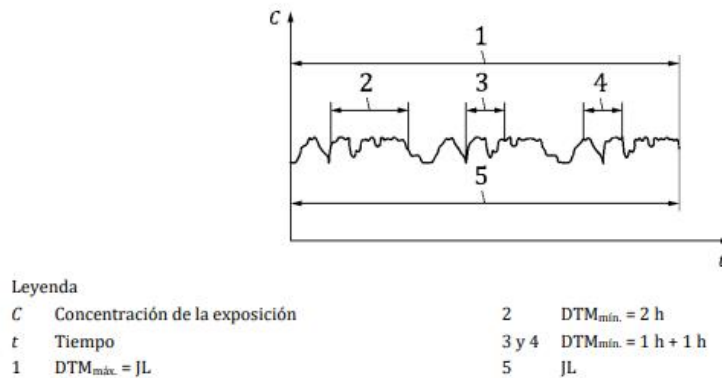


Ilustración 7. Exposición constante jornada laboral. (AENOR, 2019)

b) Los factores de exposición al contaminante químico en el lugar de trabajo no son constantes durante toda la jornada, existiendo tres posibles escenarios:

- La exposición ocurre durante una parte de la jornada. En este caso se pueden seguir tres estrategias de medición:
 - Se mide toda la jornada completa y se utiliza el promedio de la exposición para la jornada completa ($DTM_{\max}$)
 - Se mide el periodo total de exposición (DTM_{PE}) y se asume, después de un examen cuidadoso, que la exposición para el resto de la jornada es cero para calcular la media ponderada para un mismo tiempo de 8 h

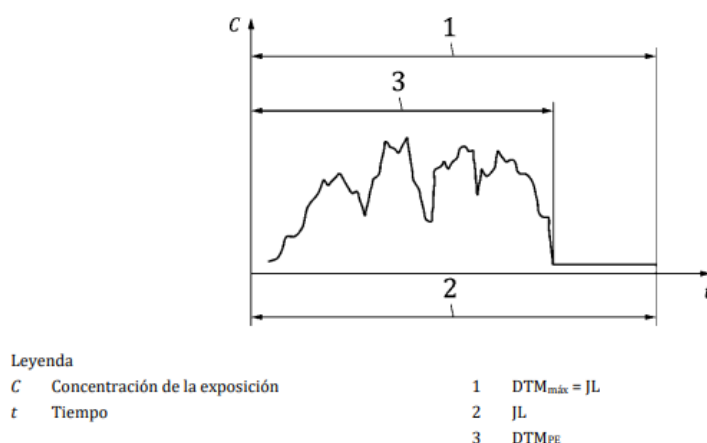


Ilustración 8. Exposición en una parte de la jornada laboral. (AENOR, 2019)

- Se mide el periodo de máxima exposición (DTMME) si a partir de la caracterización básica este periodo de máxima exposición puede determinarse de manera fiable. Se asume esta medición de la exposición para aplicarla al periodo total de exposición.

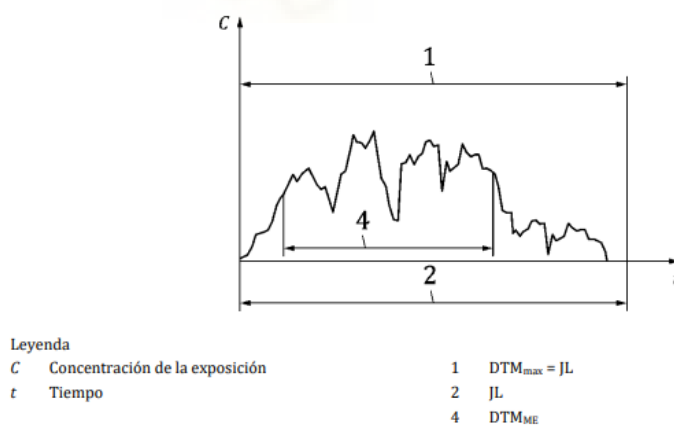


Figura D.2

Ilustración 9. Exposición más alta en una parte de la jornada laboral. (AENOR, 2019)

**TFM: PLAN DE MEDICION DE CONTAMINANTES EN LABORATORIO DE ANATOMIA
PATOLOGICA**

- Múltiples escenarios de exposición para un agente químico durante la jornada completa. Las tareas están distribuidas aleatoriamente durante la jornada, existiendo dos alternativas de medición:
 - Se mide la jornada completa (DTM_{max})
 - Se mide cada tarea y se calcula la exposición promedio para la jornada completa (DTM_i)

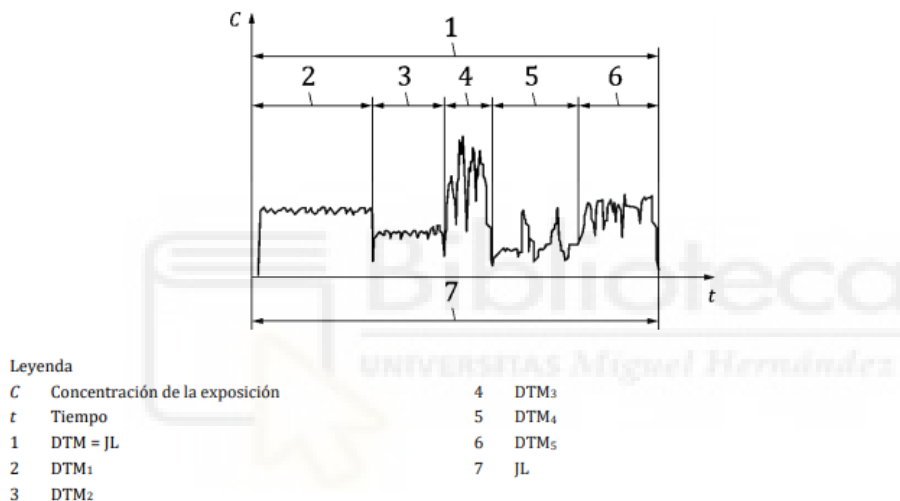


Ilustración 10. Múltiples escenarios de exposición. (AENOR, 2019)

- Un solo escenario de exposición repetido n veces durante la jornada completa, existiendo tres alternativas (siendo este el caso que nos ocupa en los diferentes GES):
 - Se mide la jornada completa y se utiliza el promedio de la exposición para la jornada completa (DTM_{max})
 - Se mide al menos un ciclo del perfil de exposición o, si el ciclo dura menos de 2 h, al menos 2h un número completo de ciclos (DTM_{min})
 - Se mide el periodo de máxima exposición (DTM_{ME}) si a partir de la caracterización básica este periodo de máxima exposición puede ser determinado de manera fiable. Se asume esta exposición para

**TFM: PLAN DE MEDICION DE CONTAMINANTES EN LABORATORIO DE ANATOMIA
PATOLOGICA**

aplicarla al periodo de exposición (Siendo este el caso que nos ocupa en los diferentes GES).

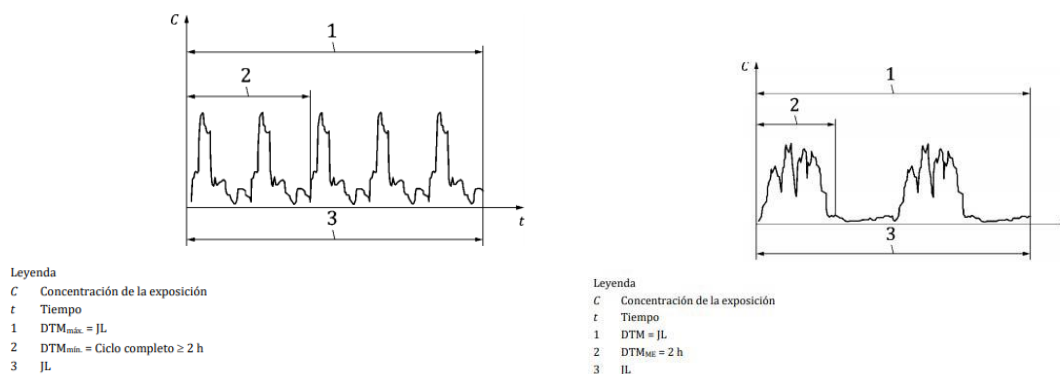


Ilustración 11. Picos de exposición debidos a ciclos continuos de trabajo. (AENOR, 2019)

La estrategia de muestreo utilizada, teniendo en cuenta que los factores de exposición al contaminante químico en el lugar de trabajo no son constantes durante toda la jornada, existiendo un solo escenario de exposición, repetido n veces, durante toda la jornada, es la de realizar un muestreo preliminar de 3 muestras, midiendo el periodo de máxima exposición, asumiendo esta exposición para aplicarla al periodo de exposición (la duración mínima de las muestras ha sido superior a dos horas, cogiendo en todos los casos, los casos, la mayor parte de la jornada laboral)

Medición para verificar la conformidad con el valor límite de corta duración

La exposición de corta duración se realiza para contaminantes químicos que tienen riesgo de exposición aguda y disponen un VLA-EC (valor límite ambiental de exposición de corta duración).

Se pueden dar varios escenarios de exposición, optando en cada uno de ellos por una estrategia de muestreo concreta:

- a) La tarea realizada tiene una duración más corta que el periodo de referencia de 15 min (PR). Se realiza una medición de 15 min que debe incluir la totalidad de la tarea que genera la exposición.

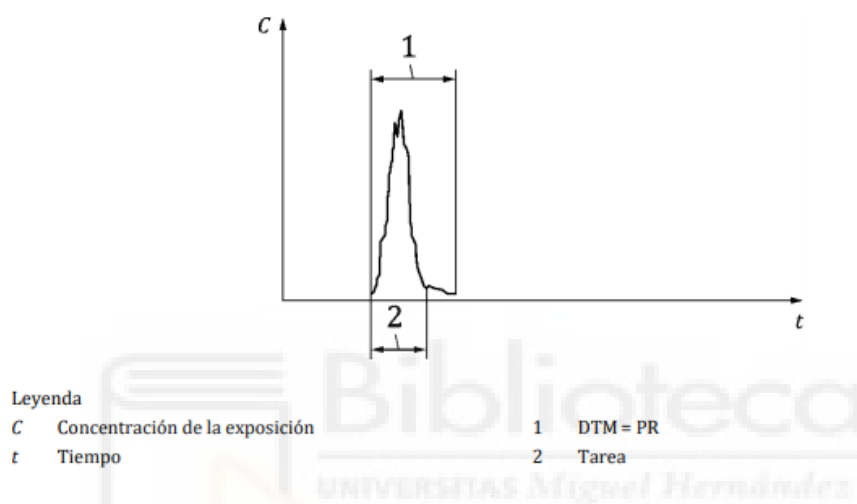


Ilustración 12. Pico de exposición menor de 15 minutos. (AENOR, 2019)

- b) La tarea realizada (tiene una duración superior al periodo de referencia (15 min)). Se realiza una medición de 15 min que debe cubrir el periodo de máxima exposición previsto tras un análisis minucioso de la actividad. (Siendo este el caso que nos ocupa para los diferentes GES).

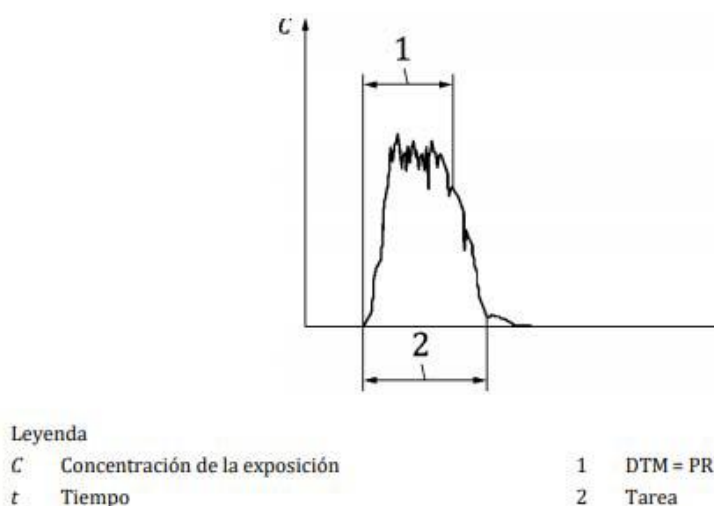


Ilustración 13. Pico de exposición mayor de 15 minutos. (AENOR, 2019)

En todos los casos, las mediciones deben realizarse en suficientes días y durante varias operaciones específicas, con el fin de obtener información sobre el patrón de exposición. Es importante considerar las diferentes situaciones durante las cuales las condiciones de exposición pueden variar.

Los trabajadores elegidos para la medición de la exposición y los tiempos de medición se deben seleccionar de forma que las exposiciones medidas sean representativas de las exposiciones de los trabajadores en el GES y esto significa que puede ser necesario hacer las mediciones en diferentes momentos. Incluso repitiendo trabajadores si se necesitan mas medidas que trabajadores tiene el GES con el fin de que las mediciones sean representativas de las exposiciones del GES.

Medición para puestos de trabajo no involucrados (formaldehído).

En estos casos será necesario confirmar o descartar la presencia de formaldehído, teniendo en cuenta que, cuando el agente cancerígeno o mutágeno se encuentre, además, de forma habitual en el aire exterior (urbano o rural) a muy bajas

**TFM: PLAN DE MEDICION DE CONTAMINANTES EN LABORATORIO DE ANATOMIA
PATOLOGICA**

concentraciones, la presencia en el lugar de trabajo se entenderá como concentraciones ambientales significativamente superiores a las que son normales en el aire exterior.

Dado que la presencia de formaldehído en los puestos de trabajo o involucrados directamente, es consecuencia de las emisiones de fuentes localizadas en otras zonas del SEAP, y teniendo en cuenta, la variabilidad espacial de la concentración del agente en el aire se deberá de cubrir toda la jornada laboral (7 horas), de forma que no queden periodos sin muestrear.

En el caso del muestreo ambiental que debería ser capaz de detectar el procedimiento de medida para descartar o confirmar la presencia de formaldehído, se recomienda muestrear el mayor volumen posible, teniendo en cuenta el procedimiento de medida usado para la evaluación de la exposición en los puestos de trabajo involucrados. Así, si el procedimiento establece que la toma de muestra puede realizarse en un intervalo de caudales, como es habitual en el caso de agentes químicos que se presenten en forma de gases o vapores, se seleccionará el caudal de muestreo correspondiente al límite superior sin importar la posibilidad de que se sature el elemento de retención, ya que el objetivo es detectar la presencia de este. En nuestro caso, para el formaldehído, será un caudal de 0.3 l/m.

El muestreo ambiental se realizará lo más cerca posible del previsible punto de contacto entre el agente químico y el trabajador o trabajadora, próximo a la zona de respiración establecida a, aproximadamente, 1,60 - 1,70 metros de altura para puestos de trabajo donde se realizan las actividades de pie o a 1,20 metros del suelo para puestos sentados, pero sin interferir en la actividad normal desarrollada.

De acuerdo con los criterios técnicos propuestos en el apéndice 1, será necesario realizar, como mínimo, tres mediciones pareadas (correspondientes a tres jornadas laborales diferentes) para poder descartar la presencia de formaldehído.

Los mismos días que se realizan las mediciones ambientales en el interior, se deben obtener de manera simultánea, y de forma similar, muestras del aire exterior, en una zona que no esté influenciada por la actividad de la empresa.

Cálculo de la exposición.

Una vez realizado el muestreo y obtenido los resultados, procedemos a calcular la Concentración media utilizando la siguiente expresión:

$$Ci = \frac{P}{Q \cdot t} \times 1.000$$

Donde:

Ci: Concentración en mg/m³ de la muestra

p: Peso en mg del agente muestreado.

Q: Caudal en L/Min utilizado en la bomba de aspiración

t: Tiempo en Minutos de duración del muestreo.

Para poder comparar los resultados obtenidos con el VLA (Valor Límite Ambiental), calcularemos la ED (Exposición Diaria) para una jornada laboral de 8 horas.

$$ED = \frac{\sum C_i t_i}{8}$$

Donde:

Ci: Concentración i-ésima en mg/m³ de cada muestra

t: Tiempo de exposición en horas asociado a cada valor Ci

O bien, calcularemos la EC (Exposición de Corta Duración) para un período de 15 minutos a lo largo de la jornada laboral:

$$EC = \frac{\sum C_i t_i}{15}$$

Donde:

Ci: Concentración i-ésima en mg/m³ de cada muestra en un periodo de 15 minutos.

t: Tiempo de exposición en minutos asociado a cada valor Ci

4.3.2.3 Realización de las mediciones de exposición.

Antes de comenzar el estudio hay que asegurarse que los trabajadores están informados sobre los objetivos de las mediciones de la exposición y que la actividad es consistente con la estrategia de muestreo.

Se debe de documentar la siguiente información relevante para la interpretación de los resultados de las mediciones.

- Identificación del GES y los trabajadores
- Descripción del lugar de trabajo
- Agentes químicos relevantes de la actividad
- Tareas realizadas
- Horas de trabajo diario y la duración de la exposición a los agentes químicos considerados
- MGR tales como control de ingeniería, EPI, organización del trabajo, etc.
- Condiciones ambientales relevantes del lugar de trabajo
- Interferencias debidas a actividades laborales cercanas y otras (por ejemplo, fumar)
- Otras actividades presentes o inusuales, incidentes, etc.
- Información del muestreo, tal como identificación de las muestras y del equipo de muestreo utilizado, caudal de muestreo, inicio y final del muestreo, etc.



Ilustración 14. Trabajador con equipo de medición de exposición.

4.3.3. Validación de los grupos de exposición similar (GES)

Después de haber aceptado los resultados obtenidos de cada una de las mediciones realizadas, estos deben ser utilizados para validar la composición de cada GES.

Basado en la opinión experta y la información recogida durante las mediciones y la caracterización básica, el evaluador debe ser capaz de confirmar cada GES.

Se realizará un primer muestreo preliminar de 3 mediciones mínimo y en base a los resultados se toman las siguientes decisiones:

Los criterios de valoración utilizados son los propuestos por la norma UNE EN 689:2019. Las mediciones que se comparan con el VLA ED (Valor límite de exposición diaria) y se utilizara el siguiente criterio:

**TFM: PLAN DE MEDICION DE CONTAMINANTES EN LABORATORIO DE ANATOMIA
PATOLOGICA**
Tabla 2. Valoración de mediciones de GES

Valoración	Criterio
Conforme	• Los resultados de 3 mediciones son inferiores a 0,1 VLA • Los resultados de 4 mediciones son inferiores a 0,15 VLA • Los resultados de 5 mediciones son inferiores a 0,2 VLA
No Conforme	Una sola de las mediciones supera el VLA
No Decisión	Si, estando todas las mediciones por debajo del VLA, alguna de ellas supera el valor de referencia: • 0,1 para 3 mediciones • 0,15 para 4 mediciones • 0,2 para 5 mediciones

En caso de NO DECISION deberán de realizarse más muestreos hasta completar un máximo de 6 mediciones (1, 2 o 3 mediciones más según mediciones realizadas en la prueba preliminar).

Una vez se dispone de un mínimo de 6 mediciones (cuantas más mejor), se deberá realizar una prueba estadística para verificar si los resultados se distribuyen como curva log-normal o como una curva normal: Validación de Grupos de Exposición Similar (GES).

Para los agentes químicos que tienen asignado VLA-ED pero no VLA-EC, Las exposiciones de corta duración pueden ser superiores a 3 veces el valor VLA-ED durante 15 minutos como máximo en no más de 4 ocasiones en una jornada de trabajo de 8 horas y con un intervalo mínimo de una hora entre dos exposiciones pico sucesivas. En ningún caso debe superarse 5 veces el valor del VLA-ED. Además, el VLA-ED de 8 horas no debe excederse durante la jornada de trabajo. (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), 2024)

Para mediciones que se comparan con el VLA EC (Valor límite de corta duración):

Las mediciones que se comparan con el VLA-EC deben tener una duración máxima de 15 min. Deben realizarse un mínimo de 3 mediciones en los momentos en los que se prevea mayor concentración.

Tras realizar el mínimo de 3 muestras, se analizan los resultados conforme al siguiente criterio de análisis estadístico:

Tabla 3. Valoración de medición de corta duración.

CRITERIO	VALORACIÓN
$p' > 0,9$ (o 90%)	No es probable que exista riesgo higiénico
$0,9 \geq p' \geq 0,1$	INDETERMINACIÓN: se concluye que es probable que exista riesgo
$p' < 0,1$ (o 10%)	Es probable que existe riesgo higiénico.

Donde: p' = % probabilidad de no superar el VLA-EC

Criterios de valoración puestos no involucrados.

Una vez obtenidas las concentraciones ambientales, de los puestos no involucrados, se confirmará la no presencia de formaldehído en la zona no involucrada si:

- La concentración ambiental obtenida en la zona no involucrada es inferior a tres veces la concentración en el exterior (no es significativamente superior a la obtenida en el aire exterior)
- Y cumple con la prueba t de Student de una cola para muestras pareadas, es decir, siempre que el Valor TdStudent, sea mayor de 0,05, significara que la diferencia de los valores entre las dos series de muestras no es significativa, por lo que las mediciones son válidas.

4.3.3.1. Prueba estadística

Cuando el número de mediciones válidas es al menos de 6, debe examinarse la distribución de los resultados.

Las mediciones de la exposición siguen habitualmente una distribución normal o una distribución logarítmico-normal. Para comprobar si todos los individuos pertenecen al mismo GES, y este está bien constituido, si la distribución de las mediciones debe ser normal o log- normal, por lo que debe analizarse el gráfico de probabilidad normal o logarítmica de los datos.

Una complicación importante es que dos trabajadores que realizan el mismo trabajo pueden no tener la misma exposición. Este fenómeno, conocido como variabilidad entre trabajadores, significa que las mediciones de la exposición de uno de los trabajadores no pueden simplemente aplicarse a otros trabajadores que hacen nominalmente el mismo trabajo. Además, la exposición varía de jornada a jornada, dando lugar a la variabilidad intra-trabajador.

Cualquier cambio en un GES como resultado de esas pruebas debe recogerse en el informe.

Se debe de realizar una prueba estadística para comprobar si las exposiciones del GES cumplen con el VLA. La prueba debe medir, con al menos el 70% de confianza, si menos del 5% de las exposiciones en el GES exceden el VLA.

Si una o más de las mediciones de la exposición son inferiores al límite de cuantificación (LOQ), y la prueba estadística seleccionada implica utilizar desviaciones geométricas (DSG) o estándar (DS) y/o medias geométricas (MG) o aritmética (MA), entonces los valores inferiores al LOQ deben tratarse de forma que proporcionen un resultado fiable.

Existen 2 tipos de métodos recogidos en la Norma para la valoración:

1. Métodos estadísticos. Prueba Shapiro-wilk

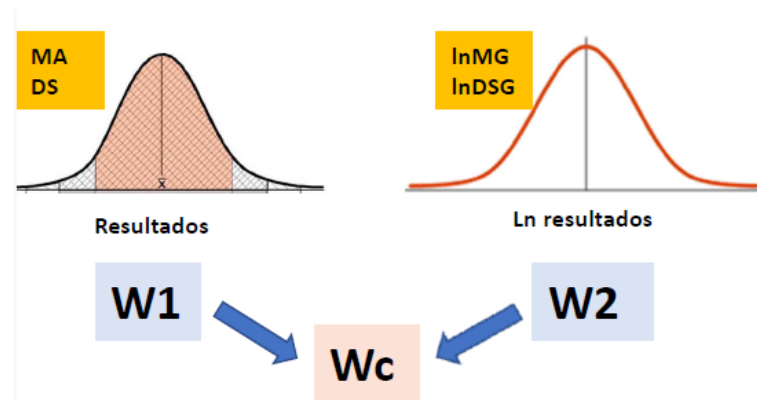


Ilustración 15. Ajuste a distribución normal o log-normal

2. Métodos gráficos. Regresión del resultado o resultado logarítmico sobre Z

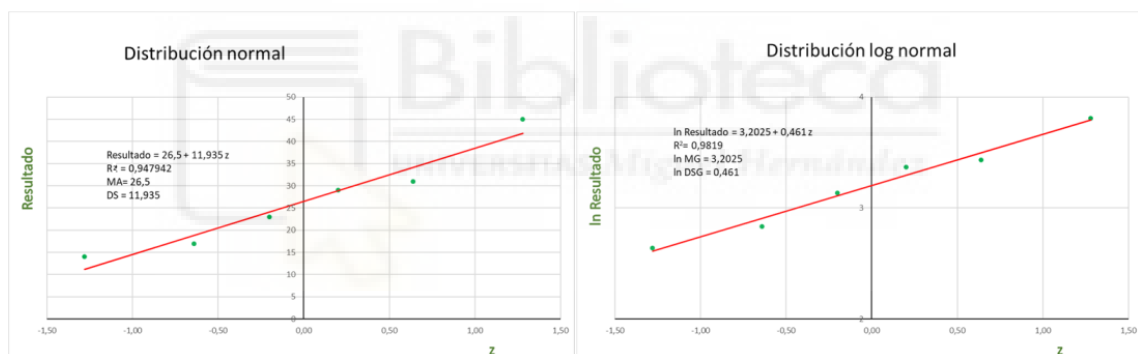


Ilustración 16. Métodos gráficos regresión de resultados

4.4. Informe

Se redactará informes sobre la evaluación de la exposición laboral y sobre cualquier medición periódica que contendrá la siguiente información:

- Nombre evaluador y entidades que se encargan de la evaluación y de las mediciones
- Objetivo
- Nombre de los agentes químicos considerados
- Nombre y dirección de las instalaciones

- Descripción de los factores de exposición del lugar de trabajo y de las condiciones de trabajo
- Observaciones del muestreo
- Resultados y conclusiones de la caracterización básica
- Procedimiento de medición y equipo utilizado
- Tiempo de muestreo
- Concentraciones de la exposición
- Detalles del aseguramiento de la calidad
- Identificación clara de los resultados
- Resultados de la comparación con el valor límite
- Equipos de protección usados que impidan que la inhalación corresponda con la concentración presente
- Motivos y medidas de control de riesgos para remediar las no conformidades.

4.5. Resultados de la primera caracterización

Una vez realizadas las determinaciones de los Grupos de Exposición Similar y de evaluarlas con los VLA. Se estima que es necesario tener bajo vigilancia de muestras ambientales a fin de estudiar la concentración de compuestos orgánicos volátiles y formaldehído en los siguientes GES:

1. Sala de procesadores.
2. Sala recepción de muestras.
3. Sala macroscopía/tallado.

Los parámetros por incorporar al plan serán los siguientes:

ZONA DE TOMA DE MUESTRAS	
ZONA	PARAMETROS ANALIZADOS
Sala Procesadores	Vapores Orgánicos - Xileno

Sala Recepción de muestras	Formaldehido
Sala Macroscopía/tallado	Formaldehido



Ilustración 17. Preparación de equipos para toma de muestras.

Estas salas tienen las siguientes ubicaciones en el servicio de Anatomía Patológica, no existiendo afectación de contaminantes entre ellas.

Como posible casuística, se aprecia que dentro de la zona de recepción de muestras se pueden observar un riesgo no muy elevado de formaldehído, ya que los técnicos únicamente reciben los botes y los clasifican sin necesidad de abrirlos. Los botes aun siendo “herméticos” siempre podrían acabar emanando formaldehído, por defectos en el cierre de estos o a salpicaduras exteriores ocasionadas en el proceso de introducción de las muestras, viéndose los trabajadores expuestos a este.

Como posible casuística en la zona de procesadores se observa el reducido tamaño de la estancia de estos y las posibles dificultades en el trasiego de los químicos que el reducido tamaño conlleva recomendando la ampliación del espacio.

Las otras GES no incluidas en este plan habrá que repetir su analítica pasados 36 meses o en el caso de que la condición ambiental o de productos químicos cambiase por condicionamientos externos a un estado de mayor riesgo.

4.6. Escenarios de exposición

El Reglamento (CE) 1907/2006 sobre el registro, evaluación, autorización y restricción de sustancias y preparados químicos (Reglamento REACH), señala la obligación de elaborar un Informe sobre la Seguridad Química (ISQ) que debe acompañar a cada solicitud de registro de todas las sustancias fabricadas o importadas en cantidades iguales o superiores a 10 toneladas.

Dicho ISQ deberá detallar los peligros para la exposición y una caracterización del riesgo, desarrollando los correspondientes escenarios de exposición (ES) con la estimación de la exposición para los trabajadores, los consumidores y el medio ambiente. Cuando en los términos indicados sea preceptivo el ISQ, los ES se deberán incorporar como anexo a las Fichas de Datos de Seguridad (FDS), dando lugar a una FDS ampliada. Es de vital importancia contar con los escenarios de exposición para poder evaluar y prevenir el riesgo de exposición laboral, cumpliendo así con las obligaciones derivadas del R.D. 371/2001. Es importante conocer los ES, pues es donde el fabricante o importador informa de las condiciones concretas de uso para el producto químico en diversos procesos o actividades: cantidades, formas de aplicación o uso recomendadas,

recomendaciones sobre control de la exposición, niveles máximos de exposición a la sustancia sin efecto para las personas (DNEL), etc... Se verificará la existencia de estos ES y se verificará que son compatibles con la actividad realizada y se utilizará para determinar el posible nivel de exposición personal (DNEL). El proceso de evaluación será el siguiente:

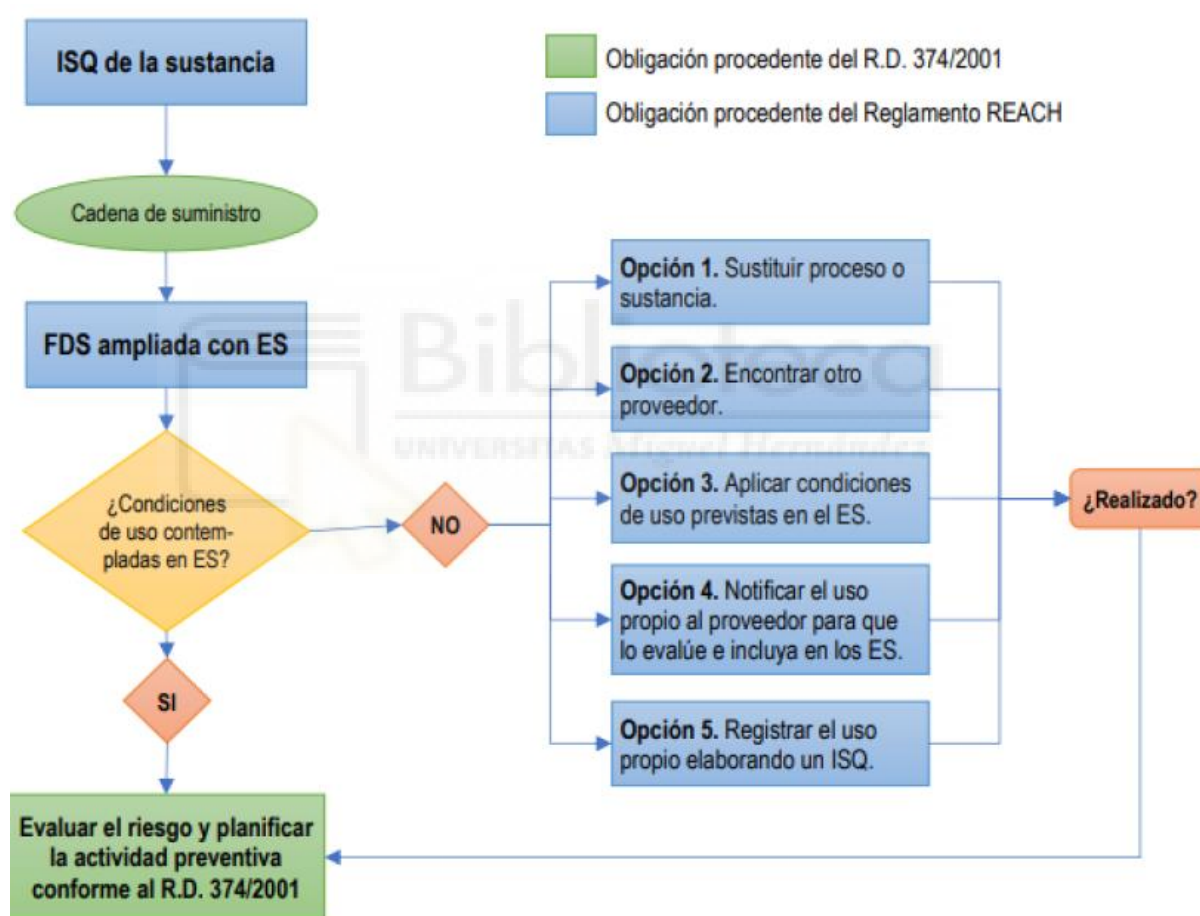


Ilustración 19. Estudio del escenario de exposición.

4.7. Entrada en plan de medición programada e Intervalo de mediciones periódicas

Después de desarrollar las medidas de prevención y protección propuestas, se realizarán mediciones periódicas para valorar si el perfil de exposición se mantiene estable con el

tiempo, ya pueden ocurrir cambios que afecten a la exposición, tales como el deterioro gradual en el equipo de ventilación o sutiles cambios en las formas de trabajar, sin que los trabajadores o los evaluadores sean conscientes de ello.

La reevaluación se aplicará a cada GES, incluyendo una valoración de si las asignaciones GES siguen siendo adecuadas

Tras la evaluación preliminar de 3 mediciones, aunque el resultado obtenido sea de conformidad, se realizarán mediciones adicionales hasta obtener un total de 6 mediciones.

Para establecer la periodicidad de las reevaluaciones, se seguirá lo establecido en la siguiente Tabla respecto a Media Geométrica (MG) ó Media Aritmética (MA) en comparación con el VLA, según si los resultados obtenidos pertenecientes al mismo GES, se ajustan a una distribución log-normal ó normal, estableciendo los periodos de reevaluación siguientes:

Tabla 4. Periodicidades de reevaluación de GES.

(MG o MA)	Periodicidad de la reevaluación
(MG o MA) < 0,1 VLA	36 meses
0,1 VLA < (MG o MA) < 0,25 VLA	24 meses
0,25 VLA < (MG o MA) < 0,5 VLA	18 meses
0,5 VLA < (MG o MA)	12 meses

5. RESULTADOS Y DISCUSION

Se presenta un plan de medición de contaminantes en laboratorio de Anatomía Patológica según la norma UNE-EN 689:2019. Se ha descrito la aplicación de este a las particularidades del servicio de anatomía patológica donde existen unas zonas donde se trabaja con contaminantes químicos en el proceso productivo.

A pesar de numerosos intentos de cambiar el procedimiento químico de estabilización de las muestras, el estado actual de la técnica no permite su preservación por largos periodos de tiempo por lo que no se han podido cambiar los químicos por otros de menor peligro.

Según el procedimiento de trabajo se producen picos repetitivos de contaminantes a lo largo de la jornada de trabajo y algunos picos puntuales de proceso. Ambos casos han sido medidos y estudiados en sus correspondientes GES.

Una vez realizadas las mediciones de los GES, el resultado de medida de los GES ha validado estos. Una vez implantada y realizada la primera medición hay repetir el seguimiento de las mediciones según los datos propios de cada GES. Igualmente, en los casos necesarios que requieran adaptaciones por la posibilidad de reducir la exposición estas se deberán de aplicar.

5.1. Medidas preventivas

El formaldehído es un contaminante cancerígeno del Grupo 1B y le aplica el RD665/97 (Ministerio de la Presidencia, 1997). Es necesaria aplicar medidas muy restrictivas para evitar el contacto con él en la mayor medida posible. La principal medida preventiva sería su sustitución por otros compuestos menos peligrosos, pero hasta el momento esto no ha sido posible por las ventajas que ofrece el formaldehído en la conservación de muestras y que son esenciales en los procesos de trabajo anatomía patológica.

La segunda medida de prevención a implantar sería el trabajo en sistemas cerrados pero la reducción de la movilidad que implica dificulta en exceso el trabajo o incluso lo hace inviable por el gran tamaño que pueden alcanzar las piezas y por la alta tecnificación

manual que es necesaria para trabajar con estos sistemas de protección para piezas delicadas donde es necesario tener una buena visión de la pieza. Tampoco existen sistemas automáticos para poder desarrollar estos trabajos.

En cualquier caso, el nivel de exposición ha de reducirse a un valor tan bajo como sea técnicamente posible.

El artículo 5 del RD665/97 establece como medidas de protección ante un agente cancerígeno las siguientes:

- a) Limitar las cantidades del agente cancerígeno o mutágeno en el lugar de trabajo.
- b) Diseñar los procesos de trabajo y las medidas técnicas con el objeto de evitar o reducir al mínimo la formación de agentes cancerígenos.
- c) Limitar al menor número posible los trabajadores expuestos o que puedan estarlo.
- d) Evacuar los agentes cancerígenos en origen, mediante extracción localizada o, cuando ello no sea técnicamente posible, por ventilación general, en condiciones que no supongan un riesgo para la salud pública y el medio ambiente.
- e) Utilizar los métodos de medición más adecuados, en particular para una detección inmediata de exposiciones anormales debidas a imprevistos o accidentes.
- f) Aplicar los procedimientos y métodos de trabajo más adecuados.
- g) Adoptar medidas de protección colectiva o, cuando la exposición no pueda evitarse por otros medios, medidas individuales de protección.
- h) Adoptar medidas higiénicas, en particular la limpieza regular de suelos, paredes y demás superficies.
- i) Delimitar las zonas de riesgo, estableciendo una señalización de seguridad y salud adecuada, que incluya la prohibición de fumar en dichas zonas, y permitir el acceso a las mismas sólo al personal que deba operar en ellas, excluyendo a los trabajadores especialmente sensibles a estos riesgos.

j) Velar para que todos los recipientes, envases e instalaciones que contengan agentes cancerígenos estén etiquetados de manera clara y legible y colocar señales de peligro claramente visibles, de conformidad todo ello con la normativa vigente en la materia.

k) Instalar dispositivos de alerta para los casos de emergencia que puedan ocasionar exposiciones anormalmente altas.

l) Disponer de medios que permitan el almacenamiento, manipulación y transporte seguros de los agentes cancerígenos, así como para la recogida, almacenamiento y eliminación de residuos, en particular mediante la utilización de recipientes herméticos etiquetados de manera clara, inequívoca y legible, y colocar señales de peligro claramente visibles, de conformidad todo ello con la normativa vigente en la materia.

Además de estas medidas propias de agentes cancerígenos, de forma general, es necesario acompañar las mediciones, de formación e información de los riesgos, así como de las adaptaciones de los puestos de trabajo necesarias para la reducción de la exposición.

Todos los equipos del Servicio de Anatomía Patológica deben estar registrados en un inventario, contar con una hoja de vida de equipo en la que se consignan los datos pertinentes de adquisición, ubicación, especificaciones técnicas y soporte. Este sistema de registros de los equipos permitirá tener conocimiento de las condiciones establecidas del fabricante para su correcto manejo y mantenimiento. Se debe contar con un formato, en el cual se registran las acciones de mantenimiento preventivo realizado, permitiendo verificar en cualquier momento el estado del equipo y un resumen de los mantenimientos realizados. Esta medida, es especialmente importante en las mesas de tallado, mesas de recepción, teñidores, procesadores, purificadores, campanas de extracción y cabinas de seguridad, donde quede reflejado, cuando toca el próximo cambio de filtros, y cuando se hizo el último.

Además, tanto para el formaldehído como para los otros contaminantes es necesario la aplicación de medidas preventivas en el trabajo.

El trabajo en mesas de tallado, mesas de recepción, campanas de extracción y cabinas de seguridad biológica cuando contengan productos químicos o muestras deben de estar encendidas y se mantendrán encendidas posteriormente hasta su limpieza. Se trabajará en ellas bajando el cristal delantero tanto como sea posible para reducir las fugas de contaminantes al máximo.

Para todos los GES, se establecerán las siguientes normas de higiene personal:

- No se debe comer, beber, fumar ni maquillarse en la zona de trabajo. Fuera de esa zona, se mantendrá una estricta higiene antes de comer, beber, fumar, maquillarse y utilizar el baño, así como al final del turno de trabajo.
- Los trabajadores, deberán disponer de:
 - Armarios/taquillas en los que guardar la ropa de trabajo o de protección y la de vestir de forma separada,
 - Un área de aseo con servicios higiénicos, duchas y lavamanos. Es aconsejable la utilización de jabón neutro y crema hidratante para las manos,
 - 10 minutos dentro de la jornada de trabajo para su aseo personal antes de la comida y antes de abandonar el trabajo.
- El hospital, debe gestionar la limpieza, descontaminación y sustitución, en su caso, de la ropa de trabajo, quedando prohibido que los trabajadores lleven la ropa a su domicilio.
- Además de esta situación de trabajo es importante:
 - Evitar lentes de contacto.
 - si los agentes químicos entran en contacto con la piel, lavarse o ducharse inmediatamente y al final de la jornada laboral lavar cualquier parte del cuerpo que se sospeche haya podido estar en contacto con los contaminantes,
 - el uso de ropa de trabajo con manga larga debido al riesgo de salpicaduras a la piel del antebrazo,
 - si se ha contaminado la ropa, sustituirla inmediatamente por ropa limpia.

**TFM: PLAN DE MEDICION DE CONTAMINANTES EN LABORATORIO DE ANATOMIA
PATOLOGICA**

De forma general, se permitirá el acceso solo a personal autorizado, a las diferentes zonas del servicio de anatomía patológica, excluyendo a personal especialmente sensible, y se señalizará la zona de entrada, con la siguiente señalización:



Ilustración 20. Cartel de prohibido paso no autorizado y peligro.

Se limitará al menor número posible, los trabajadores expuestos en la zona de recepción muestras, tallado, procesador de tejidos y almacén de muestras.

Solo se mantendrá en la zona, la cantidad de producto estrictamente necesaria, dentro del requerimiento del proceso productivo.



Ilustración 21. Armarios para almacenamiento seguro de posibles contaminantes.

**TFM: PLAN DE MEDICION DE CONTAMINANTES EN LABORATORIO DE ANATOMIA
PATOLOGICA**

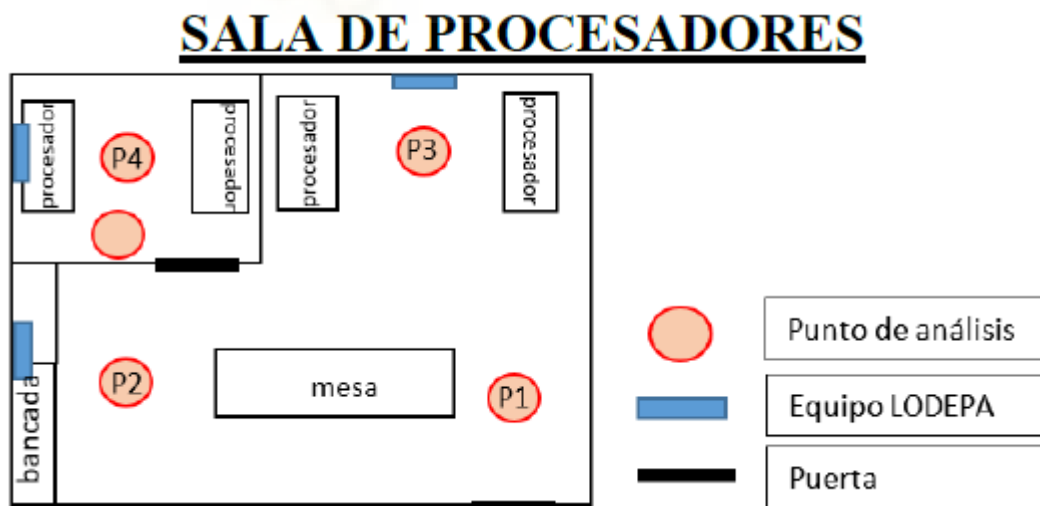
Se continuará con la limpieza regular de suelos, paredes y demás superficies.

5.2. Soluciones alternativas

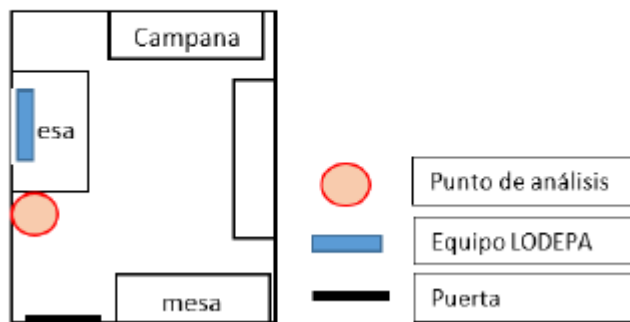
Es necesario reducir la exposición a los agentes químicos mencionados y por lo tanto, prevenir enfermedades profesionales derivadas del trabajo diario con químicos, hay que prestar una especial atención a los categorizados como potencialmente cancerígenos.

La presencia de contaminantes provoca fuertes olores, sequedad bucal, irritación de los ojos, dolor de cabeza derivados de la exposición a formaldehído, xileno y otros compuestos.

La manera tradicional de reducir la exposición de los trabajadores es reducir la emisión, confinar las emisiones y la extracción de estas. Esto no siempre es posible, una posible solución para reducir la exposición, podría ser la instalación de sistemas de bioseguridad compuestos por equipos de oxidación fotocatalítica ubicados en las paredes o sobre peana.



SALA RECEPCIÓN DE MUESTRAS:



Los equipos de protección colectiva de oxidación fotocatalítica podrían reducir la exposición provocada por contaminación ambiental.

5.3. Vigilancia de la salud

Los resultados de este plan de medición de contaminantes se pueden complementar con el control de Vigilancia de la salud con las pruebas de indicadores biológicos que tienen Valores Límites Biológicos VLB en los contaminantes:

- Metanol
- Xileno
- Alcohol Isopropílico (referenciado como Isopropanol)

El empresario deberá llevar a cabo una vigilancia de la salud de los trabajadores, de conformidad con lo dispuesto en el R.D. 374/2001, en el artículo 22 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y apartado 3 del artículo 37 del Reglamento de los Servicios de Prevención.

1. La vigilancia de la salud será un requisito obligatorio para cuando resulte imprescindible para evaluar los efectos de las condiciones de trabajo sobre la salud del trabajador debido a que:

- a) No pueda garantizarse que la exposición del trabajador a dicho agente está suficientemente controlada.
 - b) El trabajador, teniendo en cuenta sus características personales, su estado biológico y su posible situación de discapacidad, y la naturaleza del agente, pueda presentar o desarrollar una especial sensibilidad frente al mismo.
2. Deberá informarse al trabajador de este requisito, antes de que le sea asignada la tarea que entrañe riesgos de exposición al agente químico en cuestión.



6. CONCLUSIONES

Se ha realizado un estudio de los contaminantes en laboratorio de anatomía patológica estudiando las posibles fuentes de contaminación por medio de una encuesta higiénica como paso previo al estudio de los contaminantes conforme a la norma UNE-EN 689:2019 (AENOR, 2019).

Una vez obtenidos los posibles focos contaminantes se ha realizado el estudio de la norma y su aplicación al laboratorio de anatomía patológica

Siguiendo su procedimiento de evaluación se han identificado, según los procesos de trabajo, los grupos de exposición similar (GES) propios del servicio de Anatomía patológica. Incluyendo el grupo que realiza los trabajos de corte e inclusión para su estudio ya que realizan trabajos con riesgo de exposición a agentes químicos antes de la inmersión de la muestra en parafina.

Se ha comprobado que, debido al procedimiento de trabajo, se producen picos repetitivos de contaminantes a lo largo de la jornada de trabajo y algunos picos puntuales de proceso, lo que orienta la estrategia de medición. Ambos casos han sido medidos y estudiados en sus correspondientes GES estudiando y comparando las medidas con los Valores Limites de Exposición Diaria VLA-ED y el Valor Limite de Exposición de Corta Duración VLA-EC. Para esto habrá que tomar tantas muestras sean necesarias hasta 6, para llegar a un resultado determinado o estadístico según los resultados de las muestras.

Se ha descrito las necesidades de repetición de los GES para completar el plan de medida.

Debido a la necesidad de reducir la exposición a los contaminantes, en especial a los mutágenos y cancerígenos, tanto como sea técnicamente posible tras el análisis posterior al resultado del plan de medición, se han tomado medidas preventivas tales como:

- Creación de una sala de procesadores de mayor tamaño con extracción localizado
- Adquisición de procesadores de sistema cerrado

- Mejorar la ventilación de los distintos GES
- Instalación de equipos de oxidación foto-catalítica.
- Instalación de detectores de formaldehído
- Dar instrucciones de manejo seguro de contaminantes químicos, como el uso de absorbentes, cierre correcto de botellas y envases, atención en el uso de los contenedores del material de desecho.
- Plan de formación periódica.

Adicionalmente se propone que se complemente el plan de medición de contaminantes con un control de vigilancia de la salud que se activaría en el momento que alguno de los trabajadores pudiera tener algún síntoma relacionado con los contaminantes o las mediciones futuras llegasen a niveles que así lo aconsejasen.

De esta forma, se ha completado el plan de medición de contaminantes con las recomendaciones del uso de los contaminantes, medidas preventivas correctoras, incluyendo los novedosos equipos de oxidación foto-catalítica, y la vigilancia de la salud.

En cualquier caso, la principal recomendación es cambiar los contaminantes por otros de menor riesgo en el momento que el proceso de trabajo haga que sea técnicamente posible y en su defecto trabajar con sistemas cerrados.

7. BIBLIOGRAFIA

AENOR. 2012. *UNE-EN 482:2012+A1:2016. Exposición en el lugar de trabajo. Requisitos generales relativos al funcionamiento de los procedimientos de medida de los agentes químicos.* 2012.

—. **2019.** *UNE-EN 689:2019+AC:2019 Exposición en el lugar de trabajo. Medición de la exposición por inhalación de agentes químicos. Estrategia para verificar la conformidad con los valores límite de exposición profesional.* 2019.

Aguilar Navarro, Estela. 2019. *Evaluación de riesgos laborales en un servicio de anatomía patológica de un hospital terciario.* s.l. : Universidad Miguel Hernandez, 2019.

Centro Nacional de Nuevas Tecnologías, INSHT. 2010. *Riesgo químico: sistemática para la evaluación higiénica.* 2010.

Escolar Quereda, Pilar. 2019. *Estudio de la exposición a xileno en el laboratorio de anatomía patológica de un hospital público de la región de Murcia.* s.l. : Universidad Miguel Hernandez, 2019.

EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A AGENTES QUÍMICOS. NORMA UNE-EN 689:2019. CNMV, Jose Luis Sanz -INSST -. 2023. 2023.

Gonzalez Rasero, Helena. 2019. *Evaluación De Riesgos Del Servicio De Anatomía Patológica De Un Hospital Comarcal Dados Los Nuevos Valores De Referencia Del Formaldehído.* s.l. : Universidad Miguel Hernandez, 2019.

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). 2017. *Herramientas para la gestión del riesgo químico. Métodos de evaluación cualitativa y modelos de estimación de la exposición.* 2017.

—. **2024.** *Límites de exposición profesional para agentes químicos en España.* 2024. s.l. : Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST),, 2024.

—. **2001.** *NTP 583: Evaluación de la exposición laboral a agentes químicos. Norma UNE-EN-482 y relacionadas.* 2001.

—. **2010.** *NTP 872. Agentes químicos: aplicación de medidas preventivas al efectuar la evaluación simplificada por exposición inhalatoria.* 2010.

—. **2012.** *NTP 935 Agentes químicos: evaluación cualitativa y simplificada del riesgo por inhalación (I). Aspectos generales.* 2012.

—. **2012.** *NTP 936. Agentes químicos: evaluación cualitativa y simplificada del riesgo por inhalación (II). Modelo COSHH Essentials.* 2012.

—. **2012.** *NTP 937. Agentes químicos: evaluación cualitativa y simplificada del riesgo por inhalación (III). Método basado en el INRS.* 2012.

Javaloy Balsalobre, Raul. 2017. *Situación en España de la viabilidad de la sustitución del formol por otros fijadores químicos (Carcinogenicidad).* s.l. : Universidad Miguel Hernandez, 2017.

Jefatura del Estado. 1995. *Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.* 1995.

Ministerio de la Presidencia. 2001. *Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.* 2001.

—. **1997.** *Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.* 1997.

—. **1997.** *Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.* 1997.

Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. 1997. *Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.* 1997.

**TFM: PLAN DE MEDICION DE CONTAMINANTES EN LABORATORIO DE ANATOMIA
PATOLOGICA**

—. 1997. *Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo*. 1997.

Ministerio de Trabajo y Economía Social. 2022. *Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con los agentes químicos presentes en los lugares de trabajo*. 2022.

OTP. Prevencion Riesgos Laborales. 2019. Nueva norma UNE EN 689 de exposición inhalatoria de agentes químicos. [En línea] 2019. [Citado el: 10 de 04 de 2023.] <https://evaluacionpsicosocial.com/nueva-norma-une-en-689-exposicion-inhalatoria-agentes-quimicos/>.

