

Evaluación higiénica sobre exposición a  
contaminantes químicos:

# FORMALDEHÍDO



**Trabajo Fin de Máster**

Alumna:

**Pilar Verdú Cano**

Directora del Proyecto:

**María José Prieto Castelló**

**Septiembre 2015**



## INDICE

1. RESUMEN .....	1
2. INTRODUCCIÓN.....	2
3. JUSTIFICACIÓN .....	3
4. OBJETIVOS.....	4
5. AGENTE QUÍMICO: FORMALDEHÍDO .....	5
5.1. CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES .....	5
5.2. PRINCIPALES USOS Y APLICACIONES .....	6
5.3. ABSORCIÓN, DISTRIBUCIÓN, METABOLISMO Y EXCRECIÓN DEL FORMALDEHÍDO EN EL ORGANISMO .....	6
5.4. TOXICIDAD DEL FORMALDEHÍDO .....	7
6. EVALUACIÓN HIGIÉNICA DE RIESGOS LABORALES .....	11
6.1. DATOS DE IDENTIFICACIÓN DEL CENTRO DE TRABAJO.....	11
6.2. OBJETO DEL INFORME .....	11
6.3. ENCUESTA HIGIENICA Y TOMA DE MUESTRAS .....	11
6.4. CONSULTA Y PARTICIPACION DE LOS TRABAJADORES .....	16
6.5. CRITERIOS DE VALORACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A FORMALDEHÍDO POR INHALACIÓN .....	16
6.6. RESULTADOS OBTENIDOS.....	18
6.7. CONCLUSIONES DE LA EVALUACIÓN .....	18
6.8. MEDIDAS PREVENTIVAS Y PLANIFICACIÓN.....	19
6.9. CONSIDERACIONES FINALES .....	21
7. CONCLUSIONES.....	22
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23
9. ANEXOS .....	24

I. FICHA INTERNACIONAL DE DATOS DE SEGURIDAD DEL FORMALDEHÍDO

II. EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A AGENTES QUÍMICOS POR INHALACIÓN

III. RESULTADOS OBTENIDOS EN EL LABORATORIO DE HIGIENE ANALÍTICA



## **1. RESUMEN**

El presente Trabajo Fin de Máster, pone en práctica los conocimientos adquiridos durante el desarrollo del Máster de Prevención de Riesgos Laborales, y con mayor profundidad los relativos a la especialidad de Higiene Industrial, a través del desarrollo de una Evaluación de Riesgos Laborales sobre la exposición a contaminantes químicos, en concreto al formaldehído.

A lo largo de este trabajo, se introducen las principales características físico-químicas del formaldehído, las cuales justifican su amplio abanico de aplicaciones, y la toxicología de este compuesto, que aunque se trata de una sustancia clasificada como cancerígena (categoría 2, se sospecha que provoca cáncer), esta categoría se elevará, a la de 1B (puede provocar cáncer); para centrarse en la evaluación higiénica de este compuesto en el ámbito de una empresa de cultivo de especies piscícolas, que lo emplea para la limpieza de los tanques dónde se crían estas especies.

La evaluación (estrategia y método de muestro, y valoración de los resultaos), se lleva a cabo siguiendo las indicaciones de las guías y normas técnicas de prevención del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo (INSHT), y concluye que la exposición se encuentra en un nivel aceptable, sin embargo las medidas preventivas se encaminan a la sustitución del compuesto dada su próxima clasificación y por tanto la aplicación del Real Decreto 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.

## 2. INTRODUCCIÓN

El formaldehído es una sustancia química clasificada como cancerígena (categoría 2 con la indicación de peligro H351, se sospecha que provoca cáncer), aunque a partir del 1 de enero de 2016<sup>1</sup>, esta categoría se elevará a la de 1B con la indicación de peligro H350 (puede provocar cáncer), según el Reglamento (UE) n° 605/2014 de la Comisión, de 5 de Junio de 2014, que modifica el Reglamento (CE) n° 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas. También, a partir de enero de 2016, se clasificará como mutágeno de categoría 2 con la indicación de peligro H341 (Se sospecha que provoca defectos genéticos).

La exposición a este agente químico tiene un espectro muy amplio, ya que es un producto normal del metabolismo humano y además se desprende durante la pirólisis de muchas materias orgánicas (incineradores, gases de escape de los automóviles, humo de cigarrillos, etc.). Es extensamente utilizado en la industria, así como en el ámbito sanitario por ser un poderoso antiséptico, germicida, fungicida y preservador.

En lo relativo a la exposición laboral, la correcta adopción de medidas preventivas para su manipulación, uso, almacenaje y eliminación evitará los riesgos en gran medida. No obstante, se debe considerar su eliminación tal como recoge 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. Asimismo, indica que en el caso de que no pueda eliminarse completamente, la exposición de los trabajadores deberá ser tan baja como técnicamente posible.

---

<sup>1</sup> Reglamento (UE) n° 2015/491 de la Comisión de 23 de marzo de 2015 por el que se modifica el Reglamento (UE) n° 605/2014. 605/2014.

### **3. JUSTIFICACIÓN**

Evaluar la exposición laboral a un contaminante químico, pone de manifiesto la importancia y necesidad de proponer medidas de prevención y/o corrección con objeto de eliminar o reducir el posible riesgo.

En el caso de un agente químico como el formaldehído, esta evaluación adquiere aún mayor importancia si cabe. Desde la identificación de los procesos de la actividad en los que se usa este compuesto, la definición de la estrategia de muestro hasta la valoración de los resultados, serán decisivos para la determinación de la medidas preventivas a adoptar para controlar los riesgos, considerando la actual clasificación y la que entrará en vigor en enero de 2016.



## **4. OBJETIVOS**

Tal y como se ha comentado, el objeto de este trabajo es el de desarrollar la Evaluación de Riesgos Laborales sobre la exposición a formaldehído. Para ello, será necesario alcanzar los siguientes objetivos:

- Describir el formaldehído: propiedades físico-químicas y uso en la industria.
- Identificar y clasificar los riesgos para la salud que su uso supone en el ámbito laboral.
- Definir el ámbito laboral y los puestos de trabajo dónde se emplea el agente químico.
- Definir la estrategia de muestreo de la exposición al agente: elección del método, número y tiempo de muestreo.
- Analizar los valores obtenidos.
- Proponer medidas preventivas de eliminación y minimización de los riesgos higiénicos.
- Identificar y aplicar la legislación, normas y guías técnicas de prevención, y otras normas relativas a la exposición de formaldehído en el ámbito laboral.

*Miguel  
Hernández*

## 5. AGENTE QUÍMICO: FORMALDEHÍDO

### 5.1. CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES

El formaldehído, es un aldehído que se presenta a temperatura ambiente en forma de gas incoloro de olor acre y sofocante; es muy soluble en agua, en la cual polimeriza rápidamente, en solución acuosa se denomina formol o formalina. Es un compuesto inflamable y puede formar mezclas explosivas con aire y oxígeno.

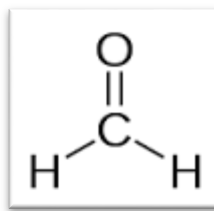


Figura 1. Fórmula del formaldehído

La siguiente tabla recoge las principales propiedades fisicoquímicas del formaldehído:

<b>N° CAS</b>	50-00-0
<b>RTECS</b>	LP8925000
<b>NU: CE / EINECS</b>	200-001-8
<b>N° UN</b>	2209 (Solución acuosa con mínimo 25% de formaldehído)
	1198 (formaldehído en solución inflamable)
	2213 (paraformaldehído)
<b>Sinónimos</b>	Metanal, Óxido de Metileno, Oximetileno, Metilaldehído, Oxometano, Formalina (solución con agua), Aldehído Fórmico, Formol, Metilen Glicol, BFV, FA, IVALON, KARSAN, FYDE, LYSOFORM, Formaldehyde (Inglés).
<b>Fórmula molecular</b>	H <sub>2</sub> CO
<b>Punto de ebullición (760 mm Hg)</b>	-19,5 °C; sustancia pura
	97 °C; formalina (37% formaldehído, 15% metanol)
	101 °C; formalina (37% formaldehído, sin metanol)
<b>Punto de fusión</b>	-92 °C; sustancia pura
	-15 °C; formalina (37% formaldehído, 15% metanol)
<b>Presión de vapor</b>	10 mm Hg, -88 °C; sustancia pura
	3883 mm Hg, 25 °C; sustancia pura



<b>Densidad relativa (agua = 1)</b>	0,815 g/ml; sustancia pura -20 °C/4 °C
	1,067 g/ml; formalina (37% formaldehído, 15% metanol)
<b>Solubilidad en agua</b>	Muy soluble, mayor del 55%; 20 °C
<b>Otras solubilidades</b>	Benceno, Acetona, Éter, Cloroformo, Metanol y Etanol
<b>Densidad relativa de vapor (aire = 1)</b>	1,067; sustancia pura -20 °C
	1,030; formalina (37% formaldehído, 15% metanol)
<b>Constante de la Ley de Henry</b>	2,65 x 10 <sup>-2</sup> Pa x m <sup>3</sup> / mol
<b>Límites de Inflamabilidad (%vol)</b>	7%-73%; 25 °C
<b>Temperatura de Autoignición</b>	300 °C; sustancia pura
	430 °C; formalina (37% formaldehído, 15% metanol)
<b>Punto de Inflamación</b>	50 °C; formalina (37% formaldehído, 15% metanol)
	85 °C formalina (37% formaldehído, sin metanol)
<b>pH</b>	2,8 a 4,0

Tabla 1. Propiedades físico-químicas del formaldehído.

## 5.2. PRINCIPALES USOS Y APLICACIONES

Los usos del formaldehído en la industria son muy amplios y dependen de los aditivos (p.ej.: úrea, melanina, fenol, amoníaco). Así se utiliza en diversas concentraciones en adhesivos y aglutinantes para madera, plástico, textiles, cuero y en la fabricación de diversos productos (p.ej: explosivos, lubricantes, productos de limpieza, productos cosméticos).

En el ámbito hospitalario el formol se utiliza principalmente para fijación y conservación de muestras de tejidos, conservación de órganos e incluso cadáveres. También se utiliza como esterilizante, en autoclaves específicos y como desinfectante de alto nivel en limpiezas superficiales, junto con otros aldehídos.

## 5.3. ABSORCIÓN, DISTRIBUCIÓN, METABOLISMO Y EXCRECIÓN DEL FORMALDEHÍDO EN EL ORGANISMO

En el medio laboral, la principal vía de exposición es la inhalatoria, ya que el formaldehído es una sustancia muy volátil y se deposita fácilmente en las vías respiratorias, principalmente en la vía aérea superior. Al utilizarse en disolución acuosa, también existe riesgo de absorción

cutánea pero éste tipo de absorción es reducida<sup>2</sup>. En cuanto a la ingesta accidental, ésta es muy poco probable.

Una vez se absorbe por el organismo, se transforma y se destruye rápidamente por acción metabólica. Casi todos los tejidos del organismo son capaces de oxidar el formaldehído transformándolo en su sal no tóxica, denominada formiato, muy soluble en agua y que por tanto se elimina fácilmente por la orina. Además, puede metabolizarse en dióxido de carbono y ser eliminado durante la respiración, o bien, ser expulsado a través de las heces en forma de sales u otros metabolitos.

En el caso de que no sea excretado, el organismo lo emplea para la generación de moléculas más grandes asimilables por los tejidos. Sin embargo, puede suceder que se incorpore al ácido desoxirribonucleico (ADN), al ácido ribonucleico (ARN) o a diversas proteínas del organismo, alterándolas de forma reversible o irreversible, contribuyendo al desarrollo de varios tipos de enfermedades de elevada gravedad y a posibles mutaciones.

## 5.4. TOXICIDAD DEL FORMALDEHÍDO

---

### 5.4.1. CLASIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE PELIGROSIDAD (REGLAMENTO (CE) N° 1272/2008)

El formaldehído está considerado como un producto potencialmente peligroso ya que, tanto una exposición aguda como crónica puede producir en el ser humano síntomas y efectos de tal magnitud que acarreen, como consecuencia, el desarrollo de graves enfermedades e, incluso, la muerte.

La siguiente tabla resume la clasificación y las características de peligrosidad del formaldehído y sus distintas disoluciones en agua según el Reglamento (CE) n° 1272/2008.

---

<sup>2</sup>Pascual del Rio J. Agentes químicos en el ámbito sanitario, Escuela Nacional de Medicina del Trabajo (ENMT). Madrid 2010. Capítulo 4, págs. 161-186.

CONCENTRACIÓN (C)	PICTOGRAMA	PALABRA DE ADVERTENCIA	INDICACIONES DE PELIGRO
$\geq 25\%$		PELIGRO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se sospecha que provoca cáncer</li> <li>• Tóxico en caso de inhalación</li> <li>• Tóxico en contacto con la piel</li> <li>• Tóxico en caso de ingestión</li> <li>• Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves</li> <li>• Puede irritar las vías respiratorias</li> <li>• Puede provocar una reacción alérgica en la piel</li> </ul>
$5\% \leq C \leq 25\%$		ATENCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se sospecha que provoca cáncer</li> <li>• Nocivo en caso de inhalación</li> <li>• Nocivo en contacto con la piel</li> <li>• Nocivo en caso de ingestión</li> <li>• Provoca irritación cutánea</li> <li>• Provoca irritación ocular grave</li> <li>• Puede irritar las vías respiratorias</li> <li>• Puede provocar una reacción alérgica en la piel</li> </ul>
$\geq 1\%$		ATENCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se sospecha que provoca cáncer</li> <li>• Puede provocar una reacción alérgica en la piel</li> </ul>
$\geq 0,2\%$		ATENCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puede provocar una reacción alérgica en la piel</li> </ul>

Tabla 2. Clasificación de peligrosidad de distintas disoluciones de formaldehído en agua.

Fuente: NTP 873 Prevención de la exposición a formaldehído (INSHT).

#### 5.4.2. EFECTOS TOXICOLÓGICOS

##### ▪ Efectos agudos para la salud:

*Sistema Inmunitario:* El formaldehído es alérgeno, tiene acción sensibilizante, es decir, por inhalación o contacto directo puede ocasionar una reacción de hipersensibilidad, y, exposiciones posteriores incluso a muy baja concentración, pueden causar reacciones alérgicas severas de la piel (dermatitis de contacto), los ojos, el tracto respiratorio (edema laríngeo y bronco espasmo) e incluso generalizadas como el choque anafiláctico.

*Sistema Respiratorio:* Es muy irritante. Según la concentración ambiental los efectos van desde hormigueo en la nariz y garganta por irritación, a sensación de quemazón, tos seca y dolorosa, edema, y en casos extremos neumonitis y muerte. Se han descrito efectos crónicos como: irritación crónica, patología respiratoria crónica (bronquitis crónica), alteración de funciones respiratorias y exacerbación de asma

preexistente, pero no se puede asegurar la relación directa de estos signos con el formaldehído. La inhalación de formaldehído a altas concentraciones provoca severa irritación del tracto respiratorio, pudiendo llegar a provocar la muerte.

*Piel:* Es muy irritante. Según la concentración los efectos por contacto pueden ser: irritación con eritema y picazón, endurecimiento, edema, vesiculación y descamación o bien efecto corrosivo pudiendo causar quemaduras graves. Si hay sensibilización previa, dermatitis de contacto.

*Ojos:* Produce irritación desde concentraciones muy bajas. Los efectos son desde pequeñas irritaciones de ojos y párpados, lagrimeo, escozor/dolor y visión borrosa a quemaduras graves con ulceraciones (daños permanentes) en caso de contacto directo por salpicaduras.

*Sistema Nervioso Central (SNC):* Se pueden producir efectos como irritabilidad, alteraciones del sueño, la memoria, el equilibrio y destrezas, fatiga, mareo, náuseas y dolor de cabeza.

▪ **Efectos crónicos para la salud:**

Se le relaciona con cáncer nasofaríngeo, y también con seno-nasal, leucemia mieloide y pulmonar.

RIESGO DE CÁNCER NASOFARÍNCEO EN LOS TRABAJADORES EXPUESTOS AL FORMOL	
GRUPO DE RIESGO	FORMOL (ppm)
Riesgo Bajo	<1 ppm ( no alteraciones)
Riesgo Medio	de 1 a 2 ppm (lesiones no neoplásicas)
Riesgo Considerable	>de 2 a 4 ppm ( proliferación de células metaplásicas y citotóxicas)
Riesgo Grave	>de 4 a 5.5 ppm (aumento x 2 riesgo de cáncer nasofaríngeo)
Riesgo muy grave	>5.5 ppm (aumento x 4 riesgo de cáncer nasofaríngeo)

Tabla 3. Riesgo de cáncer en trabajadores expuestos al formol.

Fuente: Guía práctica para la sustitución de agentes químicos, por otros menos peligrosos, en la industria, 2011. (Asociación Española de Toxicología)

### 5.4.3. VALORES LÍMITE AMBIENTALES DEL FORMALDEHÍDO

El valor límite ambiental para exposiciones cortas (VLA-EC) del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos 2015) para el formaldehído es de 0,3 ppm (0,37 mg/m<sup>3</sup>) con las notas: Sen, s

- Sen: Sensibilizante. Véase Apartado 6 de “Límites de Exposición para Agentes Químicos en España 2015”.
- S: Esta sustancia tiene prohibida total o parcialmente su comercialización y uso como fitosanitario y/o como biocida.

TABLA 2 – LISTA DE CANCERÍGENOS Y MUTÁGENOS CON VALOR LÍMITE ASIGNADO

Nº CE	CAS	AGENTE QUÍMICO (año de incorporación o de actualización)	C	M	VALORES LÍMITE		NOTAS	FRASES H
					VLA-EC®			
					ppm	mg/m <sup>3</sup>		
200-001-8	50-00-0	Formaldehído	1B		0,3	0,37	Sen,s	350-341-301- 311-331- 314-317

Tabla 4. Lista de cancerígenos y mutagénicos con valor límite asignado.

Fuente: Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos 2015 (INSHT)

## 6. EVALUACIÓN HIGIÉNICA DE RIESGOS LABORALES

A continuación se recoge el informe técnico de una evaluación de riesgos laborales sobre la exposición a formaldehído, en el ámbito laboral de una empresa de cultivo de especies piscícolas.

### 6.1. DATOS DE IDENTIFICACIÓN DEL CENTRO DE TRABAJO<sup>3</sup>

---

EMPRESA:\*

CIF:\*

UBICACIÓN:\*

ACTIVIDAD: *cultivo de especies piscícolas*

### 6.2. OBJETO DEL INFORME

---

Se ha procedido a elaborar un estudio higiénico en los puestos de trabajo descritos en apartados posteriores con el fin de evaluar la exposición a agentes químicos, y concretamente al formaldehído, así como indicar las medidas de corrección y/o prevención procedentes al objeto de controlar y/o reducir el posible riesgo, estableciendo al tiempo la planificación correspondiente.

### 6.3. ENCUESTA HIGIENICA Y TOMA DE MUESTRAS

---

En primer lugar se realizaron dos visitas al centro de trabajo en el que la empresa de limpieza desarrolla su actividad, con objeto de identificar y describir los procesos, áreas y puestos de trabajo a evaluar.

Las visitas se llevaron a cabo los días 20 y 21 de mayo de 2015, en horario laboral (8 a.m a 15.00 p.m), por dos técnicos superiores en Prevención de Riesgos Laborales del *servicio de prevención ajeno*.

---

<sup>3</sup> No se aporta información completa sobre los datos relativos a este epígrafe, con objeto de mantener la confidencialidad de la empresa en la que se ha llevado a cabo este estudio.

### 6.3.1. DESCRIPCIÓN DEL CENTRO DE TRABAJO

El centro de trabajo dónde la empresa de limpieza realiza los trabajos, tiene como actividad el cultivo de especies piscícolas.

Las instalaciones poseen varias naves dónde se ubican tanques de distintas dimensiones para el desarrollo de las etapas del cultivo marino, así como para su estudio y experimentación. También podemos encontrar tanques en zonas exteriores, tal y como recoge la figura 3.



Figura 2. Tanques interiores (8, 12 y 22 m<sup>3</sup>), unidad de recirculación para cultivo larvario y alevinaje.



Figura 3. Tanques exteriores (50 m<sup>3</sup>), unidad de cultivo de tónidos.

### 6.3.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

Los trabajos que se llevan a cabo, son los relativos a las tareas de limpieza y desinfección de los tanques que se emplean para el cultivo de las especies piscícolas. Para ello, el operario vierte una pequeña cantidad de formaldehído<sup>4</sup> en el interior del tanque que contiene agua<sup>5</sup>.

### 6.3.3. ÁREAS Y PUESTOS DE TRABAJO EVALUADOS

La siguiente tabla recoge la relación de ámbitos y trabajadores expuestos y por tanto objeto de evaluación.

<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	Técnico (Empresa cultivo)
	Operario (Empresa de servicios)
<b>Nº trabajadores expuestos</b>	2
<b>Tiempo total de exposición al contaminante</b>	1 hora
<b>Producto/s químico/s utilizado/s</b>	Formaldehído
<b>Contaminante/s químico/s generado/s en el proceso</b>	Formaldehído
<b>Equipos de protección individual</b>	Mascarilla CLIMAX 755B1E1
	Mascarilla CLIMAX 760A1

Tabla 5. Áreas y puestos de trabajo evaluados.

### 6.3.4. ESTRATEGIA DE MUESTREO/MEDICIÓN

La estrategia de muestreo/medición se planteó con el objeto de poder valorar las concentraciones obtenidas con respecto al Valor Límite Ambiental para cortos períodos de tiempo de exposición (VLA-EC), y por tanto, evaluar los posibles efectos agudos que pudieran sufrir los trabajadores. Para ello, fue necesario obtener el valor de la concentración ponderada durante el período de 15 minutos de exposición más elevada.

De acuerdo con los datos recabados en la encuesta higiénica sobre las características de los puestos de trabajo, los tiempos de exposición y las cantidades de productos utilizados a los que podían estar expuestos los trabajadores, se identificaron los períodos en los que los

<sup>4</sup> No especifican (empresa de cultivo y/o empresa de servicios) la cantidad de formaldehído empleado para la limpieza y desinfección de los tanques.

<sup>5</sup> No especifican (empresa de cultivo y/o empresa de servicios) la cantidad de agua presente en los tanques para llevar a cabo la limpieza y desinfección de los mismos.



trabajadores estaban expuestos al agente contaminante, siendo la estrategia de muestreo seleccionada: *muestreo con soporte de captación durante 15 minutos (como máximo, 30 minutos para estar por encima del límite de detección del método de análisis).*

### 6.3.5. TOMA DE MUESTRAS Y MEDICIONES

Para la toma de muestras, se seleccionó una bomba de muestreo personal de caudal regulable, junto un soporte de captación indicado para la medición de formaldehído. En la siguiente tabla se recogen los detalles del equipo empleado para el muestreo.

<b>MUESTREO</b>	
<b>Equipo de Muestreo</b>	<b>Bomba de muestreo</b> Este equipo cumple las especificaciones de la <i>Norma UNE-EN 1232 Bombas para el muestreo personal de los agentes químicos. Requisitos y métodos de ensayo</i> , y tienen por misión aspirar el aire ambiental haciéndolo pasar por un soporte de captación que fija o retiene los contaminantes, siendo enviado dicho soporte al laboratorio para proceder a su correspondiente análisis mediante una técnica analítica adecuada.
<b>Marca/Fabricante</b>	MSA
<b>Modelo</b>	ESCORT ELF
<b>Nº serie</b>	A/2 35043
<b>Calibración de la bomba</b>	Las bombas se calibraron a un caudal constante de acuerdo con las normas de muestreo recomendadas según Normas UNE, verificando que la diferencia de caudal antes y después del muestreo fuera inferior al 5% con un <i>Calibrador Digital MULTICON de Dräger con un rango de medición de 10 ml/min. a 4 l/min.</i>
<b>Nº serie Calibrador</b>	ARWL-0002
<b>Última calibración</b>	23 de Abril de 2015
<b>Soporte de Captación, Volumen de Aire y Técnica Analítica</b>	FORMALDEHIDO: Tubo silica gel impregnado con 2,4-DNPH (300/150 mg) (SKC 226-119). El volumen de aire recomendado es de 7,5 litros a un caudal de 0,5 L/min. La técnica empleada para su posterior análisis es la Cromatografía líquida de alta resolución (HPLC)

Tabla 6. Equipo de muestreo.



Figura 4. Bomba de muestreo

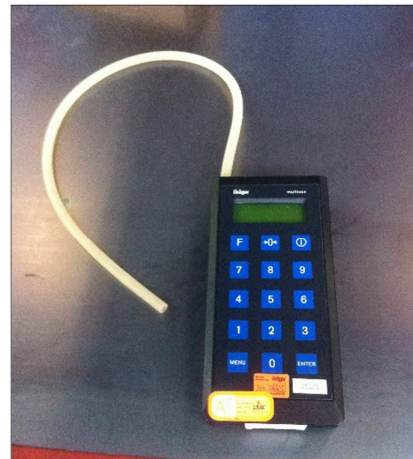


Figura 5. Calibrador



Figura 6. Soporte de muestreo

A continuación, la siguiente tabla refleja las áreas y puestos de trabajo estudiados, relacionando caudales y tiempo de muestreo efectuados en cada uno de ellos:

PUESTO DE TRABAJO			Técnico (Empresa cultivo) Operario ( Empresa de servicios)			
OPERARIOS			Técnico (Empresa cultivo) Operario ( Empresa de servicios)			
FECHA DEL MUESTREO			21-22/05/2015			
REF. MUESTRA	CONTAMINANTES	SOPORTE DE CAPTACIÓN	CAUDAL (L/min)	TIEMPO (min)	VOLUMEN (L)	TIEMPO EXPOSICIÓN (h/d)
4641604565	Formaldehído	Tubo silica gel impregnado con 2,4-DNPH (300/150 mg)	0,5	15	7.5	1
4641604562			0,5	15	7,5	
4641604559			0,5	15	7,5	

Tabla 7. Datos del muestreo.

#### 6.4. CONSULTA Y PARTICIPACION DE LOS TRABAJADORES

Por parte de la empresa estuvieron presentes en el transcurso de las mediciones, siendo consultadas y/o aportando información necesaria, el director técnico de la empresa de cultivo y el encargado de la empresa de servicios.

#### 6.5. CRITERIOS DE VALORACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A FORMALDEHÍDO POR INHALACIÓN

##### 6.5.1. CRITERIOS DE VALORACIÓN

El 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, indica que para la valoración de los resultados se utilizarán los criterios de valoración establecidos en su Anexo I y que en su ausencia, se deberán aplicar los establecidos en normativas específicas aplicables o bien, los valores límite ambientales publicados por el INSHT en el “Documento sobre límites de exposición profesional para agentes químicos en España”.

Por otro lado, la valoración de la exposición a formaldehído, como agente cancerígeno y mutágeno atiende a lo dispuesto en el R.D. 665/1997 sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos o mutágenos y sus modificaciones y sus modificaciones (R.D. 1124/2000 y RD 349/2003), así como la Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con dichos agentes, publicada por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT).

En este sentido, también se ha considerado que los agentes cancerígenos y mutágenos presentan efectos estocásticos, es decir, efectos que no responden a una relación graduada “exposición-efecto”, por lo que no se puede establecer científicamente un umbral de exposición de seguridad por debajo del cual podamos asegurar que el efecto no se va a producir. Los valores límite de estos agentes no garantizan la salud de los trabajadores sino unas referencias máximas para el control ambiental en el puesto de trabajo. Además hallarse por debajo de los mismos no significa que no requieran acciones destinadas a reducir la exposición a un nivel tan bajo como sea técnicamente posible con el fin de minimizar la probabilidad de que se produzcan dichos efectos. Con ello se indica que cuanto más baja sea la exposición a los mismos, menos probables serán que se produzcan dichos efectos, aunque, en caso de producirse serán de carácter muy grave e irreversible (cáncer, cambio permanente en el material genético).

En el presente informe los criterios de valoración utilizados son los relativos a los Valores Límite Ambientales (VLA) publicados por el INSHT en el “Documento sobre límites de exposición profesional para agentes químicos en España, 2015” .

#### 6.5.2. EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN

En el presente informe la evaluación de la exposición a agentes químicos por inhalación se basa en los criterios de valoración por comparación con el Valor Límite Ambiental – Exposición de Corta Duración (VLA-EC) (Método basado en la Guía del INSHT).

En el *Anexo II. Evaluación de la exposición a agentes químicos por inhalación*, se desarrolla el método de evaluación utilizado para realizar el informe.

## 6.6. RESULTADOS OBTENIDOS

En siguiente tabla se exponen los diferentes resultados de las tomas de muestras practicadas en los distintos puestos de trabajo y áreas mencionados. Para los cálculos se han seguido las directrices marcadas por la Guía Técnica para la Evaluación y Prevención de los riesgos presentes en los lugares de trabajo relacionados con agentes químicos, del INSHT en su Apéndice 4 “Método de evaluación de la exposición a agentes químicos por inhalación”.

<b>PUESTO DE TRABAJO</b>		Técnico (empresa cultivo) Operario (empresa servicios)		
<b>OPERARIOS</b>		Técnico (empresa cultivo) Operario (empresa servicios)		
<b>FECHA DEL MUESTREO</b>		21-22/05/2015		
<b>REF. MUESTRA</b>	<b>CANTIDAD (microgramos)</b>	<b>EC (mg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>VLA-EC (mg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>CONCLUSIONES</b>
4641604565	0,00046	0,061	0,37	Exposición aceptable
4641604562	0,00033	0,044	0,37	Exposición aceptable
4641604559	0,00023	0,031	0,37	Exposición aceptable

Tabla 8. Resultado el muestreo.

## 6.7. CONCLUSIONES DE LA EVALUACIÓN

A partir de los datos obtenidos en la encuesta higiénica y de las condiciones observadas durante la inspección visual de los puestos de trabajo, de la información recibida de la empresa y de las personas que fueron consultadas, y de acuerdo con los criterios higiénicos mencionados, de los resultados obtenidos en las condiciones que se efectuaron las tomas de muestras y en el caso de mantenerse constantes las concentraciones halladas, se concluye que: **La exposición es aceptable** ya que las concentraciones están muy por debajo de los valores límite, siendo improbable que se superen estos valores en el futuro, con un alto nivel de fiabilidad, salvo cambios en los procesos que puedan modificar la exposición. Por tanto, es poco probable la aparición de efectos adversos para la salud de los trabajadores expuestos, salvo en casos excepcionales de susceptibilidad individual o hiperreactividad del trabajador, debido a la presencia de los contaminantes químicos utilizados en los puestos de trabajo. Aunque, en este caso, por ser un agente cancerígeno y mutágeno no se puede garantizar la no aparición de efectos adversos graves e irreversibles, pero si limitar el riesgo, por lo que se

requieren acciones destinadas a eliminar su exposición o reducirla a un nivel tan bajo como sea técnicamente posible con el fin de eliminar o minimizar la probabilidad de que se produzcan dichos efectos, según lo establecido en el en el R.D. 665/1997 y sus modificaciones (R.D. 1124/2000 y R.D. 349/2003).

## 6.8. MEDIDAS PREVENTIVAS Y PLANIFICACIÓN

Tras haber realizado el estudio higiénico de los puestos de trabajo evaluados y de acuerdo con las conclusiones basadas en la valoración de los resultados, deben adoptarse las siguientes medidas preventivas:

<b>FACTOR DE RIESGO</b>		
Exposición a sustancias cancerígenas y mutágenas (formaldehído)		
<b>MEDIDA PREVENTIVA</b>		
<p>En la medida en que sea técnicamente posible, se evitará la utilización en el trabajo de agentes cancerígenos o mutágenos, en particular mediante su sustitución por una sustancia, un preparado o un procedimiento que, en condiciones normales de utilización, no sea peligroso o lo sea en menor grado para la salud o la seguridad de los trabajadores.</p> <p>El formaldehído no tiene un sustituto universal, pero puede ser sustituido en determinadas aplicaciones por sustancias o procesos alternativos.</p> <p>Las soluciones acuosas de formaldehído a concentraciones superiores al 5% que se utilizan como desinfectantes, pueden ser sustituidas por otras soluciones desinfectantes, como por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ácido peracético (peroxiacético) a concentraciones entre el 0,2 y 0,4%.</li> <li>- Agua oxigenada (peróxido de hidrógeno) a concentraciones inferiores al 10%.</li> <li>- Glutaraldehído al 2%.</li> <li>- Hipoclorito sódico a concentraciones entre 1 g/l y 10g/l de cloro libre.</li> </ul>		
<b>PLAZO</b>	<b>RESPONSABLE</b>	<b>COSTE</b>
Continuo	Director técnico	100-500 €

Tabla 9. Medidas preventivas y de planificación.

<b>FACTOR DE RIESGO</b>
Exposición a sustancias nocivas/tóxicas (formaldehído)
<b>MEDIDA PREVENTIVA</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Limitar las cantidades de agentes químicos peligrosos en el lugar de trabajo a las estrictamente necesarias por exigencias del proceso. No almacenar excedente de producto.</li><li>- Limitar al menor número posible los trabajadores expuestos.</li><li>- Mantener un adecuado orden y limpieza.</li><li>- Delimitar las zonas de riesgo (almacén) mediante una señalización adecuada y únicamente permitir el acceso a dichas zonas al personal autorizado, excluyendo los trabajadores especialmente sensibles a estos riesgos.</li><li>- Todos los recipientes estarán etiquetados y dispondrán de Ficha de Datos de Seguridad según la legislación vigente.</li><li>- Prohibir la introducción, preparación o consumo de alimentos o bebidas en los lugares de trabajo cuando se manipulen o estén presentes agentes químicos peligrosos. Así mismo, recomendar a los trabajadores expuestos a estos riesgos, lavarse las manos, cara y boca antes de tomar alimentos, bebidas o fumar.</li><li>- Disponer de equipos de protección individual, acordes con lo dispuesto en la normativa sobre utilización, cuando las medidas anteriores sean insuficientes y la exposición o contacto con el agente no pueda evitarse por otros medios. En concreto los trabajadores utilizarán mascarillas con filtro TIPO A de color marrón para vapores orgánicos.</li><li>- Disponer de un lugar adecuado para almacenar los equipos de protección individual y verificar que se limpian y se comprueba su buen funcionamiento, si es posible con anterioridad y, siempre, después de cada utilización, reparando o sustituyendo los equipos defectuosos antes de un nuevo uso.</li><li>- Formación e información a los trabajadores, que incluya:<ul style="list-style-type: none"><li>- Los riesgos potenciales para la salud, incluidos los riesgos adicionales debidos al consumo de tabaco.</li><li>- Las precauciones que se deberán tomar para prevenir la exposición.</li><li>- Las disposiciones en materia de higiene personal.</li><li>- La utilización y empleo de equipos y ropa de protección.</li></ul></li></ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las consecuencias de la selección, de la utilización y del empleo de equipos y ropa de protección.</li> <li>- Las medidas que deberán adoptar los trabajadores, en particular el personal de intervención, en caso de incidente y para la prevención de incidentes.</li> <li>- Establecer un procedimiento de emergencia en caso de vertido o derrame de producto. Estas acciones deberán incluir lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Evacuar la zona de peligro. Ventilar. Eliminar toda fuente de ignición Eliminar con agua pulverizada. (Protección personal adicional: traje de protección completa incluyendo equipo autónomo de respiración).</li> <li>- Garantizar la Vigilancia de la salud de los trabajadores.</li> </ul> </li> </ul>		
PLAZO	RESPONSABLE	COSTE
Continuo	Director técnico	100-500 €

Tabla 10. Medidas preventivas y de planificación.

## 6.9. CONSIDERACIONES FINALES

Con el objeto de dar cumplimiento al derecho de información, consulta y participación de los trabajadores, el empresario o la persona en quien éste delegue, deberá poner en conocimiento de los delegados de prevención o, en su defecto, de los representantes de los trabajadores, el contenido del presente documento de la Evaluación Higiénica de exposición a contaminantes químicos.

En su caso se revisará cuando cambien las condiciones de trabajo, o el puesto de trabajo sea ocupado por trabajadores especialmente sensibles a las condiciones del puesto, trabajadoras embarazadas, en estado de lactancia, menores o cuando se detecten daños a la salud de los trabajadores.

La empresa debe asumir, directamente y bajo su total responsabilidad, la ejecución y puesta en práctica de las medidas preventivas propuestas en la evaluación de riesgos, que deberán planificarse estableciendo prioridades en base a la magnitud del riesgo y número de personas expuestas, asignando los medios materiales necesarios y responsables de su ejecución y control, así como los recursos económicos precisos.



## **7. CONCLUSIONES**

Aunque en de esta evaluación se desprende que la exposición al formaldehído es aceptable, las medidas preventivas propuestas están dirigidas a la eliminación del agente químico.

Resulta necesario transmitir la gravedad de los peligros que puede suponer para la salud la exposición de un contaminante químico como el formaldehído, con objeto de avanzar en la introducción de productos químicos más seguros, eliminando cualquier riesgo laboral.



## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con exposición durante el trabajo a agentes carcinógenos o mutágenos. INSHT.
- Límites de exposición profesional para agentes químicos 2015. INSHT
- Listado de compuestos Cancerígenos y Mutágenos Categorías 1A y 1B (actualizado en febrero de 2012). INSHT
- Revisión de la relación existente entre la exposición ocupacional al formaldehído y leucemia. Seguridad y Medicina del Trabajo, Enero-Marzo, 2013.
- Guía práctica para la sustitución de agentes químicos, por otros menos peligrosos, en la industria. Asociación Española de Toxicología, 2011
- Normas Técnicas de Prevención del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo:
  - NTP 406: Contaminantes químicos: evaluación de la exposición laboral (I)
  - NTP 407: Contaminantes químicos: evaluación de la exposición laboral (II)
  - NTP 553: Agentes químicos: estrategias de muestreo y valoración (I)
  - NTP 554: Agentes químicos: estrategias de muestreo y valoración (II)
  - NTP 750: Evaluación del riesgo por exposición inhalatoria de agentes químicos. Metodología simplificada (INSHT).
  - NTP 873 Prevención de la exposición a formaldehído (INSHT).

## 9. ANEXOS

- I. Ficha Internacional de Datos de Seguridad del Formaldehído.
- II. Evaluación de la exposición a agentes químicos por inhalación.
- III. Resultados obtenidos en el laboratorio de higiene analítica y Certificados de calibración de los equipos.




ANEXO I. FICHA INTERNACIONAL DE DATOS DE SEGURIDAD DEL FORMALDEHÍDO

---



## Fichas Internacionales de Seguridad Química

<b>FORMALDEHÍDO</b>		<b>ICSC: 0275</b>	
		Octubre 2000	
Metanal	Metil aldehído	Óxido de metileno	
CAS: 50-00-0	H <sub>2</sub> CO		
RTECS: LP8925000	Masa molecular: 30.0		
NU: CE / EINECS: 200-001-8			

TIPO DE PELIGRO / EXPOSICIÓN	PELIGROS AGUDOS / SÍNTOMAS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS / LUCHA CONTRA INCENDIOS
<b>INCENDIO</b>	Extremadamente inflamable.	Evitar las llamas, NO producir chispas y NO fumar.	Cortar el suministro; si no es posible y no existe riesgo para el entorno próximo, dejar que el incendio se extinga por sí mismo; en otros casos apagar con polvo, dióxido de carbono.
<b>EXPLOSIÓN</b>	Las mezclas gas/aire son explosivas.	Sistema cerrado, ventilación, equipo eléctrico y de alumbrado a prueba de explosión.	En caso de incendio: mantener fría la botella rociando con agua.

EXPOSICIÓN		¡EVITAR TODO CONTACTO!	¡CONSULTAR AL MÉDICO EN TODOS LOS CASOS!
<b>Inhalación</b>	Sensación de quemazón. Tos. Dolor de cabeza. Náuseas. Jadeo.	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo. Posición de semiincorporado. Respiración artificial si estuviera indicada. Proporcionar asistencia médica.
<b>Piel</b>		Guantes aislantes del frío.	Quitar las ropas contaminadas. Aclarar la piel con agua abundante o ducharse. Proporcionar asistencia médica.
<b>Ojos</b>	Lacrimógeno. Enrojecimiento. Dolor. Visión borrosa.	Gafas ajustadas de seguridad, o protección ocular combinada con la protección respiratoria.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después proporcionar asistencia médica.
<b>Ingestión</b>		No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	

DERRAMES Y FUGAS	ENVASADO Y ETIQUETADO
Evacuar la zona de peligro. Consultar a un experto. Ventilar. Eliminar toda fuente de ignición Eliminar gas con agua pulverizada. NO verterlo al alcantarillado. (Protección personal adicional: traje de protección completa incluyendo equipo autónomo de respiración).	<b>Clasificación UE</b> Símbolo: T R: 23/24/25-34-40-43 S: (1/2-)26-36/37/39-45-51

RESPUESTA DE EMERGENCIA	ALMACENAMIENTO
	A prueba de incendio. Mantener en lugar fresco.

IPCS

International  
Programme on  
Chemical Safety

Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión Europea © IPCS, CE 2001

VÉASE INFORMACIÓN IMPORTANTE AL DORSO

## Fichas Internacionales de Seguridad Química

FORMALDEHÍDO

ICSC: 0275

## DATOS IMPORTANTES

**ESTADO FÍSICO; ASPECTO:**

Gas, de olor característico.

**PELIGROS FÍSICOS:**

El gas se mezcla bien con el aire, formándose fácilmente mezclas explosivas.

**PELIGROS QUÍMICOS:**

La sustancia polimeriza debido al calentamiento suave. Reacciona con oxidantes.

**LÍMITES DE EXPOSICIÓN:**TLV: 0,3 ppm (valor techo), A2 (sospechoso de ser cancerígeno humano); SEN (ACGIH 2004).  
MAK: 0,3 ppm; 0,37 mg/m<sup>3</sup>; Sh (sensibilización cutánea); Categoría de limitación de pico: I(2); Cancerígeno categoría: 4; Mutágeno categoría: 5; Riesgo para el embarazo: Grupo C; (DFG 2004).**VÍAS DE EXPOSICIÓN:**

La sustancia se puede absorber por inhalación.

**RIESGO DE INHALACIÓN:**

Al producirse una pérdida de gas, se alcanza muy rápidamente una concentración nociva de éste en el aire.

**EFFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN:**

La sustancia irrita gravemente los ojos e irrita el tracto respiratorio. La inhalación puede originar edema pulmonar (véanse Notas).

**EFFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA:**

Esta sustancia es carcinógena para los seres humanos.

## PROPIEDADES FÍSICAS

Punto de ebullición: -20 °C  
Punto de fusión: -92 °C  
Densidad relativa (agua = 1): 0,8  
Solubilidad en agua: muy elevada  
Densidad relativa de vapor (aire = 1): 1,08Punto de inflamación: gas inflamable  
Temperatura de autoignición: 430 °C  
Límites de explosividad, % en volumen en el aire: 7-73

## DATOS AMBIENTALES

## NOTAS

Los síntomas del edema pulmonar no se ponen de manifiesto, a menudo, hasta pasadas algunas horas y se agravan por el esfuerzo físico. Reposo y vigilancia médica son, por ello, imprescindibles. Debe considerarse la inmediata administración de un aerosol adecuado por un médico o persona por él autorizada. El valor límite de exposición laboral aplicable no debe ser superado en ningún momento por la exposición en el trabajo.

## INFORMACIÓN ADICIONAL

Límites de exposición profesional (INSHT 2011):

VLA-EC: 0,3 ppm; 0,37 mg/m<sup>3</sup>

Notas: Sensibilizante. Reclasificado, por la Internacional Agency for Research on Cancer (IARC) de grupo 2A (probablemente carcinogénico en humanos) a grupo 1 (carcinogénico en humanos).

**Nota legal**

Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. Su posible uso no es responsabilidad de la CE, el IPCS, sus representantes o el INSHT, autor de la versión española.

ANEXO II. EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A AGENTES QUÍMICOS  
POR INHALACIÓN.

---



## 1. VALORACIÓN POR COMPARACIÓN CON EL VLA-EC (MÉTODO BASADO EN LA GUÍA DEL INSHT):

La evaluación del riesgo por inhalación por comparación con el VLA-EC requiere obtener el valor de la concentración ponderada durante el periodo de 15 minutos de exposición más elevada. El valor VLA-EC no se debe sobrepasar en ningún periodo de 15 minutos, dentro de una jornada laboral. El planteamiento de las mediciones es pues comprobar si se cumple este requisito muestreando el periodo de exposición de 15 minutos que se supone de máxima exposición.

Se parte de la suposición (habitualmente admitida) de que los valores de concentración ambiental se distribuyen de acuerdo a la ley logarítmico-normal, es decir que los logaritmos de esos valores se distribuyen según la ley normal. Si se dispone de algunos valores de concentración promedio ponderada durante un periodo de 15 minutos (EC), se puede predecir la probabilidad de que un periodo no muestreado supere el valor VLA -EC y también la probabilidad global de que eso suceda en la totalidad de periodos de 15 minutos que no han sido muestreados. A continuación se trata de establecer un criterio de decisión (exposición aceptable, inaceptable o indeterminación) a partir de un cierto valor de probabilidad.

1. Identificar el nº de periodos (k) de 15 minutos en los que se dan las condiciones para que la concentración ambiental sea más alta que en el resto de la jornada.
2. Muestrear algunos de ellos (i) de forma aleatoria, obteniendo i resultados correspondientes a sendas concentraciones (EC) provenientes de muestreos de 15 minutos de duración. Si algún resultado es mayor que el VLA-EC se concluye que se supera el VLA-EC; si no es así, continuar según 3.
3. Obtener índices de exposición (I) dividiendo cada valor EC por el VLA-EC correspondiente al agente químico en cuestión.
4. Calcular el logaritmo neperiano de cada índice I (Li).
5. Hallar la media aritmética de los logaritmos de los índices: es el ln MG.
6. Hallar la desviación estándar de la distribución normal de los logaritmos de los índices:

$$\ln(DGE) = \sqrt{\frac{\sum (Ln(MG) - L_i)^2}{i - 1}}$$



7. Calcular el estadístico  $Z = \ln MG / \ln DGE$
8. Buscar en la tabla del Anexo Tabla de Distribución Normal Estándar, el valor de la probabilidad ( $p$ ), correspondiente a  $Z$ . El valor de  $p$  es la probabilidad de que se supere el valor límite en uno de los periodos no muestreados.
9. Calcular la probabilidad global ( $p'$ ) de no superar el valor límite en todos los periodos no muestreados, mediante la fórmula  $p' = (1-p)^{k-i}$ . Este valor se compara con los criterios que a continuación se indican.

Se propone el siguiente criterio de valoración, a partir del valor de la probabilidad global ( $p'$ ) de no superar el VLA-EC:

<b><math>P' &gt; 0,9</math> (90%)</b>	<b>EXPOSICIÓN ACEPTABLE (NO SE SUPERA EL VLA-EC)</b>
<b><math>P' &lt; 0,1</math> (10%)</b>	<b>EXPOSICIÓN INACEPTABLE (SE SUPERA EL VLA-EC)</b>
<b><math>0,9 \geq P' \geq 0,1</math></b>	<b>INDETERMINACIÓN. MUESTREOS PERIÓDICOS O CORREGIR EXPOSICIÓN</b>

*Nota:* si se seleccionan el total de períodos de máxima exposición y se procede a su medición, obtendríamos el EC de cada uno de ellos y el valor más alto obtenido sería el que se compararía con el VLA-EC, sin necesidad de utilizar el método estadístico. Si no se miden todos los períodos y se elige alguno de ellos aleatoriamente, como no tendremos la seguridad de haber elegido el de máxima exposición se deberá utilizar el método estadístico.

## 2. CONCLUSIONES E INTERPRETACIONES DE LAS COMPARACIONES DE LOS RESULTADOS DE LOS MUESTREOS CON LOS VLA SEGÚN LA GUÍA DEL INSHT

La comparación de los resultados de una medición o muestreo con los VLA-EC deberá llevar a unas conclusiones con el fin de tomar las decisiones más adecuadas para controlar los riesgos mediante las medidas preventivas que mejor se adapten al nivel de riesgo y a las características de la empresa. Las posibles conclusiones y su interpretación son las siguientes:

**Exposición aceptable:** Significa que la exposición observada es de una magnitud tan pequeña que resulta prácticamente imposible que se superen los valores límite tanto en el periodo de tiempo en que se ha realizado la evaluación como en el futuro. En estas

condiciones se considera la situación como aceptable, lógicamente mientras que no haya cambios de la situación que puedan modificar la exposición.

**Exposición inaceptable:** A esta conclusión puede llegarse bien porque las mediciones realizadas muestran que se superan los valores límites aplicables o también porque, aunque no se hayan obtenido resultados superiores a los valores límite, la exposición medida es de tal magnitud que resulta probable que se superen los valores límite en algunas ocasiones no medidas directamente. En estas condiciones se considera la situación como no aceptable, y lógicamente se deberá proceder a su corrección.

**Indeterminación:** Significa que la exposición observada es tal que no permite alcanzar ninguna de las dos conclusiones anteriores. Es decir los resultados obtenidos en las mediciones no superan los valores límite pero no permiten concluir con una fiabilidad aceptable si se superarán en el futuro, ni tampoco permiten asegurar que no se superarán.

Es importante resaltar que la “indeterminación” no se refiere al resultado del procedimiento de las mediciones de la exposición tal como se ha observado o medido, ya que en las mediciones realizadas no se superan los valores límite, pero frente a los riesgos originados por inhalación este hecho no es suficiente para evaluar correctamente una exposición. Como ya se ha indicado es preciso concluir también respecto a la superación, o no superación, de los límites en las jornadas posteriores aunque no haya cambios en el proceso o condiciones de trabajo, y es a esta conclusión a la que afecta la indeterminación.

En este último caso se puede optar por:

- a) Aumentar el número de mediciones, hasta tener datos suficientes que permitan obtener alguna de las dos conclusiones bien definidas. Esta opción sólo será útil si es previsible que en un plazo de tiempo razonable se pueda alcanzar una conclusión que permita una buena planificación de medidas preventivas, no tiene sentido demorar innecesariamente la puesta en marcha de medidas preventivas con el argumento de que la exposición presente y futura no ha podido evaluarse de forma concluyente; o bien
  - b) Implantar directamente medidas de prevención y protección, teniendo en cuenta los datos disponibles respecto al proceso y la exposición, es decir decidir “por el lado de la seguridad” aunque los datos disponibles no sean concluyentes; o bien
-

c) Planificar una vigilancia periódica de la concentración ambiental, con la finalidad de comprobar de forma segura que la exposición se mantiene por debajo de los límites de forma continuada a lo largo del tiempo.



ANEXO III. RESULTADOS OBTENIDOS EN EL LABORATORIO DE  
HIGIENE ANALÍTICA

---



**Laboratorio General de Análisis**  
Via Augusta, 48 08006 BARCELONA

HIGIENE INDUSTRIAL ISO 9001:2008 Certif: DNV n°:97577-2011-AQ-BAR-ENAC  
-----  
REFERENCIA : 4641604559 NUM LAB : 00009524  
TIPO : MUESTRA  
ORIGEN : Murcia (HI) MU  
Solicitante:  
-----

**ALDEHIDOS**

Formaldehido ..... 0.23 µg

Técnica de análisis: HPLC-UV  
Procedimiento de ensayo: EPA Method TO-11A

El laboratorio participa en el programa interlaboratorios de control de calidad WSP para formaldehido, organizado por el Health and Safety Laboratory de la Agencia MSE de Reino Unido.

Revisado: Josefa Pons Sengrá / Colegiado 2411-M  
Ana M. Llauredó Morant / Colegiado 5095



**Laboratorio General de Análisis**  
Via Augusta, 48 08006 BARCELONA

HIGIENE INDUSTRIAL ISO 9001:2008 Certif: DNV n°:97577-2011-AQ-BAR-ENAC

REFERENCIA : **4641604565** NUM LAB : **00009522**

ORIGEN : Murcia (HI) MU TIPO : MUESTRA

Solicitante:

**ALDEHIDOS**

Formaldehido ..... **0.46** ug

Técnica de análisis: HPLC-UV

Procedimiento de ensayo: EPA Method TO-11A

El laboratorio participa en el programa interlaboratorios de control de calidad WASP para formaldehido, organizado por el Health and Safety Laboratory de la Agencia HSE de Reino Unido.

Revisado: Josefa Pons Sangrà / Colegiado 2411-M  
Ana M. Llauradó Morant / Colegiado 5095



**Laboratorio General de Análisis**  
Via Augusta, 48 08006 BARCELONA

HIGIENE INDUSTRIAL ISO 9001:2008 Certif: DNV n°:97577-2011-AQ-BAR-ENAC

REFERENCIA : 4641604562 NUM LAB : 00009523

ORIGEN : Murcia (HI) MU TIPO : MUESTRA

Solicitante:

**ALDEHIDOS**

Formaldehído ..... 0.33 µg

Técnica de análisis: HPLC-UV  
Procedimiento de ensayo: EPA Method TO-11A

El laboratorio participa en el programa interlaboratorios de control de calidad WASP para formaldehído, organizado por el Health and Safety Laboratory de La Agencia HSE de Reino Unido.

Revisado: Josefa Pons Sangrà / Colegiado 2411-M  
Ana M. Llauredó Morant / Colegiado 5095



**Laboratorio General de Análisis**  
Via Augusta, 48 08006 BARCELONA

HIGIENE INDUSTRIAL ISO 9001:2008 Certif: DNV n°:97577-2011-AQ-BAR-ENAC

REFERENCIA : 4641504042 NUM LAB : 00009525

ORIGEN : Murcia (HI) MU TIPO : BLANCO

Solicitante: :  
=====

**ALDEHIDOS**

Formaldehido ..... 0.23 µg

Técnica de análisis: HPLC-UV

Procedimiento de ensayo: EPA Method 10-11A

El laboratorio participa en el programa interlaboratorios de control de calidad WASP para formaldehido, organizado por el Health and Safety Laboratory de la Agencia HSE de Reino Unido.

Revisado: Josefa Pons Sangrà / Colegiado 2411-M  
Ana M. Llauradó Morant / Colegiado 5095

