



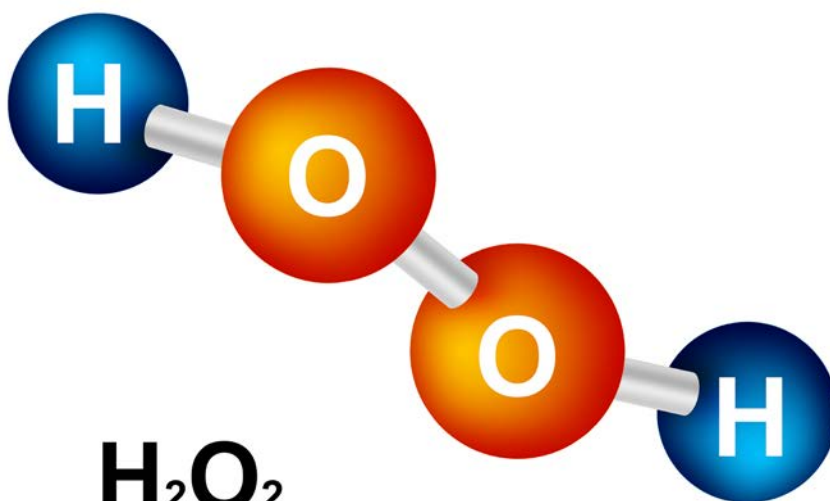
GUÍA OPERATIVA

INTERVENCIÓN CON PERÓXIDO DE HIDRÓGENO PARA BOMBEROS

GUÍA OPERATIVA

INTERVENCIÓN CON PERÓXIDO DE HIDRÓGENO PARA BOMBEROS

2026



H₂O₂
Hydrogen Peroxide

Autores © 2026

Miguel Albaladejo Pomares

Carlos Jesús Artero César C.E.I.S. Levante Almeriense.

Rafael Ferruz Aynos Evonik España y Portugal, S.A.U.

David Garcés Lasheras S.P.E.I. Diputación de Zaragoza.

Colaboradores:

Araceli Tena Grupo Guiar Unizar.

Berta Seco Grupo Guiar Unizar.

Blanca Cetina Grupo Guiar Unizar.

Antonio Cabeza Martín SPEIS Ajuntament de Barcelona.

Mario Núñez Sanz S.C.I. Ayuntamiento de Albacete.

Borja González Amarante S.C.I.S. Ayuntamiento de Torrelavega.

Gabriel Luena Campos S.P.E.I. Diputación de Zaragoza.

José Luis Calvete Aguilar S.P.E.I. Diputación de Zaragoza.

Jesús Tolosana Atares S.P.E.I. Diputación de Huesca.

Empresa Evonik España y Portugal, La Zaida (Zaragoza).

Empresa Ercros, Sabiñánigo (Huesca).

Edición: Workshop Riesgos Tecnológicos.

La presente guía operativa ha sido financiada por Evonik España y Portugal, cuya colaboración ha hecho posible su elaboración y su impresión.

Imprime: Gambón

Impreso en España – Printed in Spain

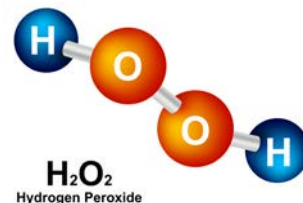
Depósito legal: Z 965-2026

ISBN: 978-84-09-86899-5

DESCARGO DE RESPONSABILIDAD

Los puntos de vista y opiniones expresados en esta Guía, así como en los documentos de lectura recomendada, son responsabilidad exclusiva de sus autores y no reflejan necesariamente la posición de los Servicios, Instituciones u Organismos a los que pertenecen.

Las referencias y lecturas citadas se incluyen con fines informativos y de apoyo al lector, sin que ello implique su validación, aprobación o respaldo por parte de los autores, colaboradores o de los Servicios, Instituciones u Organismos a los que están vinculados.



INDICE:

1. INTRODUCCIÓN	11
1.1. Usos del peróxido de hidrógeno (H_2O_2)	11
1.2. Obtención industrial	13
2. PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS	17
2.1. Propiedades fisicoquímicas	18
2.1.1. Densidad	18
2.1.2. Punto de ebullición	19
2.1.3. Presión de vapor	20
2.1.4. Calor de evaporación	20
2.1.5. El pH del peróxido de hidrógeno	21
2.1.6. Resumen de las propiedades físicas y químicas:	22
2.2. Reactividad	23
2.3. Experimentaciones con peróxido de hidrógeno	24
2.4. Peligros para la salud	27
2.4.1. Medidas de prevención:	28
2.4.2. Experimentación: peligros para la salud	29
2.5. Efectos para el medio ambiente	30
3. SEÑALIZACIÓN Y ETIQUETADO	33
3.1. Reglamento CLP y SGA	33
3.2. Señalización para el transporte (ADR)	37
3.3. Señalización en lugares de trabajo	38
4. ALMACENAMIENTO	41
4.1. Consideraciones iniciales	41
4.2. Depósitos de almacenamiento fijos	42
4.2.1. Materiales de construcción para el almacenamiento del H_2O_2	42
4.2.2. Materiales que no deben utilizarse	43
4.2.3. Control de temperatura	45
4.2.4. Sistema de alivio de presión de emergencia	46
4.2.5. Sistema de detección de sobrellenado	47
4.2.6. Cubeto de contención	47
4.2.7. Suministro de agua para enfriamiento e inundación	47
4.2.8. Tuberías y equipos auxiliares	48

INTERVENCIÓN CON PERÓXIDO DE HIDRÓGENO PARA BOMBEROS

4.3. Almacenamiento en envases móviles	48
4.4. Peligros y consecuencias del almacenamiento	50
4.4.1. Descomposición	50
4.4.2. Pérdida de la contención	52
4.5. Evaluación de las consecuencias posibles	54
4.6. Operaciones de manipulación del H_2O_2	55
5. TRANSPORTE DE PERÓXIDO DE HIDRÓGENO	57
5.1. Consideraciones iniciales	57
5.2. Materiales para el transporte del H_2O_2	59
5.3. Cisternas para el transporte de peróxido de hidrógeno	59
5.3.1. Tipo de vehículo, FL	59
5.3.2. Tipo de cisterna de H_2O_2	60
5.3.3. Disposiciones especiales para cisternas de H_2O_2	62
5.3.4. Otros dispositivos	66
5.4. Visionado de cisternas de peróxido de hidrógeno	69
6. SISTEMAS DE DETECCIÓN E IDENTIFICACIÓN DEL H_2O_2	71
6.1. Consideraciones iniciales	71
6.2. Detección colorimétrica	71
6.2.1. Método del papel indicador (tiras colorimétricas)	72
6.2.2. Tubos colorimétricos	73
6.3. Detectores con sensores catalíticos o térmicos	74
6.4. Detectores con sensores electroquímicos	75
6.5. Detector de fotoionización (PID)	75
6.6. Otros sistemas de detección	76
7. RESPUESTA A EMERGENCIAS CON H_2O_2	79
7.1. Marco inicial	79
7.2. Planificación de emergencia	82
7.3. Zonificación de la emergencia	83
7.3.1. Valores ERPG: referencia para bomberos	83
7.3.2. Distancias de seguridad orientativas (Guía de Respuesta a Emergencias) ..	84
7.3.3. Propuesta de zonificación operativa en incidentes con H_2O_2	85
7.4. Equipos de protección individual en emergencias	85
7.4.1. Niveles de protección según concentración de H_2O_2	89
7.4.2. Experimentando con H_2O_2 y las botas de bomberos	90
7.4.3. Experimentando con el traje de bomberos con H_2O_2	91
7.5. Intervención ante descomposición química del H_2O_2	92
7.6. Derrames del peróxido de hidrógeno	94
7.7. Intervención por incendio con H_2O_2	95
7.8. Impacto ambiental	96
7.9. Descontaminación del personal, equipos y área afectada	98
7.10. Rescate o auxilio de personas afectadas por H_2O_2	98
8. BIBLIOGRAFÍA	101

9. ANEXOS	105
9.1. Ficha de intervención resumida	106
9.2. Posibles escenarios en el transporte con H_2O_2	107
9.3. Ficha ERIC	108
9.4. Ficha Internacional de Seguridad Química para H_2O_2 >60 %	110
9.5. Ficha de datos de seguridad para el peróxido de hidrógeno (70 %)	112

LISTADO DE IMÁGENES:

Imagen 1. Planta de producción de peróxido de hidrógeno	14
Imagen 2. Depósitos de almacenamiento de peróxido de hidrógeno	15
Imagen 3. Molécula de H_2O_2	18
Imagen 4. Medición del pH del H_2O_2 al 70 %	21
Imagen 5. Reacción química causada por la contaminación del H_2O_2	23
Imagen 6. Calentamiento del H_2O_2 y su descomposición	25
Imagen 7. Efecto del peróxido de hidrógeno sobre la piel humana	29
Imagen 8. Efectos de un derrame de H_2O_2 diluido con agua	31
Imagen 9. Etiquetas del Sistema Globalmente Armonizado	34
Imagen 10. Incendio en instalaciones con peróxido de hidrógeno	36
Imagen 11. Panel naranja y etiquetas de peligro en un ISO contenedor	37
Imagen 12. Panel naranja y etiquetas de peligro de diferentes concentraciones de H_2O_2	38
Imagen 13. Señales de advertencia del H_2O_2 en puestos de trabajo	39
Imagen 14. Depósitos de almacenamiento de H_2O_2	41
Imagen 15. Señalización en depósitos de almacenamiento de H_2O_2	42
Imagen 16. Depósitos de almacenamiento horizontales y verticales	43
Imagen 17. Descomposición rápida del H_2O_2 al contacto con el platino	44
Imagen 18. Tapas para liberar presión en depósito vertical	46
Imagen 19. Parasol superior y tubería de refrigeración en un tanque vertical	47
Imagen 20. Conducciones, válvula sobrepresión y cubeto	48
Imagen 21. Garrafas para peróxido de hidrógeno	49
Imagen 22. Válvula de alivio de un taponado de un IBC / GRG por su interior y exterior	50
Imagen 23. Válvula de aireación para sobrepresión en cisterna de H_2O_2	51
Imagen 24. Efectos de la descomposición: reacción exotérmica y efervescencia	52
Imagen 25. Vapores de H_2O_2 en el contenedor y proceso de extracción de envases	53
Imagen 26. Demostración del poder oxidante de H_2O_2 con la madera	53
Imagen 27. Accidente químico en la planta de H_2O_2 en Jarrie (Francia), 1992	55
Imagen 28. Reglas imprescindibles para la manipulación del H_2O_2	55

INTERVENCIÓN CON PERÓXIDO DE HIDRÓGENO PARA BOMBEROS

Imagen 29. Contenedor GRG o IBC y cisterna para H_2O_2	57
Imagen 30. Instrucciones de seguridad para la carga y descarga de H_2O_2	58
Imagen 31. Camión cisterna de H_2O_2 en muelle de carga	62
Imagen 32. Dispositivo de control de temperatura y de aireación en cisterna de H_2O_2	63
Imagen 33. Cubeto superior de cisternas mono cuba y compartimentada para H_2O_2	64
Imagen 34. Cisterna con aberturas de descarga con tres cierres	65
Imagen 35. Partes del sistema de presurización para la descarga	67
Imagen 36. Colector de presión con secado de aire	67
Imagen 37. Cubeta con boca de hombre cerrada y abierta en proceso de carga de cisterna	67
Imagen 38. Mangote para descarga de cisterna de H_2O_2	68
Imagen 39. Termómetro exterior para la medición de la temperatura interior de la cisterna	68
Imagen 40. Envases con tiras de medición de H_2O_2	72
Imagen 41. Tubos reactivos de pH	73
Imagen 42. Tubo colorimétrico Dräger para medición de rango corto y bomba de aspiración	73
Imagen 43. Detector Dräger am X-5100 de peróxido de hidrógeno	75
Imagen 44. Pantalla del sistema de control del ordenador de la sala de control	77
Imagen 44Bis. Sensores de temperatura en la parte inferior del depósito de almacenamiento de H_2O_2	77
Imagen 45. Accidente de camión con iso contenedor con H_2O_2	82
Imagen 46. Simulacro de accidente con cisternas de peróxido de hidrógeno	83
Imagen 47. Izquierda: Vuelco de contenedor con derrame de peróxido de hidrógeno (H_2O_2) en el Puerto de San Antonio (Chile), mayo de 2026. Derecha: Simulacro de intervención con peróxido de hidrógeno (H_2O_2) en Vila Franca das Naves (Portugal), 2006.	86
Imagen 48. Trasvase de H_2O_2 entre cisternas en Aldunate (Navarra)	88
Imagen 49. Reacción del H_2O_2 con la bota de bombero	90
Imagen 50. Descomposición del H_2O_2 y refrigeración de la cisterna	93
Imagen 51. Dilución del H_2O_2 con abundante agua	97
Imagen 52. Ducha y lavaojos en instalación con peróxido de hidrógeno	99

LISTADO DE TABLAS:

Tabla 1. Resumen de las aplicaciones del peróxido de hidrógeno	13
Tabla 2. Resumen de las propiedades físicas y químicas del peróxido de hidrógeno	22
Tabla 3. Porcentaje de descomposición por incremento de la temperatura	23
Tabla 4. Categorías de clasificación de peligro para el H_2O_2 conforme al Reglamento CLP ...	36

Tabla 5. Esquema resumen del procedimiento de activación del CERET	81
Tabla 6. Datos ERPG de la Asociación Americana de Higiene Industrial.....	83
Tabla 7. Propuesta de distancias para diferentes zonas operativas.....	85
Tabla 8. Tiempo de permeación de trajes químicos tipo 3	87

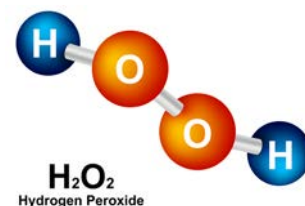
LISTADO DE VIDEOS EXPERIMENTALES:

Video experimental 1. QR1: Comportamiento de materiales textiles al contacto con el H_2O_2	24
Video experimental 2. QR2: Descomposición del H_2O_2 por incremento de la temperatura ...	24
Video experimental 3. QR3: Incremento de la presión en un recipiente por descomposición del H_2O_2	25
Video experimental 4. QR4: Descomposición exotérmica del H_2O_2 por contacto con manganeso.....	25
Video experimental 5. QR5: H_2O_2 sobre guante de intervención de bombero	26
Video experimental 6. QR6: Simulación de contacto del H_2O_2 sobre la piel animal	29
Video experimental 7. QR7: Reacción del H_2O_2 en un recipiente de platino	45
Video experimental 8. QR8: Prueba de sobrepresión del tapón de una garrafa	50
Video experimental 9. QR9: Descomposición del H_2O_2 con permanganato	52
Video experimental 10. QR10: Combustión de madera por contacto con H_2O_2	54
Video experimental 11. QR11: Recorrido virtual en cisterna compartimentada de H_2O_2	69
Video experimental 12. QR12: Recorrido virtual en cisterna monocuba de H_2O_2	69
Video experimental 13. QR13: Práctica de comprobación del pH del H_2O_2 al 30 %.....	73
Video experimental 14. QR14: El H_2O_2 sobre bota de bombero.....	91
Video experimental 15. QR15: Comportamiento del cubre pantalón con el H_2O_2	92

LISTADO DE GRÁFICOS:

Gráfico 1. Densidad del H_2O_2	18
Gráfico 2: Densidad de soluciones de H_2O_2 a diferentes concentraciones y temperaturas...	19
Gráfico 3. Puntos de ebullición del H_2O_2	19
Gráfico 4. Presión de vapor del H_2O_2	20
Gráfico 5. Curvas de evaporación y descomposición del H_2O_2	21
Gráfico 6. Datos del pH aparente del H_2O_2 en función de su concentración	21





PRÓLOGO

El peróxido de hidrógeno es, sin duda, uno de los compuestos químicos más interesantes que existen por sus singulares propiedades fisicoquímicas, gracias a lo cual destaca por sus múltiples aplicaciones a nivel doméstico, industrial y comercial. Estas singularidades del peróxido de hidrógeno hacen que esté presente en numerosos procesos industriales y se transporte con regularidad en diversas concentraciones y formatos.

Conocido popularmente como *agua oxigenada*, debe su nombre al hecho de poseer un átomo extra de oxígeno respecto al agua común. Es ampliamente reconocido por su uso como desinfectante de heridas o llagas, aunque en estos casos las soluciones acuosas utilizadas no suelen superar el 3 % de concentración. A concentraciones más elevadas, el peróxido de hidrógeno se emplea en el blanqueo de pasta de papel, fibras textiles, decoloración capilar, tratamiento de aguas residuales, descontaminación de suelos, limpieza y desinfección en la industria alimentaria, redes de riego, acuicultura, e incluso en sistemas de propulsión aeroespacial. Todas estas aplicaciones tienen como base una propiedad fundamental del peróxido de hidrógeno: su descomposición en oxígeno y vapor de agua algo que se acrecienta en presencia de materia orgánica u otros catalizadores.

El oxígeno “naciente” resultante de la descomposición es altamente reactivo, lo que le permite oxidar y romper estructuras moleculares orgánicas, como microorganismos, pigmentos, contaminantes, etc. No obstante, esta misma propiedad puede volverse peligrosa si no se controla adecuadamente. Una descomposición no deseada puede generar reacciones violentas, con riesgo de incendio, explosión o liberación de gases a presión. Además, dependiendo de su concentración, el peróxido de hidrógeno puede resultar irritante o corrosivo, lo que exige un manejo cuidadoso y un uso adecuado de equipos de protección.

Ante una situación de emergencia, los equipos de intervención deben ser capaces de evaluar con rapidez los riesgos presentes y aplicar las medidas más adecuadas para controlar, mitigar o resolver el incidente. Para ello, es fundamental conocer las propiedades del peróxido de hidrógeno, sus peligros y consecuentes riesgos asociados, los umbrales de toxicidad según su concentración, los sistemas de extinción compatibles, así como las características de las formas de transport y sus equipos de seguridad.

Con este objetivo nace esta guía: ofrecer, de forma clara y práctica, los conocimientos básicos sobre el peróxido de hidrógeno como producto químico, así como las

PRÓLOGO

pautas esenciales para los bomberos y profesionales que deben intervenir en incidentes relacionados con este producto, ya sea en su almacenamiento, manipulación o transporte. Se trata de un documento orientado a la acción, basado en experiencias reales siempre que ha sido posible, que puede utilizarse como herramienta formativa o de consulta operativa.

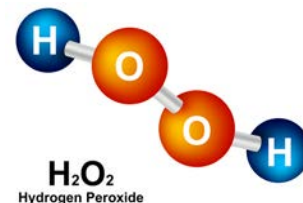
Si gracias a la información aquí recogida conseguimos que las intervenciones sean más seguras, controladas y eficaces... entonces, *¡misión cumplida!*

Muchas gracias.

Rafael Ferruz Aynos

Responsable de Medio Ambiente, Salud y Seguridad (EHS)

Evonik España y Portugal



1. INTRODUCCIÓN

El **peróxido de hidrógeno** [CAS¹ 7722-84-1] (H₂O₂), conocido popularmente como *agua oxigenada*, es un líquido incoloro, muy soluble en agua y con un comportamiento altamente reactivo. Aunque su nombre cotidiano sugiere una relación directa con el agua, en realidad no se obtiene por oxidación del agua, sino a través de complejos procesos industriales.

A nivel mundial, se producen alrededor de **2,2 millones de toneladas** de H₂O₂ cada año. Su papel es clave en sectores como la industria papelera (alrededor del 50 % de su consumo) y la textil (alrededor del 10 %). En los últimos años, su fabricación ha evolucionado con la introducción de procesos más eficientes y sostenibles, como el PH OP, que combina la producción de peróxido de hidrógeno y óxido de propileno en una sola etapa.

El H₂O₂ se distingue por algo fundamental; **tras reaccionar, se descompone únicamente en agua (vapor) y oxígeno (gas)**. Esa propiedad lo convierte en un aliado en la llamada *química verde*, ya que ofrece resultados eficaces sin generar residuos contaminantes.

Las concentraciones² comerciales habituales oscilan entre el **30 % y el 70 %**, aunque también se produce a concentraciones más altas (hasta el 95 %) para usos en el ámbito aeroespacial y químico avanzado. A mayor concentración, mayor precaución debe tenerse: su **almacenamiento y manipulación** requieren medidas de seguridad más estrictas, especialmente cuando se trabaja con volúmenes industriales.

1.1. Usos del peróxido de hidrógeno (H₂O₂)

El peróxido de hidrógeno es mucho más que un desinfectante doméstico. Es un compuesto versátil con aplicaciones en múltiples industrias y entornos. Algunos de sus usos más destacados son:

- **Agente oxidante:** El H₂O₂ es un oxidante potente que, a diferencia de otros productos, no deja residuos tras cumplir su función. Por eso es considerado un componente esencial de la química sostenible.

1 El número CAS ([Chemical Abstracts Service](#)) de la Sociedad Americana de Química, es un identificador numérico único e internacionalmente reconocido para cada sustancia química.

2 Es tradicional expresar la concentración de peróxido de hidrógeno en volumen, lo que corresponde al número de unidades de volumen de oxígeno liberado por la descomposición de una unidad de volumen de peróxido de hidrógeno.

- **Agente blanqueante:** Su uso más extendido se da en la industria papelera, donde sustituye los métodos tradicionales basados en cloro, evitando así la formación de subproductos halogenados dañinos para el medio ambiente. También se emplea para blanquear papel reciclado, eliminando tintas mediante procesos combinados con ditionato sódico.
- **Industria textil:** En el blanqueo y tratamiento de fibras, el H_2O_2 ofrece ventajas sobre otros oxidantes: es menos tóxico, más seguro para el entorno y no corrosivo a bajas concentraciones.
- **Producción de detergentes:** Interviene en la elaboración de compuestos como el percarbonato y el perborato sódico, que liberan peróxido de hidrógeno al contacto con el agua, aportando poder de limpieza y desinfección.
- **Procesos mineros:** Se utiliza para lixiviación³ in situ de minerales como el uranio y el cobre, actuando como agente oxidante o facilitando la recuperación de metales a partir de soluciones.
- **Tratamiento de gases tóxicos:** El H_2O_2 ayuda a eliminar compuestos como los óxidos de nitrógeno (NO_x) o los mercaptanos⁴, reduciendo los olores y mejorando la calidad del aire en entornos industriales.
- **Descontaminación y tratamiento de aguas:** En plantas de tratamiento, el peróxido de hidrógeno combate los malos olores del sulfuro de hidrógeno (H_2S), oxigena aguas residuales y favorece la biorremediación de suelos contaminados, al proporcionar oxígeno a microorganismos beneficiosos.
- **Síntesis química:** Es una sustancia esencial para fabricar productos orgánicos e inorgánicos, como plastificantes, estabilizantes o aceites epoxidados⁵. Su uso contribuye a procesos más limpios y eficientes.
- **Desinfección⁶:** El peróxido de hidrógeno en bajas concentraciones (3–7 %) ha sido utilizado como antiséptico, aunque su aplicación más moderna y eficaz es el H_2O_2 vaporizado, capaz de eliminar bacterias, virus, esporas y hongos en ambientes hospitalarios. Se ha convertido en una alternativa más segura al formaldehído.
- **Fuente de energía:** A concentraciones del 90 %, un litro de H_2O_2 puede liberar unos 5.000 litros de gases a 750 °C al descomponerse. Esta capacidad lo ha hecho útil como propulsor en cohetes y sistemas militares.
- **Industria electrónica:** En su forma más pura, el H_2O_2 se emplea para limpiar microchips y circuitos electrónicos durante su fabricación, eliminando residuos con gran precisión y sin dañar los componentes.

3 Lixiviación es el proceso mediante el cual un compuesto o elemento contaminante es liberado de una fase sólida a una fase acuosa.

4 Los mercaptanos, también conocidos como tioles, son compuestos orgánicos que contienen azufre y son responsables de emitir olores desagradables en entornos industriales.

5 Los efluentes industriales son los corrientes residuales tanto en forma líquida, sólida o gaseosa originados durante los procesos industriales. Epoxidación: adición de un átomo de oxígeno.

6 J. Torres Borrego, P. Pérez Navero¹, I. Ibarra de la Rosa, J.L. Pérez Navero. "Ingestión de peróxido de hidrógeno" *An Esp Pediatr* 1998; 48:647-649.

El H_2O_2 es un ejemplo de cómo una sustancia aparentemente sencilla puede tener un papel protagonista en sectores tan distintos como la medicina, la energía, la industria o la protección ambiental. Sin embargo, **su potencial y sus peligros asociados exigen un conocimiento de sus propiedades fisicoquímicas** y una manipulación responsable (especialmente para quienes, como los bomberos), debemos enfrentarnos en las emergencias en las que está involucrado.

 Pasta de papel • Blanqueado • Destintado	 Limpieza y desinfección • Perboratos/percarbonatos/peracéticos • Blanqueante sin lejía
 Textiles • Algodón (efecto lavado piedra) • Blanqueado	 Síntesis química • Peróxidos orgánicos e inorgánicos • Epóxidos/óxidos/productos especiales
 Comida y bebida • Envasado aséptico • Bactericida	 Extracción de recursos • Mejora extracción de oro y plata • Fractura hídrica
 Electronica • Limpieza de circuitos y microchips	 Farmacia y cosmética • Colutorio • Limpiador lentes de contacto • Desinfectante
 Medio Ambiente • Tratamiento de aguas residuales • Tratamiento en potabilizadoras	

Tabla 1. Resumen de las aplicaciones del peróxido de hidrógeno.

1.2. Obtención industrial

La historia del peróxido de hidrógeno es, en muchos sentidos, un ejemplo del espíritu explorador que caracteriza a la ciencia. A finales del siglo XVIII, los químicos Aron Humboldt y Gay-Lussac ya habían experimentado con sustancias afines, como los peróxidos de bario y de sodio. Aunque no lograron aislar el compuesto que hoy conocemos, sin embargo, sus investigaciones sentaron las bases para un descubrimiento que marcaría un antes y un después.

Fue en **1818** cuando **Louis Jacques Thénard**, un químico francés de gran talento y curiosidad, logró por primera vez **obtener el peróxido de hidrógeno** y describir sus propiedades. Su método consistía en descomponer peróxido de bario mediante ácidos como el clorhídrico, sulfúrico o fluorosilícico, logrando así un líquido de comportamiento singular: incoloro, reactivo y dotado de una capacidad oxidante notable. Desde entonces, su nombre quedó inseparablemente unido a esta sustancia y que él mismo bautizó como *agua oxigenada*.

INTERVENCIÓN CON PERÓXIDO DE HIDRÓGENO PARA BOMBEROS

Durante todo el siglo XIX, el procedimiento de Thénard⁷ fue prácticamente el único método de obtención de H_2O_2 , y permitió disponer de disoluciones en bajas concentraciones que pronto se popularizaron como antiséptico e higienizante, especialmente en entornos médicos y domésticos. Aquel hallazgo, aunque simple en apariencia, abrió las puertas a un producto que más de dos siglos después sigue siendo indispensable.



Imagen 1. Planta de producción de peróxido de hidrógeno.

Con el avance de la química industrial, surgieron nuevos métodos para producir el H_2O_2 de forma más eficiente y en mayores volúmenes. Hoy sabemos que existen varias rutas posibles para su síntesis, aunque no todas resultan viables desde el punto de vista económico o de seguridad.

Entre los principales **métodos de obtención** se encuentran:

- Autooxidación de alquilantraquinonas.
- Oxidación de alcoholes secundarios.
- Alcohol metilbencílico.
- Síntesis electroquímica.
- Proceso PH OP⁸.

7 El peróxido de bario es el resultado del equilibrio $2 \text{BaO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2 \text{BaO}_2$ que se alcanza rápidamente con aire desprovisto de humedad y de anhídrido carbónico a la temperatura de 500 a 600 °C, si el óxido de que se parte tiene una estructura porosa adecuada. La preparación del óxido debe ser cuidadosa, no sólo porque se han de evitar todo lo posible las impurezas, sino también porque es necesario que posea una estructura abierta, a fin de que la reacción sea rápida y completa.

8 Proceso comercial para la obtención de peróxido de hidrogeno, denominado PHOP (H_2O_2 - óxido de propileno).

De todas ellas, el método de la autooxidación de alquilantraquinonas (implantado comercialmente desde 1957) es el que se ha consolidado como el más utilizado en la industria moderna. Este proceso se caracteriza por su eficacia, su estabilidad operativa y su capacidad de producir grandes cantidades de peróxido de hidrógeno con una pureza elevada, cumpliendo con los estándares exigidos por los sectores industrial, farmacéutico y electrónico.

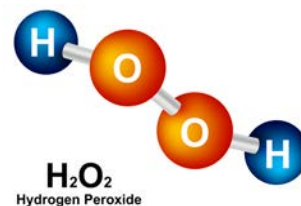
No obstante, los avances no se detienen. La ciencia busca constantemente rutas más directas y sostenibles para obtener H_2O_2 , entre ellas la llamada síntesis directa a partir de hidrógeno y oxígeno. Sin embargo, esta alternativa presenta un desafío técnico considerable: las mezclas gaseosas de hidrógeno y oxígeno son altamente explosivas en un amplio rango de concentraciones. Este hecho ha limitado su viabilidad, ya que las patentes y desarrollos existentes aún no han conseguido equilibrar adecuadamente la productividad y la seguridad del proceso.

Así, la historia del peróxido de hidrógeno no solo refleja el ingenio químico de generaciones pasadas, sino también la búsqueda permanente de soluciones más limpias, más seguras y más respetuosas con el medio ambiente. Una búsqueda que, en última instancia, es la esencia misma del progreso científico y tecnológico.



Imagen 2. Depósitos de almacenamiento de peróxido de hidrógeno.





2. PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS

Conocer las propiedades físicas y químicas de una sustancia no es solo una cuestión teórica, es la base sobre la que se apoyan todas las decisiones operativas durante una intervención. Cuando un equipo de bomberos se enfrenta a una emergencia con sustancias peligrosas, es este conocimiento el que determina las distancias de seguridad, los equipos de protección personal, las acciones de mitigación, los sistemas de detección y monitorización, así como los procedimientos de descontaminación.

Por eso, antes de abordar el comportamiento del **peróxido de hidrógeno** durante una intervención, conviene recordar la diferencia fundamental entre sus dos tipos de propiedades:

- Las propiedades físicas son aquellas que pueden observarse o medirse sin alterar la composición química de la sustancia: color, densidad, punto de ebullición, viscosidad, entre otras.
- Las propiedades químicas, en cambio, describen cómo reacciona o se transforma una sustancia al interactuar con otras, cambiando su propia estructura.

Ambos grupos de propiedades son importantes de conocer no solo durante la **respuesta a emergencias**, sino también en las fases previas de **almacenamiento, transporte y uso**. Los valores más relevantes de estas propiedades pueden consultarse en la **Sección 9** de la **Ficha de Datos de Seguridad (FDS)**⁹; del mismo modo, la información sobre toxicidad (que también deriva de su comportamiento químico) aparece en la **Sección 11**.

El H_2O_2 es una sustancia bien conocida y estudiada. Sin embargo, su aparente simplicidad esconde una gran complejidad y, sobre todo, una importante inestabilidad, lo que convierte su conocimiento en una herramienta esencial para garantizar la seguridad de quienes trabajan con ella.

Numerosas tablas experimentales muestran con precisión cómo varían propiedades como el punto de fusión, ebullición, densidad, viscosidad, pH y estabilidad en función de su concentración, y así, **a modo de ejemplo**, a 70 % de pureza, el peróxido presenta un pH ácido cercano a 2, un punto de ebullición de 125 °C y una viscosidad de 1,24 cP¹⁰ a 20 °C. Estas condiciones lo hacen más reactivo y más exigente en cuanto a su manipulación y almacenamiento.

9 Guía sobre fichas de datos de seguridad y escenarios de exposición. <https://aespla.com/wp-content/uploads/17-9-Guia-sobre-fichas-de-datos-de-seguridad-y-escenarios-de-exposicion.pdf>

10 cP (centipoise): Unidad que mide la viscosidad de un líquido, es decir, lo “espeso” o fluido que es. A mayor valor de cP, más dificultad tiene el líquido para fluir. Como referencia, el agua a 20 °C tiene una viscosidad cercana a 1 cP, por lo que un valor de 1,24 cP indica que el peróxido de hidrógeno es ligeramente más viscoso que el agua.

2.1. Propiedades fisicoquímicas

El H_2O_2 es un líquido transparente e incoloro que se utiliza casi exclusivamente en **disolución acuosa**, ya que es completamente miscible con el agua en cualquier proporción.

A **bajas concentraciones**, el peróxido de hidrógeno es prácticamente **inodoro**. Sin embargo, cuando su concentración aumenta, su color puede ser algo más azulado, y puede desprender un **olor ligeramente penetrante**, similar al del ozono. También se caracteriza por tener un **punto de ebullición más alto** y un **punto de fusión más bajo** que el agua.

Desde el punto de vista químico, el H_2O_2 es un **líquido inestable** que tiende a descomponerse en agua (H_2O) y oxígeno (O_2), liberando calor en el proceso. Aunque **no es inflamable**, su fuerte **poder oxidante** puede provocar la combustión espontánea de materiales orgánicos al entrar en contacto con ellos. Esta elevada reactividad, junto con su **baja estabilidad**, especialmente a altas temperaturas o valores elevados de pH, constituye uno de sus principales inconvenientes operativos.

Su fórmula química, H_2O_2 (peso molecular: 34,016 g/mol) refleja una estructura molecular sencilla pero singular: está formada por **dos átomos de hidrógeno y dos de oxígeno**, unidos mediante un enlace oxígeno-oxígeno ($\text{O}-\text{O}$) y dos enlaces oxígeno-hidrógeno ($\text{O}-\text{H}$).

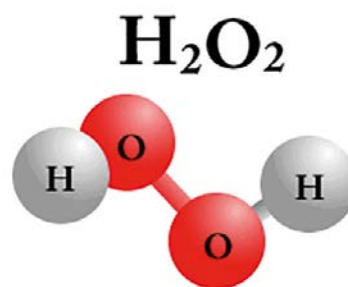


Imagen 3. Molécula de H_2O_2 .

Esta estructura molecular confiere al peróxido de hidrógeno una elevada polaridad¹¹, responsable de su **gran solubilidad en agua** y de su capacidad para mezclarse con numerosos disolventes orgánicos, como etanol, acetona o isopropanol.

2.1.1. Densidad

Una de las propiedades fisicoquímicas más relevantes del peróxido de hidrógeno es su **densidad**, la cual depende directamente tanto de la **concentración** como de la **temperatura**.

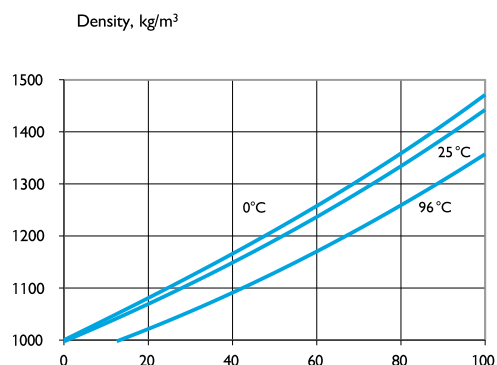


Gráfico 1. Densidad del H_2O_2 .

Fuente: CEFIC (Consejo Europeo de la Industria Química).

¹¹ La polaridad es una propiedad de las moléculas que representa la separación de las cargas eléctricas dentro de la molécula, según el número y tipo de enlaces que posea.

En **la representación gráfica anterior**:

- El eje horizontal indica la concentración de H_2O_2 , expresada en porcentaje en peso.
- El eje vertical representa la densidad, expresada en kg/m^3 .
- Cada curva corresponde a una temperatura diferente.
- Las curvas muestran que un peróxido más concentrado es más pesado por unidad de volumen, y que el calentamiento reduce ligeramente su densidad.

Estas variaciones deben tenerse en cuenta en el diseño de equipos, almacenamiento y transporte del producto.

Los datos experimentales muestran que:

- A mayor **concentración de H_2O_2** , mayor es la densidad de la disolución.
- A mayor **temperatura**, la densidad disminuye, incluso manteniendo constante la concentración.

Por ejemplo, una disolución de peróxido de hidrógeno al 100 % presenta una densidad de **$1.471 \text{ kg}/\text{m}^3$ a 0°C** , mientras que una solución al 35 % alcanza aproximadamente **$1.144 \text{ kg}/\text{m}^3$** a la misma temperatura. Al aumentar la temperatura, estos valores disminuyen ligeramente, como se refleja en la gráfica siguiente.

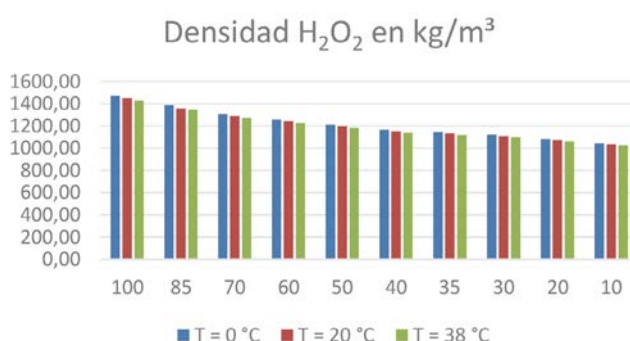


Gráfico 2: Densidad de soluciones de H_2O_2 a diferentes concentraciones y temperaturas.

2.1.2. Punto de ebullición

En estado puro, el peróxido de hidrógeno presenta un **punto de congelación de $-0,43^\circ\text{C}$** y un **punto de ebullición de 150°C** .

Los puntos de ebullición del H_2O_2 a diferentes concentraciones a presión atmosférica se pueden representar mediante la siguiente gráfica.

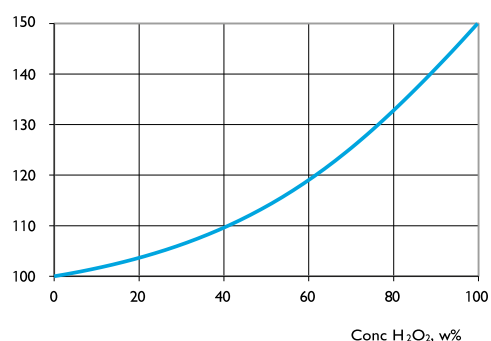


Gráfico 3. Puntos de ebullición del H_2O_2 .

Fuente: CEFIC (Consejo Europeo de la Industria Química).

En la **representación gráfica anterior**:

- Eje vertical (Y): Punto de ebullición a presión atmosférica (°C).
- Eje horizontal (X): Concentración de H_2O_2 (% en peso, w%).
- La gráfica muestra cómo el punto de ebullición del peróxido de hidrógeno aumenta a medida que aumenta su concentración.

En disoluciones a baja concentración, el comportamiento es similar al del agua, con puntos de ebullición cercanos a los 100 °C. Sin embargo, conforme la concentración de H_2O_2 se incrementa, el punto de ebullición se eleva de forma progresiva, superando ampliamente los 120 – 150 °C en concentraciones altas.

2.1.3. Presión de vapor

La presión de vapor total (curva negra) sobre una solución de H_2O_2 **aumenta con la temperatura** y **disminuye al aumentar la concentración** de H_2O_2 .

La presión parcial¹² de H_2O_2 (curva azul) **aumenta con la temperatura** y **con la concentración de H_2O_2** en la solución.

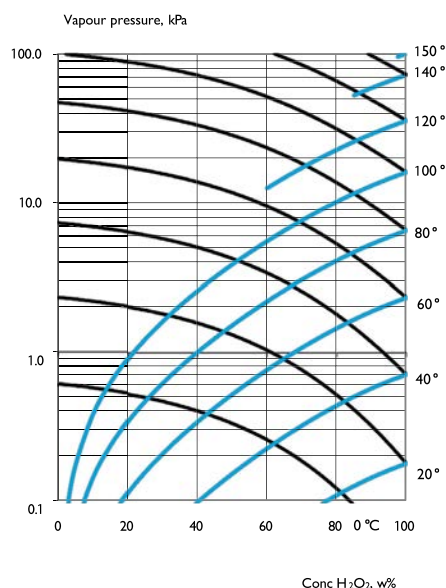


Gráfico 4. Presión de vapor del H_2O_2 .

Fuente: CEFIC (Consejo Europeo de la Industria Química).

La gráfica muestra cómo la presión de vapor (kPa) varía con la concentración de H_2O_2 (en % en peso) a distintas temperaturas (0 °C, 20 °C, 40 °C, 60 °C, 80 °C, 100 °C, 120 °C, 140 °C y 150 °C). A medida que aumenta la temperatura, la presión de vapor se incrementa; sin embargo, a mayor concentración de H_2O_2 , la presión de vapor disminuye.

2.1.4. Calor de evaporación

El calor de evaporación hace referencia a la cantidad de energía (calor) que una sustancia química pura en estado líquido necesita para transformarse en gas (vapor). La transformación del H_2O_2 en vapor **requiere menos energía a altas concentraciones**.

¹² La presión parcial se refiere a la contribución de un componente, en este caso el peróxido de hidrógeno, en una mezcla gaseosa a la presión total de la mezcla.

La **gráfica** muestra dos curvas:

- Evaporación: energía necesaria para que H_2O_2 pase de líquido a vapor.
- Descomposición: energía asociada a la descomposición del H_2O_2 .
- Los cálculos y pruebas confirman que siempre se produce una disminución de la concentración de H_2O_2 en caso de descomposición adiabática¹³, incluso para concentraciones superiores al 64 %.

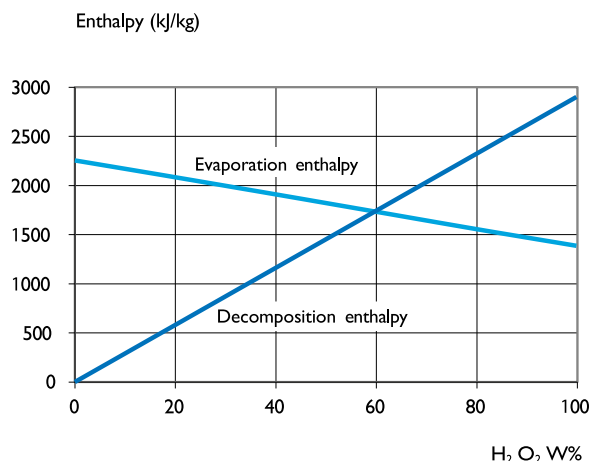


Gráfico 5. Curvas de evaporación y descomposición del H_2O_2 .
Fuente: CEFIC (Consejo Europeo de la Industria Química).

2.1.5. El pH del peróxido de hidrógeno

El H_2O_2 a **bajas concentraciones**, como las soluciones de uso común, suele tener un pH **cerca de la neutralidad** (aproximadamente entre 5 y 7). Esto se debe a que solo una pequeña fracción de las moléculas de H_2O_2 se ioniza en agua.

A medida que **aumenta la concentración**, su pH **disminuye**, es decir, la solución se vuelve más ácida. Esto ocurre porque en soluciones más concentradas hay una mayor proporción de moléculas capaces de liberar protones (H^+) o iones de hidronio (H_3O^+), y además suele incrementarse la presencia de especies reactivas derivadas del propio peróxido.

En el peróxido de hidrógeno **muy concentrado**, el pH puede situarse claramente en valores ácidos (en torno a 2 – 3), lo que contribuye a su **menor estabilidad química**, ya que el pH influye directamente en la velocidad de descomposición del producto.

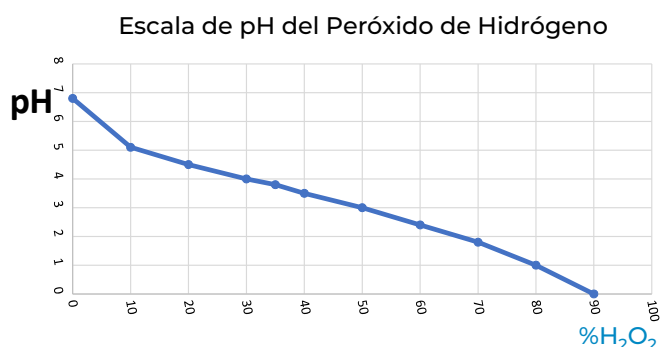


Gráfico 6. Datos del pH aparente del H_2O_2 en función de su concentración. Fuente: Solvay.
Imagen 4. Medición del pH del H_2O_2 al 70 %. (Resultando un pH de 2,29)



¹³ Una descomposición adiabática (o transformación adiabática) es un proceso físico o químico en el que no hay transferencia de calor ($Q = 0$) entre un sistema y su entorno, a pesar de que su temperatura y presión puedan cambiar debido a la realización de trabajo (expansión o compresión).

2.1.6. Resumen de las propiedades físicas y químicas:

PROPIEDAD	CONDICIONES	PORCENTAJE DE H ₂ O ₂ (POR PESO)		
		35 %	50 %	70 %
Oxígeno activo por peso¹⁴		16,5	23,5	32,9
Punto de fusión¹⁵	°C	-25	-52	-40
Punto de ebullición	°C, 760 mmHg	108	114	125
Densidad	g/ml, 20 °C	1,13	1,20	1,29
Viscosidad¹⁶	cP, 20 °C	1,11	1,17	1,24
Presión de vapor total¹⁷	mmHg, 20 °C	12,9	10,1	6,9
Calor de descomposición	kcal/mol H ₂ O ₂ , 25 °C	22,7	22,8	23,4
Relación de concentración / volumen	0 °C, 760 mmHg	130	198	300
Relación de volumen/ expansión	0 °C, 760 mmHg	700	1300	2500
pH		≈ 3,9	≈ 3	≈ 1,9
Estabilidad¹⁸ 24 h	100 °C	.> 96,0	.> 96,0	.> 96,0

Tabla 2. Resumen de las propiedades físicas y químicas del peróxido de hidrógeno¹⁹.

- 14 El H₂O₂ actúa liberando oxígeno activo cuando entra en contacto con una sustancia orgánica o inorgánica. El oxígeno activo es un compuesto altamente reactivo que puede dañar las células de los microorganismos, matándolos. También es eficaz para eliminar olores, ya que el oxígeno activo que libera puede reaccionar con las moléculas causantes de los olores y neutralizarlas.
- 15 La variación del punto de congelación en soluciones del H₂O₂ no es lineal debido a las interacciones entre el agua y el H₂O₂. A concentraciones del 60 – 65%, se alcanza el punto eutéctico, donde la mezcla presenta su temperatura mínima de solidificación (sobre – 56 °C) ya que la formación de enlaces de hidrógeno entre ambas especies dificulta la organización en una estructura cristalina estable. El H₂O₂ puro (100%) tiene un punto de fusión de aproximadamente –0.43 °C.
- 16 La viscosidad describe la resistencia del líquido al flujo y está relacionada con la fricción interna en el líquido.
- 17 La presión de vapor es la presión que ejerce la fase gaseosa o vapor sobre la fase líquida en un sistema cerrado a una temperatura determinada, cuando la fase líquida y el vapor se encuentran en equilibrio dinámico.
- 18 La estabilidad del H₂O₂ es la capacidad para mantenerse en su forma original sin descomponerse en otros compuestos, principalmente agua (H₂O) y oxígeno (O₂). Esta estabilidad depende de varios factores, ya que el H₂O₂ es un compuesto químico relativamente inestable y tiende a descomponerse espontáneamente en condiciones normales.
- 19 SOLVAY. Peróxido de Hidrógeno: Seguridad y Manejo. Hoja de Datos Técnicos.
<https://www.solvay.com/sites/g/files/srpend616/files/2019-10/H2O2%20Safety%20and%20Handling%20of%20Hydrogen%20Peroxide%20-%20Mexico%20SP.pdf>

2.2. Reactividad

Desde el punto de vista químico, el peróxido de hidrógeno es una sustancia de doble personalidad: relativamente estable en condiciones normales, pero extremadamente reactiva bajo ciertos estímulos. Su descomposición (una reacción exotérmica) libera calor, agua y oxígeno de acuerdo con la ecuación:

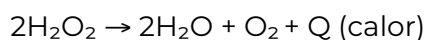


Imagen 5. Reacción química causada por la contaminación del H_2O_2 .

La estabilidad del H_2O_2 depende de factores como la temperatura, la luz (UV), el pH y la presencia de impurezas o catalizadores. En medios neutros, puede oxidar numerosas sustancias (por ejemplo, transformar sulfitos en sulfatos), pero también puede comportarse como agente reductor frente a oxidantes más potentes, como el permanganato de potasio.

A temperatura ambiente, las disoluciones comerciales (35 %) son bastante estables, con una pérdida anual menor al 1 %. Sin embargo, la velocidad de descomposición se duplica por cada incremento de 10 °C, lo que explica la importancia de mantener el producto alejado de fuentes de calor. A 20 °C, la descomposición apenas alcanza el 1 % anual, pero a 100 °C puede superar el 2 % diario, generando calor y gas en grandes cantidades.

TEMPERATURA (°C)	% DESCOMPOSICIÓN
20 °C	1 % por año
65 °C	1 % por semana
100 °C	2 % por día

Tabla 3. Porcentaje de descomposición por incremento de la temperatura.

Otro factor importante es la **contaminación**. Muchos metales comunes (como hierro, cobre, níquel o zinc) actúan como **catalizadores de la descomposición**, incluso en cantidades ínfimas (0,1 partes por millón pueden ser suficiente para iniciar una reacción). Por eso, el H_2O_2 debe almacenarse en recipientes fabricados con materiales inertes, y cualquier intrusión accidental (una herramienta, una linterna, una impureza metálica) puede desencadenar una reacción violenta.

Las soluciones comerciales suelen incorporar estabilizadores que neutralizan impurezas y ralentizan la descomposición²⁰. Sin embargo, estos aditivos no son eficaces frente a la contaminación por catalizadores activos.

20 Estudio de la producción “in situ” de Peróxido de Hidrógeno mediante el uso de Células de Combustible Microbianas. Laura González García. Master en Ingeniería Ambiental y Procesos Sostenibles.

2.3. Experimentaciones con peróxido de hidrógeno

El peróxido de hidrógeno es una sustancia tan útil como **sorprendente**. Su comportamiento químico resulta, a primera vista, paradójico: **no es combustible**, pero al mismo tiempo **favorece intensamente la combustión** de otros materiales. Esta peculiaridad se debe a su fuerte poder oxidante y a su capacidad para liberar oxígeno de forma rápida y energética.

Los siguientes experimentos permiten visualizar de manera directa este comportamiento y comprender mejor por qué el H_2O_2 debe manejarse con extrema precaución.

Cuando el peróxido de hidrógeno entra en contacto con **materiales orgánicos** (como tejidos, madera seca o restos vegetales), puede desencadenar reacciones muy violentas. La descomposición del H_2O_2 libera simultáneamente **calor y oxígeno**, dos “ingredientes” para que se inicie una combustión. En concentraciones elevadas, este proceso puede producir **incendios o incluso combustiones espontáneas**, sin necesidad de una llama externa.

En el experimento (**QR1**) se observa cómo el H_2O_2 reacciona de forma intensa al entrar en contacto con materiales textiles, evidenciando su enorme capacidad oxidante, provocando su combustión.



Video experimental 1. QR1: Comportamiento de materiales textiles al contacto con el H_2O_2 .

<https://youtu.be/8hcOvNq5S8M>

La descomposición del H_2O_2 produce **agua y oxígeno**, liberando una cantidad importante de calor; dicha descomposición se acelera notablemente con el aumento de la **temperatura**.

Energía liberada²¹ se cuantifica en:

- 98 kJ por mol de H_2O_2 .
- 2.882 kJ por kilogramo.

Por lo tanto, esta reacción es **exotérmica** (genera calor) y libera oxígeno, lo que puede agravar incendios, aumentar la presión en recipientes cerrados o provocar rupturas violentas.

En el experimento (**QR2**), al calentar el producto, se produce una liberación rápida de oxígeno y calor, lo que provoca una reacción visible y difícil de controlar. **Una vez iniciada la descomposición**, esta puede continuar incluso aunque se retire la fuente de calor.



Video experimental 2. QR2: Descomposición del H_2O_2 por incremento de la temperatura.

<https://www.youtube.com/watch?v=OVbfjxmQZz8>

21 Datos y propiedades químicas, CEFIC (Consejo Europeo de la Industria Química).

Si la reacción tiene lugar en un **recipiente cerrado**, el oxígeno liberado provoca un aumento rápido de la presión interna, lo que puede desembocar en una **explosión por sobre-presión**, tal y como se simula en el experimento **QR3**.



Imagen 6. Calentamiento del H_2O_2 y su descomposición.

Video experimental 3. QR3: Incremento de la presión en un recipiente por descomposición del H_2O_2 .

<https://youtu.be/aMelwAsWlcQ>



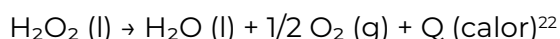
Estos experimentos ponen de manifiesto las características fisicoquímicas y la importancia de adoptar **medidas de seguridad estrictas** al intervenir con H_2O_2 como garantizar una buena ventilación, evitar su confinamiento en recipientes cerrados y controlar cuidadosamente las condiciones térmicas del entorno.

En definitiva, aunque el peróxido de hidrógeno **no arde por sí mismo**, puede proporcionar todo lo necesario para que **casi cualquier cosa a su alrededor lo haga**. Comprender este comportamiento es básico para un uso seguro y una respuesta ante posibles emergencias.

En la siguiente demostración (**QR4**) se puede evidenciar qué ocurre cuando el peróxido de hidrógeno se **contamina**. Al entrar en contacto con manganeso (o con compuestos de manganeso, como el dióxido de manganeso), el peróxido de hidrógeno concentrado reacciona de manera **extremadamente rápida y espectacular**.

El manganeso actúa como un catalizador, **acelerando la reacción y** provocando que el peróxido se **descomponga** casi de inmediato en agua y gran cantidad de oxígeno, junto con la liberación de calor en muy poco tiempo.

El H_2O_2 se descompone en agua y oxígeno:



Video experimental 4. QR4: Descomposición exotérmica del H_2O_2 por contacto con manganeso.

<https://www.youtube.com/watch?v=ywzTLgYeR0k>

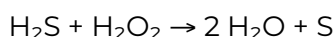


INTERVENCIÓN CON PERÓXIDO DE HIDRÓGENO PARA BOMBEROS

Esta reacción libera grandes cantidades de oxígeno y calor en breves instantes. El desprendimiento rápido de gas provoca una efervescencia intensa y, si el peróxido está muy concentrado, puede generar salpicaduras, espuma caliente o incluso proyecciones violentas del líquido.

El H_2O_2 también puede reaccionar con **sustancias alcalinas** como la sosa cáustica, el hipoclorito o el amoníaco.

Además, las reacciones de oxidación-reducción del H_2O_2 son particularmente útiles en situaciones controladas. Por ejemplo, al oxidar el sulfuro de hidrógeno (H_2S) en aguas residuales, elimina los olores desagradables y mejora la calidad del efluente:



En contacto con sustancias orgánicas (como aceites, disolventes o incluso tejidos), el H_2O_2 concentrado puede descomponerse.

En la prueba química siguiente (**QR5**) se pone en contacto un **guante de cuero de bombero** con **peróxido de hidrógeno concentrado al 70 %**, lo que permite observar de forma directa el enorme poder oxidante de esta sustancia.

Al producirse el contacto, el H_2O_2 comienza a **descomponerse de forma acelerada**, liberando **calor y oxígeno** de manera simultánea. Esta combinación genera un proceso muy energético que provoca **la combustión del cuero**, sin necesidad de una llama externa. Este experimento demuestra que el peróxido de hidrógeno es una sustancia mucho más peligrosa de lo que suele pensarse.

A altas concentraciones, puede provocar que otros materiales cercanos ardan o se degraden rápidamente; por ello, es fundamental **no subestimarlos y manejarlos siempre con extrema precaución**. Incluso materiales diseñados para protegernos, como los guantes de intervención para incendios, no son adecuados cuando entran en contacto con un oxidante tan potente.

Video experimental 5. QR5: H_2O_2 sobre guante de intervención de bombero.

<https://www.youtube.com/watch?v=kCIEXT3CaHk>



Esta demostración es un recordatorio importante: no todos los equipos de protección son seguros frente al H_2O_2 , y es imprescindible usar únicamente aquellos específicamente resistentes a oxidantes fuertes.

En resumen, la seguridad es una máxima en toda acción humana y, cuando estamos manejando peróxido de hidrógeno, debemos recordar que es un oxidante potente y el manejo o uso indebido del producto puede crear peligros potenciales como, por ejemplo:

- **La descomposición del H_2O_2 genera calor y gases** que pueden aumentar de presión, pudiendo ocasionar el estallido de aquellos recipientes que no cuentan con una ventilación adecuada.

- La descomposición del H_2O_2 puede generar **suficiente calor y oxígeno como para iniciar la combustión de materiales inflamables**, como hemos comprobado en las diferentes simulaciones o experimentos realizados.
- El enriquecimiento con oxígeno de los vapores de hidrocarburos resultantes de **la descomposición del H_2O_2 puede ocasionar explosiones** durante la etapa de vaporización.

2.4. Peligros para la salud

El H_2O_2 presenta riesgos importantes para la salud humana²³, que aumentan con la concentración:

- A concentraciones superiores al 5 %, es irritante para los ojos y la piel.
- Por encima del 20 %, puede provocar quemaduras químicas graves.
- La ingestión de peróxido de hidrógeno es peligrosa: el riesgo de lesiones graves o incluso mortales aumenta a medida que aumenta la concentración.
- El H_2O_2 no está clasificado como carcinógeno²⁴.
- La inhalación de vapores o nieblas produce una irritación interna intensa, especialmente en las vías respiratorias.

Por **exposición dérmica**, el peróxido de hidrógeno se considera que tiene una baja toxicidad, disponiendo de un DL_{50} ²⁵ para disoluciones al 90 % dentro del rango de 700 - 5.000 mg/kg²⁶ y para disoluciones al 70 % de un valor de 9.200 mg/kg²⁷.

El peróxido de hidrógeno en caso de **ingestión** presenta una toxicidad aguda moderada; de hecho, el DL_{50} ²⁸ en ratas de laboratorio oscila entre 805 mg/kg²⁹ para disoluciones al 70 % y 5.000 mg/kg³⁰ para disoluciones al 10 %.

Del mismo modo, en caso de **inhalación** del peróxido de hidrógeno presenta una toxicidad moderada; de hecho, en un estudio de toxicidad aguda realizado con ratas

23 Efectos del peróxido de hidrógeno sobre la salud.
https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts174.html

24 El peróxido de hidrógeno está considerado seguro por la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA), no es cancerígeno según la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC) y es seguro en pastas dentales hasta un 6 % según el Comité Científico de Productos de Consumo (SCCP).
https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad_alimentaria/evaluacion_riesgos/informes_comite/AGUA_OXIGENADA.pdf

25 DL_{50} : Es la dosis que produce una mortalidad del 50 % en una población animal.

26 Hrubetz et al., 1951.

27 FMC, 1979b.

28 DL_{50} . Dosis letal media para el 50 % de la población, referida a cantidad administrada en dosis única que produce la muerte del 50 % de los animales en las condiciones de experimentación establecidas.

29 Du Pont, 1996.

30 FMC, 1990a.

de laboratorio por un método similar a OECD TG 403³¹, en el que éstas fueron expuestas durante 4 horas a 170 mg/m³ de H₂O₂ al 50 % (la máxima cantidad de vapores para esa concentración), no se produjeron muertes y los signos de toxicidad se limitaron a secreciones nasales y una disminución transitoria del peso corporal³². Sin embargo, para una **exposición aguda repetida** sí muestra efectos adversos para la salud, pudiendo producir irritación del tracto respiratorio, necrosis e inflamación del epitelio en ciertas regiones de la cavidad nasal.³³

En lo que a **la información toxicológica se refiere**, debemos recordar que existen diversos valores de referencia, en función del país, instituto o agencia que se tome como referencia. En España, estos están referidos a los Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos establecidos por el INSST³⁴: VLA-ED³⁵: 1 ppm (1,4 mg/m³).

Otros valores toxicológicos de referencia son³⁶:

- TWA³⁷: 1 ppm (1,4 mg/m³) establecidos en: Austria, Bélgica, Dinamarca, Finlandia, Francia, Islandia, Corea, Nueva Zelanda, Noruega, Perú, Reino Unido y Estados Unidos.
- Límite de exposición a corto plazo (STEL³⁸): 2 – 3 ppm (2,8 – 4,2 mg/m³) en Finlandia, Suecia, Reino Unido.
- El valor inmediatamente peligroso para la vida y la salud (**IPVS**) **es 75 ppm**. Por encima del IPVS se debe usar **ERA**, y aunque la concentración sea inferior, **si se supera el VLA-ED** conviene **utilizar protección respiratoria** con filtros adecuados o ERA. Además de cualquier otro equipo de protección individual correspondiente en función de la tarea a realizar.

2.4.1. Medidas de prevención

- Evitar el contacto con el producto y con sus nieblas.

31 OECD TG 403. Acute Inhalation Toxicity.

<https://ntp.niehs.nih.gov/iccvm/suppdocs/feddocs/oced/oced-tg403.pdf>

32 FMC, 1990b.

33 CEFIC, 2002

34 <https://www.insst.es/noticias-insst/limites-de-exposicion-profesional-para-agentes-quimicos-2025>

35 VLA-ED: Representan condiciones a las cuales se cree, basándose en los conocimientos actuales, que la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos 8 horas diarias y 40 horas semanales durante toda su vida laboral, sin sufrir efectos adversos para su salud.

36 Galleria Chemica, 2014.

37 TWA: Se trata de concentraciones medias ponderadas en el tiempo, para jornadas normales de 8 horas o 40 horas semanales, a las cuales la mayoría de los trabajadores puede estar expuesta repetidamente día tras día sin sufrir efectos adversos.

38 STEL: Son concentraciones medias ponderadas para períodos de 15 minutos a las que pueden estar expuestos los trabajadores, durante cualquier período continuo de esta duración en el transcurso de la jornada de trabajo, sin sufrir una irritación intolerable, un cambio crónico o irreversible en los tejidos o una narcosis en grado suficiente como para que se incremente la predisposición al accidente, se dificulten las reacciones de defensa o se reduzcan más de 4 de estas situaciones por día, estando espaciadas como mínimo en 60 minutos y no excediéndose el TWA diario.

- Usar ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.
- Utilizar equipos de protección personal: traje de protección química, incluyendo equipo autónomo de respiración y guantes químicos.
- Utilizar gafas de protección con montura integral o pantalla facial.
- No comer, beber ni fumar durante su manipulación o intervención.

2.4.2. Experimentación: peligros para la salud

En el ensayo químico (QR6), se muestra el **efecto del peróxido de hidrógeno concentrado sobre la piel de un animal** sin vida.

En la reacción se puede apreciar que el H_2O_2 al entrar en contacto con la superficie de la piel se **descompone**. Como resultado, se libera oxígeno, acompañado de calor, y se producen **efectos corrosivos visibles** sobre el tejido.

Esta reacción no solo altera el aspecto de la piel, sino que también provoca su degradación inmediata, lo que evidencia la elevada capacidad oxidante del peróxido de hidrógeno a concentraciones altas.

Video experimental 6. QR6: Simulación de contacto del H_2O_2 sobre la piel animal.
<https://www.youtube.com/watch?v=w4YoitlbOgg>



En la imagen siguiente se muestra un ejemplo aún más cercano y contundente: el efecto del contacto directo de **una sola gota de peróxido de hidrógeno concentrado** sobre el pulgar de una mano. A pesar de tratarse de una exposición muy localizada y de corta duración, el daño en la piel resulta claramente apreciable. Este hecho evidencia que incluso pequeñas cantidades del producto pueden causar **lesiones visibles**, como blanqueamiento, irritación o quemaduras químicas.



Imagen 7. Efecto del peróxido de hidrógeno sobre la piel humana.

En resumen, esta imagen y el ensayo químico subrayan la **peligrosidad del peróxido de hidrógeno concentrado** y, demuestra la necesidad de **evitar el contacto directo con cualquier parte del cuerpo** durante su manipulación y **el uso de equipos de protección química** específicos.

2.5. Efectos para el medio ambiente

El peróxido de hidrógeno, desde el punto de vista ecológico, se caracteriza por su rápida descomposición en agua y oxígeno, lo que evita la persistencia en el medio ambiente.

Comportamiento ambiental:

- **Aire:** No existen límites regulatorios específicos para las emisiones industriales de peróxido de hidrógeno al aire.
- **Agua:** Aunque se degrada rápidamente, puede afectar a organismos acuáticos si se alcanzan concentraciones elevadas. Tradicionalmente se consideraba que, en condiciones ambientales normales, no se preveían efectos adversos significativos a concentraciones en torno a 10 ppb, siendo las algas los organismos más sensibles.
- **Suelo:** Se descompone fácilmente, transformándose en agua y oxígeno, sin dejar residuos persistentes.

En el marco de los requisitos del **Reglamento europeo de Productos Biocidas, en 2025** se llevó a cabo un nuevo estudio sobre los efectos del peróxido de hidrógeno en algas. Los resultados mostraron que incluso a concentraciones inferiores a 1 mg/L **pueden producirse efectos significativos a corto plazo en estos organismos acuáticos.**

A partir de estos datos, **la sustancia ha sido reclasificada conforme al Reglamento CLP³⁹** (Reglamento europeo sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas) como:

- **Toxicidad aguda acuática, categoría 1:** Muy tóxico para los organismos acuáticos (H400). Factor M = 1⁴⁰.

Además, considerando el nuevo estudio en algas junto con estudios previos de toxicidad crónica en invertebrados acuáticos (con valores de NOEC⁴¹ inferiores a 1 mg/L), también se clasifica como:

- **Toxicidad crónica acuática, categoría 3:** Nocivo para los organismos acuáticos, con efectos duraderos (H412).

39 Clasificación y etiquetado del peróxido de hidrógeno. El peróxido de hidrógeno figura en el actual anexo VI del Reglamento.

<https://team-mastery.eu/clh-proposed-for-hydrogen-peroxide/#:~:text=TEAM%20mastery%20%3E%20Newsletter%20Archive%20%3E%20CLH,updated%20on%20further%20regulatory%20developments.>

Clasificación del peróxido de hidrógeno: <https://www.peroxygens.org/regulation/>

40 El peróxido de hidrógeno está clasificado como Toxicidad aguda acuática, categoría 1 (H400) con Factor M = 1 según el Reglamento CLP, lo que significa que es muy tóxico para organismos acuáticos a corto plazo. El Factor M = 1 indica que, en el cálculo de mezclas, su contribución a la peligrosidad ambiental no se incrementa más allá del valor estándar de su categoría.

41 Los valores NOEC ("No Observed Effect Concentration") son la concentración más alta de una sustancia en la que no se observan efectos adversos estadísticamente significativos en los organismos estudiados durante un ensayo de toxicidad.

Se espera que la nueva normativa se publique en torno a 2027⁴², momento en el que será necesario revisar y adaptar los pictogramas y a las indicaciones de peligro o los criterios de clasificación del producto. Y consecuentemente se modificarán las fichas de datos de seguridad del peróxido de hidrógeno dependiendo de su concentración.

Aplicando el método de cálculo establecido en el CLP, las soluciones acuosas que contienen únicamente peróxido de hidrógeno y agua se clasificarán así:

H₂O₂ ≥ 25 % de concentración:

- Toxicidad aguda acuática, categoría 1 (H400).
- Toxicidad crónica acuática, categoría 3 (H412).

En términos sencillos, esto significa que **las soluciones concentradas (25 % o superiores) deberán llevar etiquetado de peligro ambiental**, debido a su posible impacto en los ecosistemas acuáticos si se producen vertidos o liberaciones significativas.

El peróxido de hidrógeno no es contaminante persistente, pero sí puede ser muy tóxico para organismos acuáticos en concentraciones altas o vertidos directos.



Imagen 8. Efectos de un derrame de H₂O₂ diluido con agua.

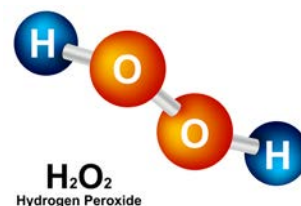
En caso de **emergencia**, cuando se produce un derrame, las prioridades ambientales son: **contener el producto, diluirlo y evitar que llegue a ríos, lagos u otras masas de agua.**

El peróxido de hidrógeno puede eliminarse a través del sistema de alcantarillado, pero solo si está lo suficientemente diluido como para no causar daños en las tuberías ni en el entorno. Por seguridad, se recomienda que su concentración final no supere el 5 %. Esto implica que, en la práctica, **debe diluirse con grandes cantidades de agua, dependiendo de lo concentrado que esté inicialmente.**

Otra forma de gestionar un derrame es absorber el líquido con materiales no combustibles, como arena o vermiculita. De este modo, se evita que el producto se disperse y cause un impacto negativo en el medio ambiente.

42 El Reglamento REACH es la normativa de la Unión Europea sobre Registro, Evaluación, Autorización y Restricción de sustancias químicas. Obliga a las empresas a demostrar que las sustancias que fabrican o comercializan son seguras para la salud humana y el medio ambiente.





3. SEÑALIZACIÓN Y ETIQUETADO

Al igual que los ciudadanos de cualquier país que disponen de un número de identificación, las sustancias químicas también han de disponer de un número inequívoco que las identifique y las diferencie de los otros miles de sustancias existentes. Este número, denominado CAS RN⁴³ identifica de manera única a una sola sustancia, pero no tiene ningún significado químico. Este registro de número CAS engloba las sustancias identificadas en la literatura científica desde 1957 hasta la actualidad y, aunque se actualiza diariamente con miles de nuevas sustancias, incluye también sustancias que se remontan a principios de 1900.

En la actualidad el registro CAS incluye más de 55 millones de sustancias únicas, orgánicas e inorgánicas, por lo que el ser capaces de identificar una entre todas las demás y así poder conocer e interpretar sus propiedades fisicoquímicas, es de vital importancia.

El número CAS del peróxido de hidrógeno es 7722-84-1⁴⁴

3.1. Reglamento CLP y SGA

El reglamento (CE) n.º 1272/2008 sobre **clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas (CLP)** alinea la legislación anterior de la UE con el SGA (Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos), un sistema de las Naciones Unidas para identificar productos químicos peligrosos e informar a las empresas/personas usuarias sobre estos peligros. Dicho reglamento CLP entró en vigor el 20 de enero de 2009.

El sistema, denominado “Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (SGA)”, aborda la clasificación de los productos químicos por tipos de peligro y propone elementos armonizados de comunicación de peligros, incluidas las etiquetas y las hojas de datos de seguridad.

Su objetivo es garantizar que la información sobre los peligros físicos y la toxicidad de los productos químicos esté disponible para mejorar la protección de la salud humana y del medio ambiente durante su manipulación, el transporte y su uso.

43 <https://www.cas.org/es-es/cas-data/cas-registry>.

44 Richard k. Lewis, Doris V. Sweet. “Regulations, recommendations and assessments extracted from the registry of toxic effects of chemicals substances” U.S. Department of Health and Human Services. 1986.

INTERVENCIÓN CON PERÓXIDO DE HIDRÓGENO PARA BOMBEROS

El SGA también proporciona una base para la armonización de las normas y reglamentos sobre productos químicos a nivel nacional, regional y mundial, un factor importante también para la facilitación del comercio.

Si bien los gobiernos, las instituciones regionales y las organizaciones internacionales son los destinatarios principales del SGA, éste también contiene suficiente contexto y orientación para la industria que en última instancia implementará los requisitos que se han adoptado.

La primera edición del SGA se adoptó en diciembre de 2002 y se publicó en 2003. Desde entonces, el SGA se ha actualizado, revisado y mejorado cada dos años a medida que surgen las necesidades y se gana experiencia en su aplicación⁴⁵.

Conforme a los criterios del SGA, el peróxido de hidrógeno del 60 % tiene los siguientes pictogramas de peligro.



*Imagen 9. Etiquetas del Sistema Globalmente Armonizado.
Comburente (GHS03) y corrosivo (GHS05).
Incorporación del GHS09 con la actualización del CLP⁴⁶ en 2026,
para concentraciones iguales o superiores al 25 % de H₂O₂.*

Debido a sus propiedades, el SGA establece una serie de peligros y medidas de precaución inherentes al H₂O₂, que deben reflejarse en su Ficha de Datos de Seguridad (FDS) y en las etiquetas correspondientes.

Se consideran las siguientes, aunque pueden variar en función de la concentración de la disolución (como se puede comprobar en el siguiente cuadro resumen):

- a) **Peligros físicos, para la salud y para el medio ambiente:** se refieren a frases que, asignadas a una clase o categoría de peligro, describen la naturaleza del riesgo que presenta un producto y, cuando procede, su grado.
- b) **Consejos de prudencia:** se refieren a frases y/o pictogramas que describen las medidas recomendadas para minimizar o prevenir los efectos adversos derivados de la exposición a un producto peligroso, especialmente aquellos causados por un almacenamiento o manipulación inadecuados.

⁴⁵ Dichas actualizaciones se pueden consultar en la siguiente página web: <https://shop.un.org/books/global-harmon-syst-class-10-25060?v=41890>

⁴⁶ Clasificación del peróxido de hidrógeno: <https://www.peroxygens.org/regulation/>

El Reglamento (CE) N° 1272/2008 de la UE establece para el H₂O₂ las siguientes categorías de clasificación de peligro⁴⁷:

CONCENTRACIÓN (C)	CLASIFICACIÓN E INDICACIONES DE PELIGRO	PICTOGRAMA DE PELIGRO
C ≥ 70 %	Líquido comburente, cat. 1: H271 (Puede provocar incendio o explosión; comburente muy potente). Toxicidad aguda oral, cat. 4: H302 (Nocivo en caso de ingestión). Toxicidad aguda inhalación, cat. 4: H332 (Nocivo en caso de inhalación). Corrosión cutánea, cat. 1A: H314 (Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves). Lesiones oculares graves, cat. 1: H318 (Provoca lesiones oculares graves). Toxicidad específica en determinados órganos – exposición única, cat. 3: H335 (Puede irritar las vías respiratorias). Peligro agudo para el medio acuático, cat. 1: H400 (Muy tóxico para los organismos acuáticos). Peligro crónico para el medio acuático, cat. 3: H412 (Nocivo para los organismos acuáticos, con efectos duraderos).	
50 % ≤ C < 70 %	Líquido comburente, cat. 2: H272 (Puede agravar un incendio; comburente). Toxicidad aguda oral, cat. 4: H302. Toxicidad aguda inhalación, cat. 4: H332. Corrosión cutánea, cat. 1B: H314. Lesiones oculares graves, cat. 1: H318 STOT SE 3: H335. Peligro agudo acuático, cat. 1: H400. Peligro crónico acuático, cat. 3: H412.	
35 % ≤ C < 50 %	Toxicidad aguda oral, cat. 4: H302. Toxicidad aguda inhalación, cat. 4: H332. Irritación cutánea, cat. 2: H315 (Provoca irritación cutánea). Lesiones oculares graves, cat. 1: H318 STOT SE 3: H335. Peligro agudo acuático, cat. 1: H400 Peligro crónico acuático, cat. 3: H412.	

⁴⁷ <https://echa.europa.eu/es/brief-profile/-/briefprofile/100.028.878>

Clasificación del peróxido de hidrógeno: <https://www.peroxygens.org/regulation>

INTERVENCIÓN CON PERÓXIDO DE HIDRÓGENO PARA BOMBEROS

CONCENTRACIÓN (C)	CLASIFICACIÓN E INDICACIONES DE PELIGRO	PICTOGRAMA DE PELIGRO
$30 \% \leq C < 35 \%$	Toxicidad aguda oral, cat. 4: H302. Toxicidad aguda inhalación, cat. 4: H332. Lesiones oculares graves, cat. 1: H318. Peligro agudo acuático, cat. 1: H400. Peligro crónico acuático, cat. 3: H412.	
$25 \% \leq C < 30 \%$	Toxicidad aguda oral, cat. 4: H302. Lesiones oculares graves, cat. 1: H318. Peligro agudo acuático, cat. 1: H400. Peligro crónico acuático, cat. 3: H412.	
$22 \% \leq C < 25 \%$	Lesiones oculares graves, cat. 1: H318. Toxicidad aguda oral, cat. 4: H302.	
$8 \% \leq C < 22 \%$	Lesiones oculares graves, cat. 1: H318.	
$5 \% \leq C < 8 \%$	Irritación ocular, cat. 2: H319 (Provoca irritación ocular grave).	
$C < 5 \%$	No clasificado como peligroso.	—

Tabla 4. Categorías de clasificación de peligro para el H_2O_2 conforme al Reglamento CLP.

Resumiendo: A mayor concentración, mayor peligro: aumentan el poder comburente, la corrosividad y el riesgo de descomposición violenta. El H_2O_2 no es inflamable, pero **“alimenta” intensamente los incendios** gracias al oxígeno generado en su descomposición.



Imagen 10. Incendio en instalaciones con peróxido de hidrógeno.

3.2. Señalización para el transporte (ADR)

El **peróxido de hidrógeno** está clasificado como **mercancía peligrosa** para el transporte a partir del 8 % de concentración, debido a su **carácter comburente** y, en determinadas concentraciones, **corrosivo**. Por este motivo, su transporte está regulado por el **ADR⁴⁸** (Acuerdo Europeo sobre Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera), así como por otras normativas internacionales (RID, IMDG, IATA).



Imagen 11. Panel naranja y etiquetas de peligro en un ISO⁴⁹ contenedor.

El peróxido de hidrógeno no estabilizado, así como las soluciones acuosas no estabilizadas con una concentración superior al 60 %, no están admitidos para el transporte.

Entre el 8 % y el 60 %, el H₂O₂ está sujeto a diferentes disposiciones del ADR en función de su concentración y grado de estabilización.

Las unidades de transporte que trasladan peróxido de hidrógeno deben estar identificadas mediante:

- **Etiquetas de peligro:**
 - Clase **5.1**: sustancia comburente (oxidante).
 - Clase **8**: sustancia corrosiva (según la concentración).
- **Paneles naranjas:**
 - Dos paneles obligatorios, situados en la parte **delantera y trasera** del vehículo.
 - En la parte superior figura el **Número de Identificación de Peligro (NIP)⁵⁰**.
 - En la parte inferior figura el **Número ONU⁵¹** de la sustancia transportada.

⁴⁸ <https://www.transportes.gob.es/transporte-terrestre/mercancias-peligrosas-y-perecederas>
Página web donde puede descargarse o consulta ADR vigente.

⁴⁹ El contenedor ISO se refiere a un tipo de tanque producido siguiendo las normas o estándares de la ISO (International Organization for Standardization).

⁵⁰ El número de identificación de peligro (NIP) se compone de dos o tres cifras que indican los peligros.

⁵¹ Es el número de identificación de 4 cifras de las materias u objetos extraído del Reglamento de la ONU.

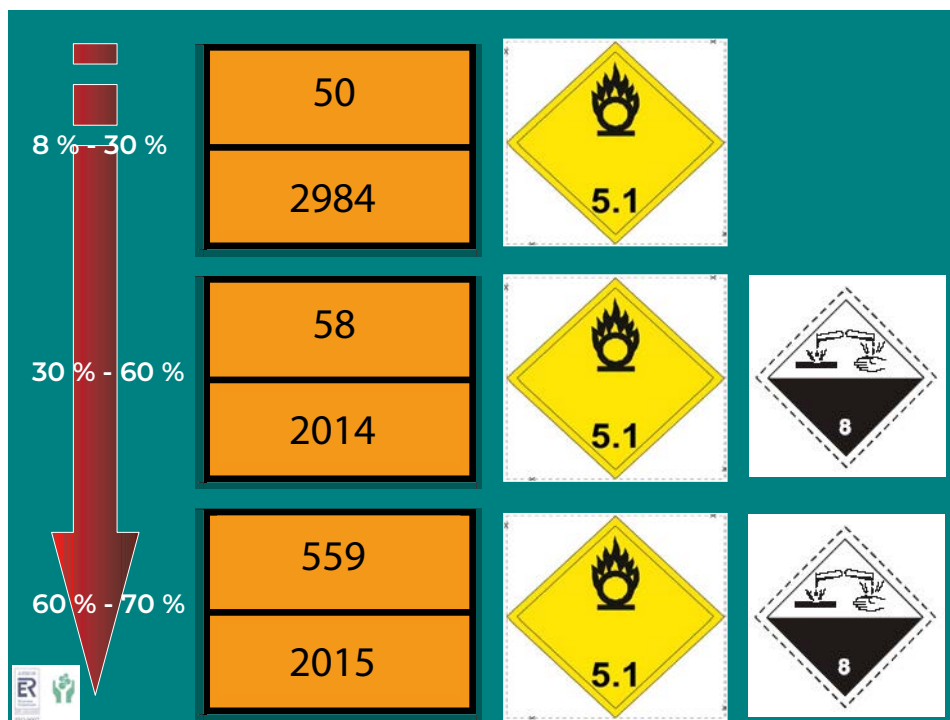


Imagen 12. Panel naranja y etiquetas de peligro de diferentes concentraciones de H_2O_2 .

El significado de los números de identificación de peligro (NIP) son:

- **NIP 559:** sustancia **muy comburente**; puede provocar reacciones violentas espontáneas.
- **NIP 58:** sustancia **comburente y corrosiva**.
- **NIP 50:** sustancia **comburente**.

3.3. Señalización en lugares de trabajo

El peróxido de hidrógeno es una sustancia química que puede resultar peligrosa si no se maneja correctamente. Por eso, es fundamental que estos riesgos estén claramente indicados mediante señalización en los lugares donde se almacena o utiliza.

Entre los principales peligros destacan:

- Es un oxidante fuerte, lo que significa que puede intensificar incendios.
- Puede ser corrosivo, especialmente en concentraciones elevadas.
- El contacto con la piel o los ojos puede provocar quemaduras graves.
- En determinadas condiciones (calor, contaminación o almacenamiento inadecuado), puede descomponerse de forma violenta.

Para evitar accidentes, los espacios de trabajo deben contar con señales visibles y fáciles de entender, tal y como establece el **Real Decreto 485/1997, que adapta la Directiva 92/58/CEE**.

Entre las **señales más habituales** se encuentran:

- Señales de sustancia corrosiva.
- Señales de sustancia comburente u oxidante.
- Otras señales de advertencia situadas en accesos, zonas de almacenamiento y áreas de trabajo.



Imagen 13. Señales de advertencia del H₂O₂ en puestos de trabajo.

Además, los envases y depósitos deben estar correctamente etiquetados siguiendo el Sistema Globalmente Armonizado (SGA/CLP). Estas etiquetas incluyen información básica como el nombre del producto, su concentración, los pictogramas de peligro y recomendaciones de seguridad.

Por otro lado, también es habitual encontrar **señalización adicional** que refuerza la seguridad en estas zonas, como, por ejemplo:

- Obligación de usar equipos de protección (gafas, guantes, protección facial).
- Prohibición de fumar o utilizar llamas abiertas.
- Restricción de acceso a personal no autorizado.
- Indicación de duchas de emergencia y lavaojos.

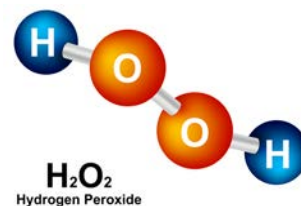
Para que estas señales sean comprensibles para cualquier persona, incluso ajena a la empresa, se utilizan símbolos y colores normalizados según normas internacionales como la ISO 7010⁵² o la ANSI Z535⁵³.

Además, se recomienda seguir las orientaciones del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, que ofrece guías prácticas sobre señalización y prevención de riesgos.

52 UNE-EN ISO 7010:2020/A1:2020. Símbolos gráficos. Colores y señales de seguridad. Señales de seguridad registradas. Modificación 1 (ISO 7010:2019/Amd 1:2020).

53 ANSI Z535.4-2023. *Product Safety Signs and Labeling*.





4. ALMACENAMIENTO

4.1. Consideraciones iniciales

El peróxido de hidrógeno, como **sustancia peligrosa** con propiedades oxidantes y corrosivas, debe almacenarse siguiendo **criterios técnicos estrictos** que garanticen en todo momento unas condiciones seguras y controladas.

Desde el punto de vista normativo, el H_2O_2 es un peróxido inorgánico, por lo que no le resulta de aplicación la ITC MIE APQ-9⁵⁴, ya que esta instrucción se refiere exclusivamente al almacenamiento de peróxidos orgánicos. No obstante, en función de su **concentración**, el almacenamiento de peróxido de hidrógeno sí queda afectado por otras Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos (APQ):

- APQ-7, relativa a sustancias corrosivas, aplicable a partir de concentraciones del 1 %.
- APQ-6, relativa a sustancias tóxicas, aplicable a concentraciones iguales o superiores al 50 %.
- APQ-10, cuando el producto se almacena en envases transportables o recipientes móviles.

Además, cuando se almacenan **grandes cantidades de peróxido de hidrógeno de alta concentración**, el establecimiento puede quedar incluido dentro del ámbito de aplicación de la **normativa SEVESO**⁵⁵, concretamente a partir de **100 toneladas** de H_2O_2 con una concentración igual o superior al **20 %**.

Es importante destacar que el peróxido de hidrógeno **nunca debe almacenarse en contacto ni en proximidad con materiales inflamables o combustibles**.



Imagen 14. Depósitos de almacenamiento de H_2O_2 .

54 Real Decreto 656/2017, de 23 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos y sus Instrucciones Técnicas Complementarias MIE APQ 0 a 10. https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2017-8755.

55 La normativa SEVESO, traspuesta en España en el RD 840/2015, tiene como objetivo establecer las normas necesarias para la prevención de accidentes graves.

Además de la señalización reglamentaria, se consideran buenas prácticas esenciales:

- Almacenar el peróxido de hidrógeno alejado de materiales inflamables, combustibles o reductores.
- Señalizar claramente rutas de evacuación y equipos de emergencia.
- Formar al personal en el manejo seguro y primeros auxilios.
- Disponer de Fichas de Datos de Seguridad (FDS) accesibles y actualizadas.



Imagen 15. Señalización en depósitos de almacenamiento de H_2O_2 .

4.2. Depósitos de almacenamiento fijos

En este apartado se pone especial énfasis en los tanques o depósitos fijos de almacenamiento, ya que representan el mayor nivel de riesgo debido al gran volumen de producto contenido. Más adelante se describen también los distintos tipos de almacenamiento móvil (cisternas y envases), así como los materiales utilizados para el almacenamiento de H_2O_2 .

4.2.1. Materiales de construcción para el almacenamiento del H_2O_2

El peróxido de hidrógeno es una sustancia química que requiere **condiciones muy específicas de almacenamiento** para garantizar la seguridad. Por este motivo, los depósitos destinados a su almacenamiento deben ser siempre **tanques atmosféricos**⁵⁶, es decir, no diseñados para trabajar a presión.

Aunque la normativa vigente no obliga a utilizar un material concreto para la fabricación de estos depósitos, sí exige demostrar que el material elegido sea **compatible con el peróxido de hidrógeno**. Además, el material debe seleccionarse teniendo en cuenta el entorno donde se instalará el tanque y las condiciones ambientales a las que estará expuesto (temperatura, humedad, ubicación exterior o interior, etc.), de modo que se elija la opción más segura y adecuada en cada caso.

Según las recomendaciones de la guía del CEFIC (Consejo Europeo de la Industria Química), **los materiales más comunes para la fabricación de depósitos de almacenamiento de H_2O_2** son los siguientes⁵⁷:

⁵⁶ Guía CEFIC PEROXYGENS.

⁵⁷ Guía CEFIC PEROXYGENS.

- o **Acero inoxidable.** El acero inoxidable austenítico es el material más empleado, especialmente las aleaciones **304L y 316L**. Durante su fabricación y soldadura es fundamental utilizar protección con gas inerte, ya que esto evita la incorporación de impurezas que podrían reaccionar con el peróxido de hidrógeno y provocar su descomposición.
- o **Aluminio y sus aleaciones.** El aluminio de alta pureza (99,5 %) y la aleación **AlMg3⁵⁸** también pueden utilizarse para tanques de H₂O₂. No obstante, su fabricación suele ser más compleja que la del acero inoxidable, lo que limita su uso a aplicaciones específicas.
- o **Materiales plásticos.** Se emplean principalmente en tanques de pequeño tamaño y para concentraciones de H₂O₂ superiores al 50 %. El material plástico más utilizado es el **polietileno de alta densidad (HDPE)**.

Estos tanques requieren especial cuidado, ya que pueden dañarse con golpes o colisiones. Por este motivo, deben instalarse en **posición vertical⁵⁹**, lo que reduce el estrés mecánico del material. El volumen máximo habitual de este tipo de tanques es de aproximadamente **50 m³**.



Imagen 16. Depósitos de almacenamiento horizontales y verticales.

4.2.2. Materiales que no deben utilizarse

Existen ciertos **materiales que no deben utilizarse** en la construcción de tanques ni en elementos que estén en contacto con el peróxido de hidrógeno, debido a que favorecen su descomposición. Entre ellos se encuentran: grafito, cobre, latón y bronce, níquel, hierro y acero al carbono (acero dulce), cromo y gomas sintéticas.

58 AlMg3 es una designación convencional que indica una aleación de aluminio con aproximadamente un 3 % de magnesio; el número no es un subíndice, ya que no representa una fórmula química.

59 Tank installation for PH. Evonik industries.

INTERVENCIÓN CON PERÓXIDO DE HIDRÓGENO PARA BOMBEROS

Si se desea utilizar un material que no esté contemplado en las guías técnicas específicas para H_2O_2 , su compatibilidad deberá ser evaluada y comprobada previamente antes de su puesta en servicio. Antes del primer llenado, **todos los tanques deben limpiarse de forma rigurosa**, con el fin de eliminar cualquier impureza que pueda provocar la descomposición del peróxido de hidrógeno.

Para minimizar estos riesgos es imprescindible que **todas las superficies metálicas que entren en contacto con H_2O_2** se sometan a un tratamiento previo adecuado, incluso si ese contacto se produce una sola vez. Este tratamiento incluye procesos de limpieza, preparación química y pasivación.

Durante las fases de **desengrase** y **decapado**, las superficies metálicas se limpian para eliminar grasas, aceites y residuos. A continuación, en la etapa de **pasivación**, se provoca una oxidación controlada del metal. Como resultado, se forma una **capa protectora de óxido** que vuelve la superficie metálica químicamente inerte frente al peróxido de hidrógeno. De este modo, se evita que el metal actúe como catalizador y acelere la descomposición del H_2O_2 .

El **proceso de pasivación** se lleva a cabo siguiendo los siguientes pasos:

1. Preparación mecánica: eliminación de salpicaduras de soldadura y corrección de rayaduras o imperfecciones.
2. Desengrase: retirada de aceites, grasas y contaminantes orgánicos.
3. Decapado: limpieza química para eliminar óxidos y residuos adheridos.
4. Pasivación con ácido nítrico: formación de una capa protectora de óxido sobre la superficie metálica.
5. Ensayo con peróxido de hidrógeno diluido: comprobación de que el tratamiento ha sido efectivo y que no se produce descomposición del peróxido.

Este procedimiento es altamente especializado y debe ser realizado únicamente por personal debidamente formado y entrenado.

Experimentando con materiales incompatibles

En la prueba que se presenta a continuación (**QR7**) puede observarse cómo **el peróxido de hidrógeno se descompone de forma inmediata al entrar en contacto con un recipiente de platino**. Esta rápida reacción pone de relieve la elevada sensibilidad del H_2O_2 frente a determinados materiales capaces de acelerar su descomposición.

El experimento ilustra la **importancia de seleccionar materiales compatibles** en todas las instalaciones y equipos que entren en contacto con el peróxido de hidrógeno, ya que, de lo contrario, podrían desencadenarse reacciones inesperadas y potencialmente peligrosas.



Imagen 17. Descomposición rápida del H_2O_2 al contacto con el platino.



Video experimental 7. QR7: Reacción del H_2O_2 en un recipiente de platino.
<https://www.youtube.com/watch?v=SAuh3WDEqRw>

4.2.3. Control de temperatura

Dado que el H_2O_2 es inestable y tiene facilidad para descomponerse, tanto más rápido cuanto mayor sea su temperatura y más impurezas tenga, es importante controlar la materia y reconocer cuándo la descomposición se está produciendo fuera de los parámetros establecidos como normales y seguros; para ello, uno de los indicadores más fiables es el aumento de la temperatura. Para ello, la guía del CEFIC recomienda que se instalen **equipos de medida de temperatura y alarma** de forma permanente. Dado que la descomposición puede no ser homogénea en todo el volumen del tanque, se recomienda que en tanques de gran volumen se instalen varios sensores para conseguir un adecuado nivel de medida.

Una medida alternativa que se está considerando actualmente es medir directamente la superficie del líquido mediante infrarrojos, ya que se considera que esta zona será la de mayor temperatura, reduciendo los sensores a uno, o dos en grandes tanques.

En cuanto a la alarma, debería ser tarada tan baja como sea posible, en concordancia con la temperatura del entorno. El CEFIC⁶⁰ propone, a modo de ejemplo, que una primera alarma sea tarada 5 °C por encima de la temperatura máxima normal del líquido y una segunda alarma o alarma de emergencia sea tarada a 10 °C por encima de la máxima normal.

Otro modo de establecer las alarmas es por la velocidad de aumento de la temperatura, pudiéndose fijar que suene la alarma cuando el incremento sea mayor a 1 °C/h.

En zonas con temperaturas muy cálidas, se suelen poner parasoles a los tanques para evitar un excesivo calentamiento.

Resumiendo: El H_2O_2 debe almacenarse en un lugar **fresco y seco**. La temperatura del producto debe mantenerse **por debajo de 40 °C**, ya que temperaturas superiores incrementan el riesgo de **descomposición acelerada**, con liberación de oxígeno y aumento de presión, y pueden afectar negativamente la integridad de los depósitos y envases.

60 Consejo Europeo de la Industria Química (CEFIC).

4.2.4. Sistema de alivio de presión de emergencia

Los tanques de almacenamiento deben disponer de al menos una abertura de ventilación de emergencia que permita liberar la presión en caso de emergencia por descomposición. La mejor manera para instalar este sistema es mediante una boca de hombre con tapa que abra libremente y permita liberar la sobrepresión generada⁶¹.



Imagen 18. Tapas para liberar presión en depósitos verticales.

Para el cálculo de las dimensiones de la ventilación se deberán estudiar al menos tres posibles escenarios en cuanto a la descomposición del H_2O_2 :

- *Escenario 1:* En el que se produce una fuerte descomposición por la entrada en el tanque de un potente catalizador, como, por ejemplo, la sosa cáustica; en este caso, la ventilación debe ser lo mayor posible (todo el techo, por ejemplo).
- *Escenario 2:* Donde la descomposición se produce por impurezas o sustancias pero que no se comportan como catalíticas con el H_2O_2 .
- *Escenario 3:* Donde los almacenamientos de H_2O_2 se encuentran en zonas altamente controladas y donde la organización y diseño de la planta hacen bastante improbable la contaminación severa de los tanques. En este caso, se estudiará el tamaño de las ventilaciones en función de parámetros como el volumen, la concentración del producto, etc.

En todo caso, para minimizar los daños que puedan producirse por un estallido del tanque, se recomienda que los techos de los mismos rompan a la menor sobrepresión posible; así, de no ser suficiente la liberación producida por las válvulas de sobrepresión, se produciría la ruptura del techo, evitando así el estallido de todo el tanque.

A su vez, la **ITC MIE APQ 6 para sustancias corrosivas** nos indica que “todo recipiente deberá disponer de sistemas de venteo o alivio de presión para prevenir la formación de vacío o presión interna, de tal modo que se evite la deformación del techo o de las paredes como consecuencia de las variaciones de presión producidas por

61 Guía CEFIC PEROXYGENS.

https://www.peroxygens.org/wp-content/uploads/2023/07/CEFIC-H2O2-AM_7159.pdf

efecto de los llenados, vaciados o cambios de temperatura. Las salidas de dicho sistema estarán alejadas de los puntos de operación y vías de circulación en donde las personas puedan verse expuestas, o se protegerán adecuadamente para evitar las proyecciones de líquidos y vapores⁶²”.

Por lo tanto, **todos los contenedores para almacenamiento del peróxido de hidrógeno** deben ser recipientes atmosféricos. Cada uno **debe estar equipado con una ventilación continua**, diseñada apropiadamente para desprender pequeñas cantidades de oxígeno a la atmósfera, las cuales son liberadas normalmente por el H_2O_2 .

Una característica de seguridad adicional de los tanques de almacenamiento de peróxido de hidrógeno es la inclusión de discos de ruptura para el alivio de sobrepresiones, compuestos por láminas que se rompen en caso de aumento de la presión.

4.2.5. Sistema de detección de sobrellenado

Si el material empleado en la construcción se encuentra entre los aceros recomendados por la guía del CEFIC, la probabilidad de que se produzca una fuga es muy baja dado que el H_2O_2 no los corroe. Es mucho más habitual que se produzca un derrame por sobrellenado que por fuga en el recipiente. Por ello, se recomienda que se instale una alarma de sobrellenado. Un indicador con alarma de bajo y alto nivel es aún más recomendable.

4.2.6. Cubeto de contención

Los tanques deben encontrarse dentro de un cubeto de contención de hormigón capaz de retener la fuga de los tanques de mayores dimensiones, o al menos el 10 % del volumen de todos los tanques en conjunto que se encuentren en su interior.

4.2.7. Suministro de agua para enfriamiento e inundación

Por razones de seguridad, debería asegurarse un suministro de agua que permitiera el enfriamiento o inundación del tanque en caso de descomposición peligrosa del H_2O_2 .

El caudal apropiado dependerá del tamaño del tanque, así como del resto de elementos de seguridad del mismo. Se aconseja que el agua sea introducida desde la parte superior del tanque a través de una tubería tipo buzo, con el objeto de producir una mejor mezcla con el H_2O_2 .



Imagen 19. Parasol superior y tubería de refrigeración en un tanque vertical.

62 ITC MIE APQ 6.

4.2.8. Tuberías y equipos auxiliares

Todas las tuberías y equipos auxiliares deben construirse con materiales compatibles al H_2O_2 . Se ha de tener mucho cuidado con los lubricantes usados ya que muchos son incompatibles con el H_2O_2 . Algunas siliconas y fluidos basados en fluorocarbonos son apropiados.

Para concentraciones de hasta el 50 % de H_2O_2 , las tuberías de PVC 100 han sido probadas satisfactoriamente. Para concentraciones mayores al 60 %, si se quiere usar materiales plásticos, se debe emplear polietileno (PE) o fluoruro de polivinilideno (PVDF). Para concentraciones muy elevadas de H_2O_2 , es mejor emplear acero inoxidable o aluminio puro.

Las tuberías, bombas y resto de equipos deberían poseer sistemas que les protejan de sobrepresiones que puedan ocurrir en caso de descomposición del H_2O_2 . Del mismo modo, se ha de tener especial cuidado para que no entren impurezas en los mismos que puedan producir una descomposición peligrosa del H_2O_2 . Todas las tuberías deberían contar con un sistema de drenaje y se deberían evitar las tuberías con final ciego, así como tuberías en las que quede el H_2O_2 sin circulación, para evitar el estancamiento del H_2O_2 que pueda producir sobrepresiones. Generalmente, en las tuberías donde circule el H_2O_2 en concentraciones comerciales (a partir del 30 %) no es necesario aislamiento contra heladas.



Imagen 20. Conducciones, válvula sobrepresión y cubeto.

Las bombas usadas para el trasiego del H_2O_2 suelen ser del tipo centrífugo, aunque también son usadas las de tipo volumétrico (diafragma, pistón, etc.). Los mejores resultados son obtenidos con bombas de una etapa fabricadas en acero inoxidable. En caso de pequeños tanques de almacenamiento de un máximo de 10 m^3 , se puede usar la misma bomba para llenado y vaciado; para mayores tanques, se aconseja una bomba para cada operación.

4.3. Almacenamiento en envases móviles

Es frecuente el envío de peróxido de hidrógeno en pequeños envases, barriles o en GRG⁶³ de hasta 1.000 litros. **Las concentraciones de H_2O_2 de estos envases suelen**

63 Los GRG (Gran Recipiente de mercancías a Granel), también llamados con sus siglas en inglés IBC (*Intermediate Bulk Container*) son recipientes de gran tamaño para el almacenamiento y transporte de mercancías a granel que se rigen por una normativa de uso.

ser inferiores al 60 %. Se ha de tener especial cuidado de **no almacenar junto a materiales inflamables o combustibles**⁶⁴.

Se recomienda almacenar en lugares cerrados y bien ventilados, sin fuentes de calor extremas cercanas al H_2O_2 . También se indica que el suelo sea de hormigón con ligera inclinación que pueda dirigir cualquier derrame a un sistema de drenaje.

Como **el peróxido de hidrógeno tiene la particularidad de descomponerse liberando oxígeno**, proceso que puede acelerarse por el calor o la contaminación del producto, la gestión adecuada de los envases y la ventilación son aspectos fundamentales tanto en el almacenamiento como durante una emergencia.

- o Deben utilizarse **exclusivamente envases homologados y específicos** para el peróxido de hidrógeno.
- o Estos envases incorporan **sistemas de degasificación o venteo** diseñados para permitir la liberación controlada del oxígeno generado.
- o Los envases deben almacenarse y manipularse **en posición vertical**, garantizando así el correcto funcionamiento del sistema de venteo y evitando fugas.
- o Es fundamental **revisar periódicamente** el estado de los envases y de sus dispositivos de ventilación. Un **envase abombado o deformado** es un claro indicio de fallo del sistema o de acumulación de presión interna.
- o Si se detecta **presión interna**, esta debe liberarse **con extrema precaución** y siguiendo los procedimientos del fabricante.
- o El peróxido de hidrógeno **nunca debe quedar completamente confinado**. Siempre debe existir una vía segura para la liberación del oxígeno producido por su descomposición. Este principio debe tenerse en cuenta también en el **diseño de tuberías, válvulas y equipos**, ya que un confinamiento accidental puede provocar roturas o explosiones.
- o Los materiales de construcción más comunes para este tipo de envases son los plásticos, en concreto, el polietileno de alta densidad (HDPE).
- o En el caso de envases, estos deben mantenerse **protegidos de la radiación solar directa** y alejados de cualquier **fuentes de calor** (tuberías calientes, equipos eléctricos, hornos, etc.), ya que el calor favorece la descomposición del peróxido de hidrógeno.



Imagen 21. Garrafas con peróxido de hidrógeno.

En los almacenamientos de H_2O_2 , se debe disponer de una fuente de agua potable para poder diluir derrames y dirigir fugas, así como una ducha y lavabo para ojos de emergencia.

⁶⁴ PH storage and handling SOLVAY INTEROX.

INTERVENCIÓN CON PERÓXIDO DE HIDRÓGENO PARA BOMBEROS

En el manejo de garrafas u otros depósitos móviles de pequeño tamaño, se debe tener cuidado de no volcarlos, ni hacerlos rodar sobre el suelo o cualquier otro tipo de manipulación por parte del usuario no prevista por el fabricante que pueda provocar el derrame del producto.

Demostración práctica de una prueba de venteo del tapón de una garrafa

Las **pruebas de venteo** que se realizan a los tapones (membranas) de las garrafas que contienen **peróxido de hidrógeno** tienen como objetivo comprobar que el envase es **capaz de liberar gases de forma segura**. Aunque el peróxido de hidrógeno se almacene correctamente, puede sufrir una **descomposición lenta y natural**, durante la cual se libera **oxígeno**.

Si este gas no pudiera salir al exterior, se acumularía presión en el interior de la garrafa, lo que podría provocar la **deformación del envase**, la **rotura del tapón** o incluso una **explosión**. Para evitarlo, los tapones incorporan una **membrana de venteo**, diseñada para permitir el paso del gas cuando la presión interna aumenta.



Imagen 22. Válvula de alivio de un tape de un IBC / GRG por su interior y exterior.

Las pruebas de venteo verifican que esta membrana funciona correctamente: debe permanecer sellada en condiciones normales, pero **evacuar el oxígeno de forma controlada** cuando se genera sobrepresión. De este modo, se garantiza que, incluso en caso de descomposición del peróxido, el envase puede **aliviar la presión sin romperse**, aumentando significativamente la seguridad durante el almacenamiento y el transporte.

En el siguiente enlace (**QR8**) se puede observar una **prueba de venteo de un tapón de la garrafa** de 25 litros para H_2O_2 .

Video experimental 8. QR8: Prueba de sobrepresión del tapón de una garrafa.

<https://www.youtube.com/watch?v=CPW6qjFlsQ8>



4.4. Peligros y consecuencias del almacenamiento

4.4.1. Descomposición

El peróxido de hidrógeno siempre sufre una **descomposición natural** que es fácil de manejar (reiteramos que el producto nunca debe ser almacenado en un ambiente totalmente cerrado como se ha comentado en apartados anteriores).

Considerando un tanque sometido a una mayor tasa de descomposición, liberará oxígeno, vapor de agua y H_2O_2 . **La tasa de liberación es variable**, dependiendo de la tasa de descomposición o ebullición predominante, mientras que la cantidad total liberada depende de la cantidad inicial y de la concentración de H_2O_2 .

La descomposición puede iniciarse por un **aumento de temperatura** debido a una fuente de calor externa (un incendio colindante) o por **contacto con contaminantes** (ácidos o bases).

Los **contaminantes** se introducen desde el exterior por diferentes formas:

- Sustancias incorrectas descargadas en el depósito de almacenamiento.
- Descarga de H_2O_2 en el tanque erróneo.
- Retroceso desde el proceso al sistema de H_2O_2 .
- Retornar el H_2O_2 sobrante al contenedor original.
- Polvo, suciedad, etc.

Una **descomposición progresiva** puede llevar a dos posibles situaciones:

1. La evacuación o ventilación segura de gases y vapores a través de los dispositivos de venteo.
2. Si la ventilación de dichos gases y vapores del tanque no es adecuada, se producirá la sobrepresión del recipiente y el posible estallido por presión.



Imagen 23. Válvula de aireación para sobrepresión en cisterna de H_2O_2 .

Las **consecuencias** serían:

- En el primer caso, la emisión de oxígeno y el consiguiente riesgo de una atmósfera sobreoxigenada.
- En la segunda situación, la rotura o “explosión” del tanque o recipiente por sobrepresión, podría tener efectos adicionales como proyecciones de partes metálicas o proyecciones del H_2O_2 caliente.

Los síntomas de que el H_2O_2 se está descomponiendo son:

- Aumento de presión: Activación de elementos de alivio.
- Rápido burbujeo del H_2O_2 , observable visualmente.
- Aumento de temperatura.
- Liberación de oxígeno y vapor de agua.

Experimentación por descomposición

Si en la demostración del QR7 se mostró la descomposición del peróxido de hidrógeno por contacto con **materiales no compatibles** (platino), en esta ocasión ponemos

INTERVENCIÓN CON PERÓXIDO DE HIDRÓGENO PARA BOMBEROS

en contacto **peróxido de hidrógeno al 30 %** con **permanganato potásico (QR9)**, una sustancia fuertemente oxidante.

Al mezclarlos, se desencadena una reacción **muy rápida y exotérmica** que permite observar varias de las propiedades más llamativas del peróxido de hidrógeno. El permanganato potásico favorece la descomposición del peróxido de hidrógeno en agua y oxígeno, liberándose una gran cantidad de calor en muy poco tiempo. El calor generado eleva rápidamente la temperatura del líquido, alcanzando valores cercanos a los 83 °C en esta demostración.

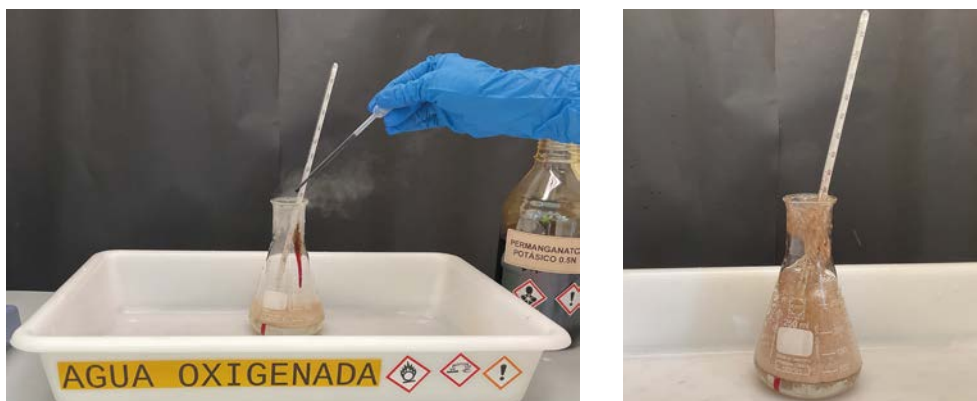


Imagen 24. Efectos de la descomposición: reacción exotérmica y efervescencia.

Al mismo tiempo, la liberación súbita de **oxígeno gaseoso** provoca una intensa **efervescencia y formación de burbujas**, lo que hace que la reacción resulte especialmente visible y espectacular.

Video experimental 9. QR9: Descomposición del H_2O_2 con permanganato.
<https://www.youtube.com/watch?v=SuJEn5gRslw>



4.4.2. Pérdida de la contención

En caso de **derrame o pérdida de contención**, el peróxido de hidrógeno concentrado puede convertirse en un **riesgo de incendio** cuando entra en contacto con sustancias orgánicas o materiales combustibles, como madera, papel, tejidos o cuero. Aunque el peróxido de hidrógeno no es inflamable, su elevada capacidad oxidante puede desencadenar reacciones muy energéticas.

Por ejemplo, cuando el peróxido de hidrógeno concentrado se derrama de su envase y entra en contacto con la madera de los palets utilizados en el almacenamiento y transporte de garrafas o GRG, puede descomponerse rápidamente, liberando calor y oxígeno. Este proceso favorece la degradación del material y puede provocar su combustión.

Un caso real ocurrido en el año 2015 en el puerto de Barcelona evidenció este riesgo. Una fuga de peróxido de hidrógeno (ONU 2014) procedente de un GRG almacenado en el interior de un contenedor provocó la combustión del palet de madera que soportaba el envase. El incendio se inició sin una fuente de ignición externa y posteriormente afectó a materiales plásticos cercanos.

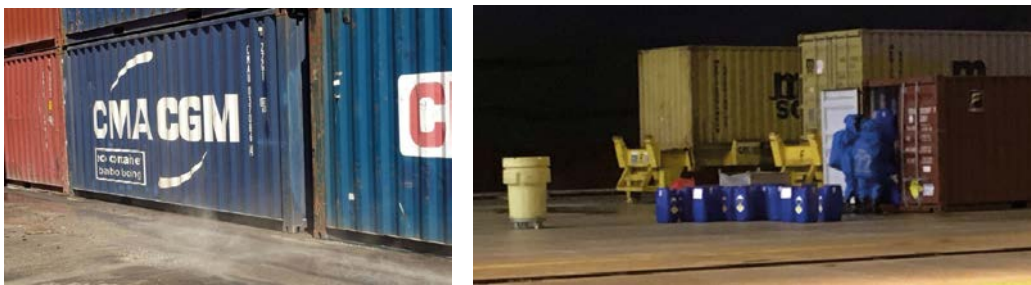


Imagen 25. Vapores de H_2O_2 en el contenedor y proceso de extracción de envases.

Fuente: Antonio Cabeza.

Este tipo de sucesos recuerda la importancia de identificar correctamente la sustancia implicada y anticipar su comportamiento durante la intervención, ya que el H_2O_2 , aun sin ser combustible, puede generar incendios al entrar en contacto con materiales habituales del entorno, como puede comprobarse en la demostración siguiente.

Experimentando con peróxido de hidrógeno y madera

En este experimento (QR10), se vierte **peróxido de hidrógeno al 70 % sobre trozos de madera**. Esta, al ser un **material orgánico**, reacciona intensamente con este oxidante fuerte, liberando **oxígeno y calor** de forma simultánea.

Fases de la demostración:

- El peróxido de hidrógeno comienza a descomponerse, generando **oxígeno y calor**.
- El incendio no se inicia de forma inmediata; en el experimento tardó aproximadamente **1 minuto y 30 segundos**.
- La velocidad de la reacción depende de la **concentración del H_2O_2** , la cantidad derramada, el tipo de madera y las condiciones ambientales.
- Cuando el calor generado es suficiente, la madera comienza a **degradarse, humear y finalmente inflamarse**.
- Incluso concentraciones más bajas pueden ser peligrosas:
- Un **derrame de H_2O_2 al 35 % sobre un palé** de madera provocó una combustión localizada, que tardó en extinguirse.
- El **H_2O_2 al 50 %** no suele generar ignición espontánea inmediata, pero factores como el calor, la madera seca y el aislamiento térmico pueden favorecer la inflamación.



Imagen 26. Demostración del poder oxidante de H_2O_2 con la madera.

El experimento demuestra por qué cuando se derrama H_2O_2 concentrado ($\geq 70\%$) sobre materiales combustibles puede provocar incendios espontáneos, incluso con materiales que parecen inofensivos.

Video experimental 10. QR10: Combustión de madera por contacto con H_2O_2 .

<https://youtu.be/cRypds25210>



Ante un **derrame de H_2O_2** es importante mantener alejados los materiales combustibles en la zona de intervención, diluyendo el producto. Aunque los incendios provocados por este compuesto pueden comenzar de forma lenta, pueden volverse muy intensos, por lo que es fundamental mantener una vigilancia constante. Además, conviene planificar medidas de contención y protección.

4.5. Evaluación de las consecuencias posibles

El **peróxido de hidrógeno** es un producto **estable en sus condiciones comerciales normales**, especialmente en concentraciones bajas y medias. Sin embargo, esta estabilidad puede perderse si se dan ciertas circunstancias durante un incidente.

El peróxido de hidrógeno puede **descomponerse de forma violenta** cuando se produce:

- Un **aumento de la temperatura**.
- Una **alteración del pH**.
- La **contaminación con determinados metales** (acero al carbono, cobre, etc.).
- El contacto con **productos alcalinos u otras impurezas**.

Cuando se inicia la descomposición, el H_2O_2 se transforma en **agua y oxígeno**, liberando **una gran cantidad de calor**:



Esa liberación de calor que se produce durante el proceso de descomposición junto con la liberación de gases asociados a la reacción de descomposición puede generar aumentos de presión en los recipientes o tuberías en las que se encuentra almacenado el peróxido de hidrógeno, generando finalmente una explosión que, dado el origen principal de la energía (reacción química), se considera explosión química.

El peróxido de hidrógeno no explota por sí mismo, pero sí puede hacerlo si se descompone de forma incontrolada. El mayor riesgo no es el fuego, sino la sobrepresión y la posible rotura violenta de tanques o tuberías, especialmente a altas concentraciones.

Es importante tener en cuenta que, **cuanto mayor es la concentración de peróxido de hidrógeno, mayores pueden ser las sobrepresiones generadas**. Esto se debe a que, al descomponerse, el peróxido libera oxígeno en mayor cantidad, lo que incrementa el volumen de gas producido.

Por tanto, **las consecuencias más peligrosas asociadas a un proceso de descomposición térmica del peróxido de hidrógeno son las sobrepresiones** que pueden derivar a una “explosión” del continente.

Un **ejemplo de esta descomposición exotérmica acelerada**, con la generación masiva de oxígeno, aumento brusco de temperatura y presión, y finalmente la rotura de una tubería, seguida de explosión e incendio ocurrió en la planta de producción de peróxido de hidrógeno en Jarrie (Francia)⁶⁵ en 1992.



Imagen 27. Accidente químico en la planta de H_2O_2 en Jarrie (Francia), 1992. Fuente: Referencia ARIA 3536.

4.6. Operaciones de manipulación del H_2O_2

La manipulación del peróxido de hidrógeno debe realizarse en áreas limpias, bien ventiladas y alejadas de fuentes de calor y materiales combustibles. Deben evitarse actividades como fumar, comer o beber, y seguir siempre procedimientos establecidos, sin improvisación.

Se recomienda extremar las precauciones para evitar derrames y contaminación, mantener los envases correctamente etiquetados y utilizar equipos específicos, limpios y adecuados. El producto debe mantenerse alejado de sustancias incompatibles (ácidos, bases, metales) y evitar su estancamiento.

Es necesario descontaminar de inmediato cualquier material en contacto con H_2O_2 y no devolver nunca producto derramado a su envase original. Se deben emplear equipos de protección adecuados (al menos guantes químicos y gafas), evitando materiales como el cuero. Debe disponerse de agua accesible (hidrantes, duchas de seguridad, lavajos) y, en caso de vertido, reducir el riesgo mediante la dilución con grandes cantidades de agua.

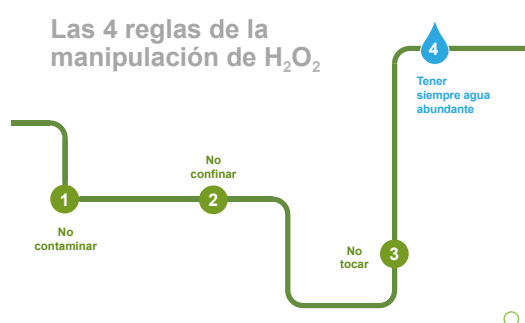
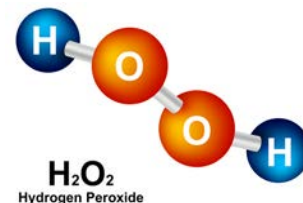


Imagen 28. Reglas imprescindibles para la manipulación del H_2O_2 .

⁶⁵ Explosión e incendio en una planta de peróxido de hidrógeno – Jarrie (Francia, 1992).
https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/fiche_detaillee/3536_en/?lang=en





5. TRANSPORTE DE PERÓXIDO DE HIDRÓGENO

5.1. Consideraciones iniciales

El peróxido de hidrógeno se transporta habitualmente en grandes cantidades, principalmente en cisternas por carretera y ferrocarril. También puede encontrarse en otros formatos como contenedores intermodales (ISO), recipientes para granel (IBC o GRG) y bidones de plástico.



Imagen 29. Contenedores GRG o IBC y cisterna para H_2O_2 .

Al tratarse de una **mercancía peligrosa**, su transporte está regulado por normativas internacionales como el ADR⁶⁶, RID o IMDG, que establecen requisitos de señalización, etiquetado y documentación. No obstante, es importante tener en cuenta que pueden existir particularidades en la normativa nacional de cada país.

Además, de acuerdo con el Reglamento (UE) 2019/1148, el peróxido de hidrógeno está considerado un **precursor de explosivos** cuando se encuentra en determinadas concentraciones. Esto implica restricciones en su comercialización y uso, así como la obligación de notificar actividades sospechosas.

Desde el punto de vista operativo, los bomberos debemos considerar que, en concentraciones elevadas, el peróxido de hidrógeno presenta un **riesgo elevado**

⁶⁶ El Acuerdo Europeo sobre Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera (ADR), corresponde a la legislación básica acogida por la Unión Europea en referencia al transporte de mercancías peligrosas por carretera.

INTERVENCIÓN CON PERÓXIDO DE HIDRÓGENO PARA BOMBEROS

debido a su fuerte carácter oxidante, su capacidad de descomposición violenta y su posible uso indebido.

Las operaciones de carga y descarga son especialmente de alto riesgo, ya que la contaminación del producto o los fallos en el procedimiento pueden provocar reacciones peligrosas, generación de calor, liberación de oxígeno y aumento de presión en los recipientes.

Antes de iniciar estas operaciones, se deben adoptar, como mínimo, las siguientes medidas de seguridad:

- Inmovilizar el vehículo mediante frenos y calzos.
- Señalizar la zona y limitar el acceso a personal autorizado.
- Verificar el funcionamiento de duchas de emergencia y lavaojos.
- Revisar mangueras, conexiones y válvulas.
- Disponer de agua abundante para una dilución rápida en caso de incidente.
- Confirmar que el tanque receptor tiene capacidad suficiente.
- Verificar que el punto de descarga corresponde al producto correcto.
- Evitar contaminaciones mediante sistemas de bloqueo y procedimientos seguros.
- Retirar materiales combustibles del entorno inmediato.
- Asegurar que el personal utiliza los EPI adecuados y está debidamente formado.



Imagen 30. Instrucciones de seguridad para la carga y descarga de H_2O_2 .

Este capítulo proporciona información básica sobre los distintos medios de transporte del peróxido de hidrógeno y los riesgos asociados, con el fin de facilitar su identificación y una intervención segura.

5.2. Materiales para el transporte del H₂O₂

Al igual que en los sistemas de almacenamiento, los envases utilizados para el transporte deben ser **químicamente compatibles** con el peróxido de hidrógeno, ya que se trata de un **oxidante muy potente** que puede reaccionar peligrosamente con materiales inadecuados o contaminantes.

- En cisternas y contenedores de gran capacidad se emplea **acero inoxidable específico** (como 304L o 316L), previamente tratado (limpieza, decapado y pasivado). Estos tratamientos son esenciales para evitar impurezas que puedan provocar la descomposición del producto.
- En envases de menor volumen, como IBC (GRG), bidones o garrafas, se utilizan **plásticos especiales compatibles**, diseñados para resistir la acción oxidante del peróxido de hidrógeno.

Todos los recipientes destinados a este producto deben disponer de **sistemas de ventilación o alivio de presión**, ya que el peróxido puede descomponerse liberando oxígeno y generando sobrepresión. Además, estos envases deben ser de **uso exclusivo**, evitando su reutilización para otros productos, con el fin de prevenir contaminaciones peligrosas.

En la manipulación y almacenamiento operativo se recomienda:

- Utilizar preferentemente **palets de plástico**, evitando la madera.
- **No bloquear los sistemas de ventilación** de los envases, especialmente en tapas o cierres.
- **Evitar apilamientos** que puedan comprometer la estabilidad o el correcto funcionamiento de los sistemas de alivio de presión.

5.3. Cisternas para el transporte de peróxido de hidrógeno

5.3.1. Tipo de vehículo FL

Dentro del marco del ADR⁶⁷, se definen distintos tipos de vehículos destinados al transporte de mercancías peligrosas. En este contexto, el **vehículo tipo FL** se utiliza para el transporte de líquidos y gases inflamables en cisternas fijas o desmontables que superan determinados límites establecidos por la normativa.

En particular, incluye:

- Vehículos destinados al transporte de líquidos con un punto de inflamación no superior a 60 °C (excepto carburantes como diésel, gasoil o petróleo para cale-

⁶⁷ El ADR, acrónimo de *Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par Route*, es un acuerdo elaborado por la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa que establece las reglas comunes para el transporte de mercancías peligrosas por carretera. Su objetivo principal es garantizar la seguridad y protección tanto de las personas como del medio ambiente durante el transporte de sustancias peligrosas.

facción), en cisternas con capacidad superior a 1 m³ o en contenedores cisterna o cisternas portátiles de más de 3 m³.

- Vehículos destinados al transporte de gases inflamables en cisternas o contenedores cisterna con capacidad superior a 1 m³, así como en cisternas portátiles o CGEM⁶⁸ con capacidad individual superior a 3 m³.
- Vehículos tipo batería con capacidad superior a 1 m³ destinados al transporte de gases inflamables.

Los vehículos FL incorporan una serie de **medidas de seguridad en su instalación eléctrica** para minimizar el riesgo de ignición:

- **Canalizaciones eléctricas:** se dimensionan con margen de seguridad para evitar sobrecalentamientos. Se encuentran correctamente aisladas y fijadas, protegidas frente a daños térmicos y mecánicos. Todos los circuitos disponen de protección mediante fusibles o disyuntores automáticos, y aquellos no protegidos son de la menor longitud posible.
- **Desconectador de batería:** se instala lo más cerca posible de la batería. Disponer en la cabina de conducción de un sistema de control que permite su activación y desactivación.
- **Baterías:** los bornes permanecen protegidos mediante aislamiento o cubiertos por la carcasa del compartimento. Cuando las baterías no se ubican bajo el capó del motor, se alojan en un compartimento ventilado y fijado de forma segura.
- **Circuitos con alimentación permanente:** determinadas partes de la instalación eléctrica permanecen alimentadas incluso con el desconectador general abierto.
- **Instalación eléctrica:** se ubica en la parte posterior de la cabina y se diseña para evitar la generación de chispas o cortocircuitos en condiciones normales de uso. Las canalizaciones en esta zona se protegen frente a golpes, abrasión y rozamientos.
- **Conectores eléctricos:** se emplean conectores con grado de protección mínimo IP54, adecuados para condiciones de trabajo exigentes.

5.3.2. Tipo de cisterna de H₂O₂

El tipo de cisterna utilizado para el transporte o almacenamiento de peróxido de hidrógeno depende principalmente de la **concentración del producto** y de su **uso previsto** (transporte o almacenamiento).

68 Un CGEM (Contenedor de gas con elementos múltiples) es un elemento de transporte que comprende elementos que están conectados entre ellos por una tubería colectora y montados en un cuadro.

Las cisternas más habituales para H_2O_2 son las fabricadas en **acero inoxidable 316L**⁶⁹, debido a su alta resistencia a la corrosión y su compatibilidad con este oxidante. Este tipo de material ayuda a reducir el riesgo de descomposición del producto por contaminación.

Para el transporte internacional, es frecuente el uso de **tanques ISO**⁷⁰ (**contenedores cisterna**), mientras que para almacenamiento fijo se emplean tanques verticales u horizontales de acero inoxidable o materiales poliméricos especialmente diseñados para este producto.

El transporte se realiza generalmente en **vehículos tipo FL**, autorizados para mercancías inflamables y otros productos peligrosos en cisternas, aunque en este caso su uso viene determinado por las características del producto y el sistema de transporte.

Tipo de vehículo FL⁷¹: Código de la cisterna⁷² L4 D/B V (+)

El código identifica las características técnicas de la cisterna:

- **Tipo de cisterna (L)**: cisterna diseñada para el transporte de materias líquidas (incluidos sólidos fundidos durante el transporte).
- **Presión de cálculo (4)**: presión mínima de cálculo de la cisterna (en bar), que indica la resistencia estructural del depósito.
- **Aberturas (D/B)**: cisterna con sistemas de carga y descarga diferenciados:
 - **D**: aberturas situadas en la parte superior, sin conexiones por debajo del nivel del líquido. Este sistema es habitual en productos como el H_2O_2 de alta concentración ($\geq 70\%$).
 - **B**: aberturas en la parte inferior con sistemas de cierre múltiples que garantizan mayor seguridad en operaciones de vaciado.
- **Válvulas y dispositivos de seguridad (V)**: cisterna equipada con sistema de ventilación o respiración, sin protección específica frente a la propagación de fuego ni diseñada para soportar sobrepresiones de tipo explosivo.
- **(+)**: indica que la cisterna está dedicada exclusivamente a este tipo de producto, **no permitiéndose su uso para otras sustancias peligrosas**.

⁶⁹ El acero inoxidable Tipo 316 es un acero inoxidable de cromo níquel austenítico que contiene molibdeno. Esta adición aumenta la resistencia a la corrosión general, mejora la resistencia a picaduras de soluciones de iones de cloruro y proporciona mayor resistencia a temperaturas elevadas. El acero inoxidable del Tipo 316L es una versión de carbón extra bajo del Tipo 316 que minimiza la precipitación de carburos perjudiciales en la zona afectada por el calor durante la soldadura.

⁷⁰ Los contenedores ISO tanque o ISO Tank están dedicados al transporte de productos líquidos a granel y se construyen según las normas ISO (Organización Internacional de Normalización) y se diseñan en función del tipo de sustancia, con una aleación de acero inoxidable y rodeados de capas protectoras.

⁷¹ <https://www.myonu.com/link/9.1.1.2%20Tipo%20de%20veh%C3%ADculo.pdf>

⁷² <https://www.myonu.com/ONU2009.asp?id=1410>



Imagen 31. Camión cisterna de H_2O_2 en muelle de carga.

5.3.3. Disposiciones especiales para cisternas de H_2O_2 ⁷³

Según el ADR las disposiciones especiales para cisternas del peróxido de hidrógeno son:

A) Para más del 70 % de peróxido de hidrógeno

Las disposiciones especiales del ADR especifican los requisitos técnicos y operativos para cisternas destinadas a sustancias peligrosas como el peróxido de hidrógeno.

Los códigos **TU3**, **TC2**, **TE8**, **TE11**, **TT1** y **TE28** describen condiciones específicas para la construcción, equipamiento, operación de las cisternas y llenado de cisternas.

A continuación, **se detallan el significado** de estas disposiciones especiales:

TU3 – Protección contra la descomposición térmica

- Las cisternas deben estar diseñadas para evitar la descomposición térmica de sustancias sensibles al calor.
- En el caso del peróxido de hidrógeno, esto incluye sistemas para controlar y mantener la temperatura del producto durante el transporte.
- El interior del depósito y todas las partes que puedan entrar en contacto con la materia deberán conservarse limpios. No deberá utilizarse para las bombas, válvulas u otros dispositivos, ningún lubricante que pueda formar combinaciones peligrosas con la materia.
- Requisitos comunes:
 - Aislamiento térmico de las cisternas.

⁷³ <https://www.myonu.com/ONU2009.asp?id=1410>

- Dispositivos de monitoreo de temperatura.
- Sistemas de ventilación y alivio de presión para liberar oxígeno generado durante la descomposición.



Imagen 32. Boca de hombre de una cisterna de H_2O_2 con válvula de seguridad y de venteo.

TC2 – Material del tanque

- o El material del tanque debe ser compatible químicamente con la sustancia transportada y no debe reaccionar ni catalizar la descomposición de la misma.
- o En el caso del H_2O_2 :
 - Se exige el uso de acero inoxidable (como 316L) o materiales específicos no metálicos con recubrimientos resistentes a sustancias oxidantes.
 - Está prohibido el uso de materiales que contengan compuestos de cobre, hierro u otros metales que puedan catalizar la descomposición.
 - Si los depósitos y sus equipos se fabrican con aluminio, este tendrá una pureza mínima del 99,5 % que no sea capaz de provocar la descomposición del peróxido de hidrógeno. Y el espesor de la pared no tendrá que ser mayor de 15 mm.

TE8 – Sistema de alivio de presión

- o Las cisternas deben estar equipadas con sistemas de alivio de presión (válvulas o respiraderos) diseñados para manejar el gas generado durante el transporte o el oxígeno liberado por la descomposición del H_2O_2 . Las uniones de los tubos exteriores de las cisternas se realizarán con materiales no susceptibles de ocasionar la descomposición del H_2O_2 .
- o Características específicas son:
 - Válvulas calibradas para operar a una presión predeterminada, evitando sobrepresiones.
 - Sistemas diseñados para evitar bloqueos y permitir una ventilación eficiente.
 - Deben cumplir con normas específicas sobre capacidad de descarga.

TE11 – Dispositivos de cierre de emergencia

- o Las cisternas deben estar equipadas con dispositivos de cierre rápido y automático que puedan activarse en caso de emergencia. Por ejemplo, limitar la cantidad de sustancia que podría derramarse en caso de accidente.

INTERVENCIÓN CON PERÓXIDO DE HIDRÓGENO PARA BOMBEROS

- Requisitos:
 - Los dispositivos deben ser accesibles y operables a distancia (manual o automáticamente).
 - Los sistemas deben ser resistentes al producto químico almacenado.

TT1 – Pruebas y mantenimiento del tanque

- Se requiere que las cisternas sean sometidas a pruebas periódicas para garantizar su integridad estructural y funcionalidad.
- Pruebas exigidas:
 - Pruebas de presión hidráulica o neumática para verificar la resistencia del tanque.
 - Las cisternas de aluminio puro se someterán en la prueba inicial y en las pruebas periódicas de presión hidráulica a una presión de 2,5 bar como máximo (presión manométrica).
 - Inspección visual interna y externa para detectar corrosión, grietas u otros daños.
 - Frecuencia: Generalmente cada 5 años, aunque puede variar según el producto y el país.

TE28 del ADR establece que: “Las cisternas solo deberán llenarse hasta el 95 % de su capacidad, siendo la temperatura de referencia de 15 °C.”

Este requisito está establecido para garantizar la seguridad durante el transporte de sustancias que puedan expandirse o liberar gases debido a cambios de temperatura o descomposición química. En este caso, el H_2O_2 es un líquido que puede liberar oxígeno (O_2) de manera gradual, especialmente si se somete a variaciones de temperatura.

La disposición TE28 es fundamental para evitar situaciones de peligro relacionadas con la expansión térmica y la descomposición del H_2O_2 . Cumplir esta regla minimiza los riesgos de sobrepresión, derrames y accidentes durante el transporte.



Imagen 33. Cubeto superior de cisterna para H_2O_2 .

Resumiendo: cuando se transporta peróxido de hidrógeno bajo el ADR, estas disposiciones aseguran:

- Seguridad térmica (TU3): Evitar la descomposición del H_2O_2 por calor.

- Compatibilidad de materiales (TC2): Uso de materiales que no reaccionen con el producto.
- Control de presión (TE8): Manejo seguro del oxígeno generado.
- Contención (TE11): Prevención de fugas en caso de accidente.
- Integridad (TT1): Mantenimiento regular para prevenir fallos.
- Nivel de llenado (TE28): Seguridad en caso de descomposición.

B) Para más del 60 % de peróxido de hidrógeno, pero como máximo el 70 % de peróxido de hidrógeno

En este caso las disposiciones especiales de la cisterna de transporte de peróxido difieren en que la disposición TE8 es sustituida por la disposición TE7.

TE7: Los órganos de vaciado de los depósitos irán provistos de dos cierres en serie, independientes entre sí, el primero de los cuales estará formado por un obturador interno de cierre rápido de un tipo aprobado y el segundo por un obturador externo colocado en cada extremo del tubo de vaciado. Se montará asimismo una brida ciega, u otro dispositivo que ofrezca igual garantía, en la salida de cada obturador externo. El obturador interno permanecerá solidario al depósito y en posición de cierre en caso de que se arranque el tubo.



Imagen 34. Cisterna con aberturas de descarga con tres cierres.

C) Para peróxido de hidrógeno entre 20 % y 60 %

Las cisternas que transportan **H₂O₂ entre el 20 % y el 60 %** están reguladas en el **ADR como ONU 2014⁷⁴**, clasificado como **materia comburente (clase 5.1) con riesgo corrosivo (8) y grupo de embalaje II**.

1. Código de cisterna ADR

Las cisternas deben cumplir el **código de cisterna L 4 B V (+)**.

Esto implica, entre otras cosas:

- Cisterna cerrada herméticamente.

⁷⁴ <https://myonu.com/ONU2009.asp?ID=1408>

INTERVENCIÓN CON PERÓXIDO DE HIDRÓGENO PARA BOMBEROS

- Presión de cálculo adecuada para evitar descomposición o liberación de gases.
- Materiales compatibles con el peróxido (normalmente aluminio o acero inoxidable de alta pureza).
- Evitar materiales catalíticos que puedan acelerar la descomposición.

2. Disposiciones especiales para cisternas

El ADR establece las siguientes disposiciones específicas:

- TU3 – Requisitos especiales de utilización de la cisterna.
- TC2 – Requisitos sobre el espesor mínimo del depósito.
- TE8 y TE11 – Condiciones de equipamiento de seguridad y ventilación.
- TT1 – Ensayos periódicos reforzados de la cisterna.

Estas disposiciones buscan evitar la **descomposición exotérmica y la liberación de oxígeno**, que pueden provocar sobrepresión.

3. Condiciones de carga, descarga y manipulación

La disposición **CV24** exige que:

- Antes de cargar, la cisterna o vehículo debe estar completamente limpio.
- Debe estar libre de restos de materias combustibles (paja, papel, aceites, etc.).
- No se pueden usar materiales inflamables como material de estiba.

4. Vehículo autorizado

El transporte en cisterna debe realizarse con **vehículos tipo AT** según ADR.

Resumen: Las cisternas para H_2O_2 en concentraciones entre el 20-60 %, el ADR establece el código L 4 B V (+) con disposiciones TU3, TC2, TE8, TE11 y TT1, transporte en vehículos AT, y cumplir medidas estrictas de limpieza, compatibilidad de materiales y control de presión para evitar descomposición del producto.

5.3.4. Otros dispositivos⁷⁵

· Colector de presión

El colector de presión se utiliza para la descarga del peróxido de hidrógeno de la cisterna. Se trata de una tubería de acero situada en un lateral de la cisterna (normalmente en la parte delantera) mediante la cual se inyecta aire a presión (máximo 2 bar) para facilitar la descarga.

⁷⁵ <https://www.ecosmep.com/Pago/Formacion/Mercancias-Peligrosas-de-Miguel-Blesa.pdf>



Imagen 35. Partes del sistema de presurización para la descarga.



Imagen 36. Colector de presión con secado de aire.

• Cubeta y boca de hombre

Las cisternas que trasportan líquidos tienen la boca de hombre en el interior de una cubeta que sirve para recoger el H_2O_2 que pueda salir durante la carga o en el transporte por la boca de hombre. Esta cubeta puede ser diseñada que se disponga una para cada boca de hombre o una general para todas.



Imagen 37. Cubeta con boca de hombre cerrada y abierta en proceso de carga de cisterna.

• Porta mangotes de descarga

Los mangotes de descarga son dispositivos diseñados para facilitar la descarga segura de líquidos desde las cisternas. Deben estar fabricados con materiales altamen-

INTERVENCIÓN CON PERÓXIDO DE HIDRÓGENO PARA BOMBEROS

te resistentes a la corrosión y al contacto prolongado con agentes oxidantes como el peróxido de hidrógeno. Como en la construcción de las cisternas se usan aceros inoxidable 316L o polímeros especializados como el PTFE.



Imagen 38. Mangote para descarga de cisterna de H_2O_2 .

• Control de temperatura

Los dispositivos de control de temperatura en cisternas de peróxido de hidrógeno son fundamentales para garantizar la seguridad y la estabilidad de este compuesto químico, que es altamente reactivo y sensible a la temperatura.

Los sensores de temperatura pueden ser:

Termopares: Sensores resistentes a altas temperaturas y químicos, ideales para medir la temperatura en cisternas de peróxido.

- *RTD* (Resistencia de Temperatura): Ofrecen mediciones precisas y estables, especialmente en rangos de temperatura bajos y medios.
- *Termistores:* Sensores sensibles que pueden detectar cambios rápidos en la temperatura.



Imagen 39. Termómetro exterior para la medición de la temperatura interior de la cisterna.

5.4. Visionado de cisternas de peróxido de hidrógeno

En los siguientes videos realizamos un recorrido por una cisterna compartimentada y otra monocuba, observándolas desde diferentes perspectivas.

Durante el visionado, identificaremos los elementos más relevantes desde el punto de vista de la emergencia: sistemas de descarga, interruptores de desconexión, indicadores de temperatura, válvulas, señalización de seguridad y elementos de los cubetos superiores.

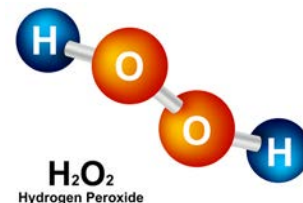


Video experimental 11. QR11: Recorrido virtual en cisterna compartimentada de H_2O_2 .
https://youtu.be/Khwf3mc_pB0



Video experimental 12. QR12: Recorrido virtual en cisterna monocuba de H_2O_2 .
<https://youtu.be/JMyLHWk9gP8>





6. SISTEMAS DE DETECCIÓN E IDENTIFICACIÓN DEL H_2O_2

6.1. Consideraciones iniciales

Los detectores de peróxido de hidrógeno son herramientas diseñadas para determinar su presencia y, en algunos casos, medir la concentración en aire, agua u otras matrices⁷⁶. Estos dispositivos son esenciales para garantizar la seguridad y el control en plantas industriales, laboratorios y plantas de tratamiento de aguas residuales, así como para permitir a los gestores de las emergencias tomar las decisiones oportunas durante una intervención.

Detectar e identificar son dos conceptos que hay que diferenciar, pues en el primer caso nos referimos a mostrar la presencia de un producto o familia de productos que presentan características comunes y, en el segundo caso, se identifica la sustancia de manera inequívoca. En función de la tarea que se quiera realizar, detectar o identificar, se utilizará un tipo de equipo u otro.

Una vez detectada la presencia de una sustancia química, puede ser necesario realizar una monitorización y medición puntual o continua para conocer la concentración del agente químico en el lugar y tomar las medidas de seguridad y protección necesarias.

A continuación, indicamos los diferentes sistemas que se suelen utilizar por los Servicios de bomberos para detectar, identificar o medir H_2O_2 .

6.2. Detección colorimétrica

La detección colorimétrica se basa en la detección de una sustancia debido al color que se produce cuando esta reacciona con un reactivo estándar y esta variación de color es comparada con unos patrones establecidos. La intensidad en el cambio de coloración puede únicamente indicar la presencia de la sustancia química de manera cualitativa o, en algunos casos y de manera semicuantitativa, indicar su concentración.

En este apartado vamos a referirnos a dos métodos de detección habituales que, por su sencillez, rapidez y bajo costo, en comparación con otros sistemas de detección, pueden ser ampliamente utilizados: las tiras y tubos colorimétricos.

⁷⁶ Cualquier otro tipo de material o medio distinto del aire y el agua donde puede estar presente el peróxido de hidrógeno.

6.2.1. Método del papel indicador (tiras colorimétricas)

El papel indicador es un método sencillo y rápido para realizar la prueba química del H_2O_2 en agua. Por ejemplo: en plantas de tratamiento de aguas residuales, estos kits son usados para medir H_2O_2 en soluciones líquidas.

Las habituales tiras de medición del pH o papel de tornasol son un método cualitativo para saber si una sustancia presenta propiedades ácidas o básicas, pero nunca van a identificar de qué sustancia se trata. En el caso del H_2O_2 , estas tiras de pH nos serán útiles únicamente para saber el grado de acidez de la disolución, pues a mayor concentración, menor será su valor de pH, pero no harán mención alguna a si la solución testada es peróxido de hidrógeno.

Estas tiras reactivas utilizan un sustrato cromogénico⁷⁷ que, bajo el efecto catalítico de la peroxidasa, transfiere el oxígeno del peróxido a un indicador redox orgánico, produciendo un producto de oxidación de color generalmente azulado. Mediante la comparación visual de la zona de reacción de la tira de ensayo con la escala colorimétrica de referencia, se puede determinar la presencia o ausencia de actividad peroxidasa.

Hay que remarcar que, como cualquier otro tipo de tira colorimétrica, éstas son de una sola aplicación, por lo que hay que desecharlas después de su uso.

Tiras reactivas (Test Strips):

- Detectan H_2O_2 a través de un cambio de color.
- Rango de medición: 0,5 a 100 ppm.
- Marcas conocidas: Merck MQuant H_2O_2 Test Strips y Hach Peroxide Test Strips y similares.

De manera similar a como existe papel de tornasol, existe en el mercado un papel indicador de yoduro de potasio que mide el poder oxidante de una sustancia, pero, al igual que sucede con el papel de tornasol, no es un método cuantitativo ni específico.

Cualquiera de las formas utilizadas para medir se tendría que complementar con otros métodos o sistemas de detección y/o identificación más específicos.

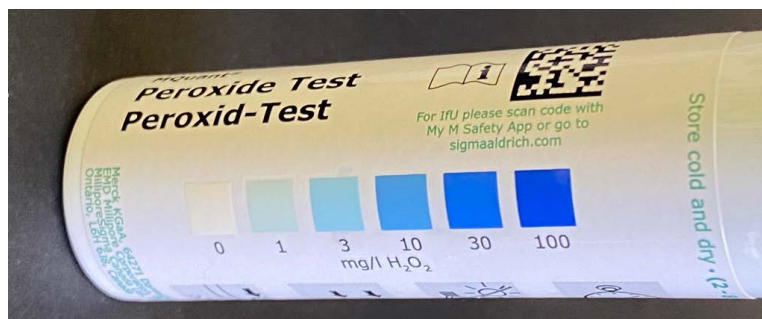


Imagen 40. Tiras reactivas para medición de H_2O_2 en distintos rangos de concentración (mg/L).

⁷⁷ Es el “reactivo que produce el color” cuando reacciona, permitiendo detectar la presencia de H_2O_2 .

A continuación, se muestra una práctica sencilla de **medición del pH utilizando papel indicador (QR11)**. Al sumergir el papel en peróxido de hidrógeno, se observa un cambio de color que indica que el H_2O_2 presenta un **carácter ácido (pH 4)**. En contraste, cuando se introduce el papel indicador en una disolución de **sosa cáustica**, el cambio de color es claramente diferente y señala su **carácter básico o alcalino (pH 11)**.

Esta comparación permite visualizar de forma directa cómo distintas sustancias presentan comportamientos químicos distintos frente al pH, y cómo el papel indicador es una herramienta rápida y útil para identificar si una disolución es ácida, neutra o básica.



Video experimental 13. QR13: Práctica de comprobación del pH del H_2O_2 al 30 %.

https://www.youtube.com/watch?v=nkTMTWWIR_A

6.2.2. Tubos colorimétricos

Durante una intervención puede ser necesario detectar la presencia de peróxido de hidrógeno en el ambiente y estimar su concentración, aunque sea de forma orientativa. Para ello, los **tubos colorimétricos de lectura directa** son una herramienta sencilla, rápida y útil para mediciones puntuales.

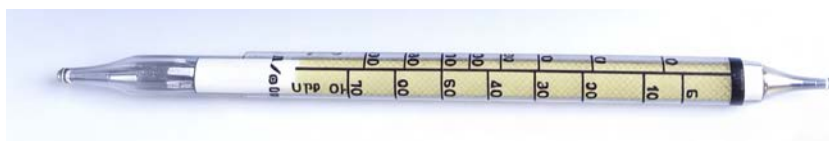


Imagen 41. Tubos reactivos de pH. Fuente Dräger.

El sistema funciona mediante una **bomba manual** conectada a un tubo reactivo. Cada accionamiento aspira un volumen fijo de aire (habitualmente 100 cm^3), y el fabricante indica el número de emboladas necesarias para obtener una lectura válida⁷⁸. Aunque el procedimiento es simple, la reacción química puede tardar unos minutos en completarse.



Imagen 42. Tubo colorimétrico Dräger para medición de rango corto y bomba de aspiración.

El aire aspirado atraviesa el tubo, que contiene un material impregnado con un reactivo y una escala graduada. Si hay peróxido de hidrógeno, se produce un **cambio de**

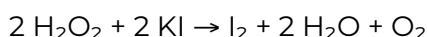
⁷⁸ Dräger. Tube Handbook. Drägerwerk Aktiengesellschaft Lübeck. 21.ª ed., 2022.

<https://www.draeger.com/Content/Documents/Content/tubes-and-cms-hb-9072723-es.pdf>

color, cuya longitud permite estimar la concentración directamente en partes por millón (ppm), normalmente en rangos bajos (por ejemplo, 0,1–3 ppm).

Es fundamental colocar el tubo en el **sentido correcto**, ya que una conexión invertida puede dar lugar a lecturas erróneas o falsos negativos.

El reactivo más habitual es el **yoduro potásico**, inicialmente incoloro o blanquecino. En presencia de peróxido de hidrógeno se libera yodo, produciendo un cambio a color marrón⁷⁹:



También pueden emplearse otros reactivos, como el **sulfato de titanio**⁸⁰, que genera una coloración amarillenta, u otros métodos más sensibles para trazas de H₂O₂.

El uso de **tubos colorimétricos presenta algunas limitaciones** que deben tenerse en cuenta:

- Pueden verse afectados por **interferencias** (por ejemplo, cloro o dióxido de nitrógeno), lo que puede alterar la lectura.
- Solo detectan peróxido de hidrógeno en **fase vapor**, no en forma de aerosol o niebla.
- Proporcionan una **medición puntual**, válida únicamente en el lugar y momento en que se realiza.
- La bomba y los tubos deben ser **del mismo fabricante** para garantizar la fiabilidad del resultado.

Para obtener mediciones válidas:

- Abrir el tubo por ambos extremos justo antes de su uso.
- Conectarlo respetando el **sentido del flujo** indicado.
- No reutilizar los tubos (son de un solo uso).
- Comprobar la **fecha de caducidad** y conservarlos en condiciones adecuadas (preferiblemente en frío).

6.3. Detectores con sensores catalíticos o térmicos

Los detectores térmicos se utilizan en instalaciones donde se manejan grandes volúmenes de H₂O₂, detectan la reacción exotérmica de la descomposición catalizada. Debido a que el H₂O₂ no tiene propiedades inflamables ni combustibles, **no se pueden utilizar los sensores catalíticos** para determinar las concentraciones de este en base a sus límites de inflamabilidad.

⁷⁹ Manual de tubos Dräger y CMS, 18ª edición. Medición de contaminantes en aire, suelo y agua, así como análisis técnicos de gases. Lübeck, 2015.

<https://www.draeger.com/Content/Documents/Content/tubes-and-cms-hb-9072723-es.pdf>

⁸⁰ Sensidyne Gas Detector Tube System and Hydrogen Peroxide 0.5-10.0 ppm 247S

6.4. Detectores con sensores electroquímicos

Los detectores de peróxido de hidrógeno, tanto portátiles como fijos, permiten comprobar si este producto está presente en el aire y trabajar con mayor seguridad. Utilizan sensores electroquímicos específicos, que destacan por su alta sensibilidad (detectan concentraciones muy bajas) y por su rápida respuesta.



Imagen 43. Detector Dräger am X-5100 de peróxido de hidrógeno.

Fuente: Dräger.

Por ejemplo, **el Dräger X-am 5100⁸¹ puede medir concentraciones de H₂O₂ entre 0 y 20 ppm⁸²**. También existen sensores para altas concentraciones hasta 7.000 ppm.

Como referencia en España, el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST) establece límites de exposición en el ámbito laboral de 1 ppm en 8 horas (VLA-ED) y 2 ppm en 15 minutos (VLA-EC).

En emergencias, también se utiliza como referencia el valor IDLH (**IPVS**), fijado por el *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH) en **75 ppm**, que indica concentraciones inmediatamente peligrosas para la vida o la salud.

En cuanto a los detectores multigas, como el Dräger X-am 5100 o el Dräger X-am 8000⁸³, hay que recordar que no están diseñados para un único gas, sino que permiten montar distintos sensores según el riesgo (explosividad, gases tóxicos, etc.). Por este motivo, no es habitual que incluyan sensores para H₂O₂.

Aunque existen equipos específicos para este producto, lo normal es que los servicios de bomberos no dispongan de ellos, salvo en el ámbito industrial donde se utilice de forma habitual.

6.5. Detector de fotoionización (PID)

El funcionamiento de los detectores de fotoionización, PID, se basa la ionización de las moléculas mediante radiación ultravioleta (UV) de alta energía y detectando los iones generados. Son instrumentos ampliamente utilizados para medir compuestos orgánicos volátiles (COV)⁸⁴ y ciertos gases inorgánicos en aire desde ppm a ppb.

81 <https://www.draeger.com/Content/Documents/Products/x-am-5100-pi-9041415-es-es.pdf>

82 Con el sensor XS EC PH.

<https://www.fishersci.es/shop/products/dr-gersensor-type-xs-ec-hydrogen-peroxide/10484910>

83 <https://www.draeger.com/Content/Documents/Products/sensor-ec-pi-9100240-es-es.pdf>

84 COV´s o VOC: Compuestos Orgánicos Volátiles.

Para poder **utilizar equipos PID** para detectar la presencia de una sustancia, es necesario disponer de la lámpara adecuada para generar una energía igual o superior a la del Potencial de Ionización (IP, en inglés)⁸⁵ de la sustancia que se busca y se quiere medir (10,58 eV⁸⁶ para el caso del H₂O₂).

Esto significa que los PID con lámparas de **10,6 eV** podrían detectar H₂O₂, al menos desde un punto de vista teóricamente energético. Sin embargo, los PID presentan muy baja eficiencia y poca sensibilidad frente al H₂O₂ debido a su pequeño tamaño molecular⁸⁷, **por lo que no son de gran utilidad** para este fin.

Además, ya que los PID no son específicos para H₂O₂ y pueden detectar otros compuestos presentes en el aire, pueden surgir interferencias, lo que genera resultados poco fiables en aplicaciones donde hay mezclas de gases.

Otro condicionante es que el peróxido de hidrógeno puede descomponerse rápidamente en agua (H₂O) y oxígeno (O₂), lo que dificulta su detección en fase gaseosa con un PID.

En **resumen**: aunque **los PID pueden teóricamente detectar H₂O₂** (si el IP está dentro del rango de la lámpara UV), **su sensibilidad y precisión son inadecuadas para aplicaciones prácticas**. Es preferible utilizar detectores específicos como sensores electroquímicos u ópticos diseñados para monitorear peróxido de hidrógeno.

6.6. Otros sistemas de detección

Los sensores en línea para el monitoreo continuo son ideales para procesos industriales o plantas de tratamiento de agua:

- a) **Sensores amperométricos**: miden la corriente eléctrica generada por la oxidación del H₂O₂. Sus principales ventajas son el monitoreo en tiempo real y la alta precisión en soluciones acuosas.
- b) **Sensores ópticos (UV/Vis)**: miden la absorbancia de la luz ultravioleta por el H₂O₂ en solución. Ejemplo: *ProMinent Dulcometer*.

Si se requiere mayor sensibilidad, algunos métodos avanzados de detección incluyen:

- Espectrometría de masas: Utilizada para detectar trazas de H₂O₂ en entornos controlados.
- Cromatografía líquida de alta resolución (HPLC): Mide H₂O₂ junto con otros compuestos en soluciones complejas.

Resumiendo, la elección del detector va a depender del entorno y la concentración esperada de H₂O₂.

85 Es la cantidad de energía, medida en electronvoltios eV, necesaria para extraer un electrón de un átomo o una molécula.

86 <https://www.state.nj.us/health/eoh/rtkweb/documents/fs/1015sp.pdf>

87 *A Basic Guide To Photo-Ionisation Detectors*.
[www.ionscience.com. ion-science-the-basic-guide-to-pid.pdf](http://www.ionscience.com/ion-science-the-basic-guide-to-pid.pdf)

Por ejemplo:

- Para aire: detectores electroquímicos o portátiles como el Dräger X-am 5100.
- Para agua: tiras reactivas o instrumentos colorimétricos como el Hach DR900.
- Para procesos industriales en línea: sensores amperométricos u ópticos.

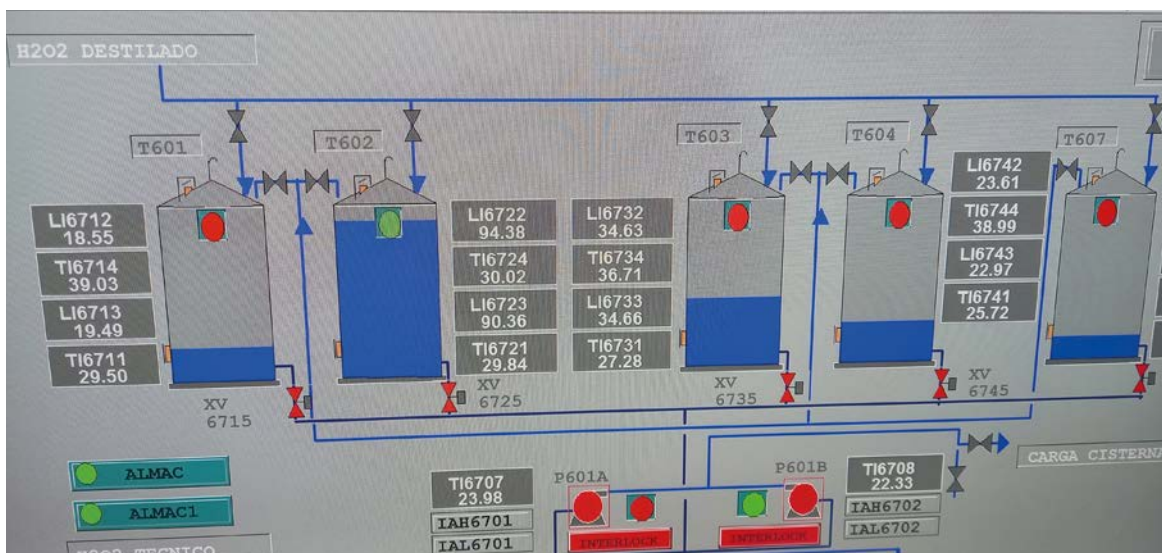
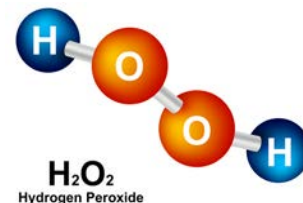


Imagen 44. Pantalla del sistema de control del ordenador de la sala de control.



Imagen 44bis. Sensores de temperatura en la parte inferior del depósito de almacenamiento de H₂O₂.





7. RESPUESTA A EMERGENCIAS CON H_2O_2

7.1. Marco inicial

En cualquier intervención con **mercancías peligrosas**, el personal de bomberos debe definir desde el primer momento una **estrategia de actuación**, que podrá ser **defensiva u ofensiva**, en función de la situación, los riesgos existentes y los medios disponibles. El objetivo prioritario será siempre **proteger a las personas**, limitar los daños materiales y ambientales y **controlar la emergencia**, ya se trate de una fuga, un derrame, una emisión de vapores o un incendio.

Cuando la emergencia involucra peróxido de hidrógeno, es fundamental realizar de inmediato un **reconocimiento inicial (¿qué está ocurriendo?)** y una **evaluación de riesgos (¿qué puede ocurrir?)**.

Durante los primeros minutos de la intervención, como mínimo, deben valorarse los siguientes puntos:

- **Concentración del peróxido de hidrógeno. La peligrosidad del H_2O_2 aumenta de forma significativa con la concentración:**
 - **Uso doméstico:** aproximadamente **3–10 %**, con riesgos bajos.
 - **Uso industrial:** concentraciones habituales entre **30 y 70 %**, con un riesgo mucho mayor de reacciones violentas.
- **Tipo de incidente.** Identificar claramente el escenario ayuda a definir la estrategia:
 - Derrame o fuga de producto.
 - Emisión de vapores.
 - Incendio o afectación térmica del contenedor.
 - Exposición o riesgo para personas.
- **Riesgos inmediatos.** Deben evaluarse especialmente:
 - Contacto del peróxido de hidrógeno con **materiales combustibles u orgánicos**.
 - Posibles **reacciones con otros productos químicos** presentes.
 - Riesgo de **descomposición rápida o violenta**, especialmente si el producto está **confinado, contaminado o sometido a calor**, pudiendo llegar a provocar explosiones.

Reiteramos nuevamente que el **peróxido de hidrógeno no es inflamable**, pero es un **oxidante muy potente**, capaz de **intensificar incendios**, acelerar la combustión y desencadenar reacciones peligrosas si no se controla adecuadamente. Como ha quedado evidenciado en las diferentes demostraciones o experimentos a lo largo de la publicación.

La respuesta a emergencias en **instalaciones que producen, almacena o utilizan peróxido de hidrógeno** se encuentra regulada por el **Real Decreto 393/2007**⁸⁸, por el que se aprueba la **Norma Básica de Autoprotección**. Así como la normativa Seveso (Real Decreto 840/2015), que busca prevenir accidentes graves en instalaciones industriales con sustancias peligrosas.

En función de la cantidad de sustancia implicada y de las consecuencias previsibles, la **Directriz Básica de Protección Civil**⁸⁹ clasifica los accidentes en tres categorías:

- **Categoría 1:** Daños limitados al interior del establecimiento, sin afectación exterior.
- **Categoría 2:** Posibles víctimas y daños en el establecimiento, con efectos exteriores leves o localizados.
- **Categoría 3:** Posibles víctimas, daños materiales graves o alteraciones ambientales significativas, con afectación exterior extensa.

Esta clasificación orienta la activación de planes de emergencia y la movilización de recursos.

Sin embargo, las emergencias con H_2O_2 **no se limitan a instalaciones fijas**. Una parte importante de los incidentes se produce durante su **transporte**⁹⁰ **por carretera o ferrocarril**.

En estos casos, para apoyar la gestión de la emergencia, se dispone del **CERET**⁹¹ (**Centro de Respuesta a Emergencias en el Transporte**), un recurso voluntario del conjunto de la industria química y la Dirección General de Protección Civil y Emergencias.

88 <https://www.boe.es/boe/dias/2007/03/24/pdfs/A12841-12850.pdf>

89 Real Decreto 1196/2003, de 19 de septiembre

90 Ver Guía Operativa Intervención ante Accidentes en el Transporte de Materias Peligrosas en vehículos cisterna, octubre 2016. Workshop Riesgos Tecnológicos.
<https://edicionesgps.es/producto/guia-operativa-intervencion-ante-accidentes-en-el-transporte-de-materias-peligrosas-en-vehiculos-cisterna/>

91 CERET: Centro Español de Respuesta a Emergencias durante el Transporte.
https://www.proteccioncivil.es/catalogo/Quimicos/Transporte_de_Mercancias_Peligrosas/Publicaciones/estadisticas/inftpcf0506/inftpcf05_06-0407.pdf

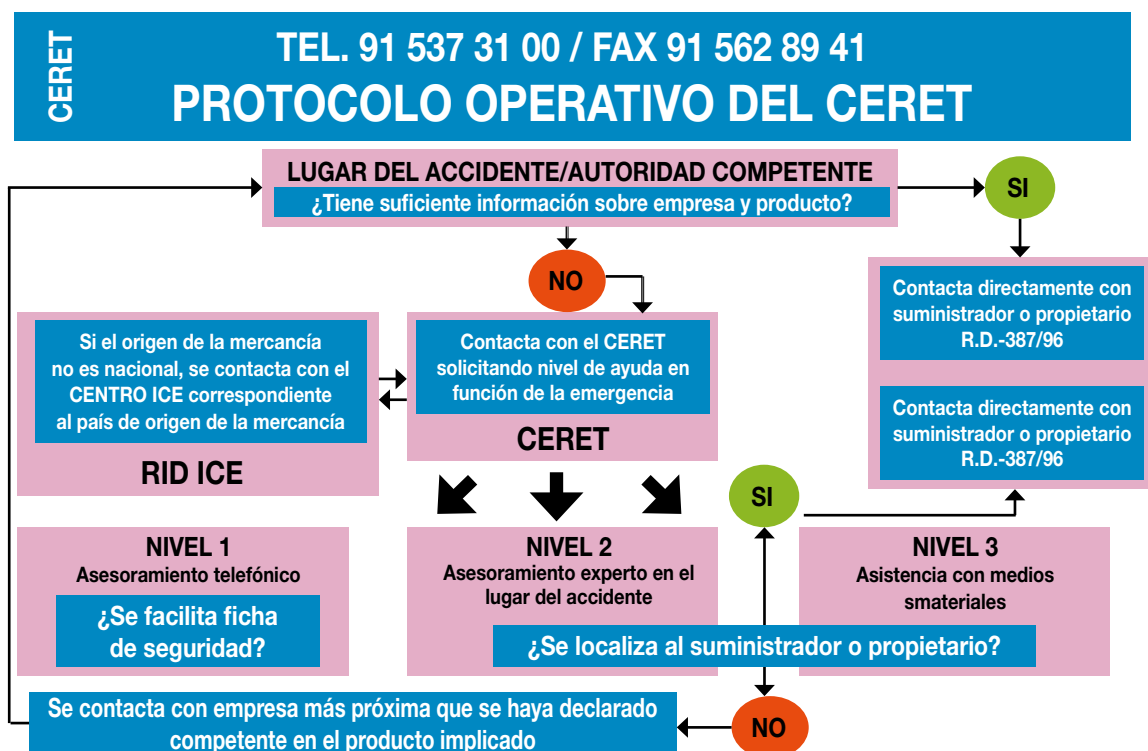


Tabla 5. Esquema resumen del procedimiento de activación del CERET.

El CERET ofrece **asesoramiento técnico especializado** a los responsables de la intervención, el cual **se estructura en tres niveles**:

- o **Nivel 1:** Asesoramiento técnico inmediato a distancia (teléfono, correo electrónico).
- o **Nivel 2:** Desplazamiento de un experto al lugar del accidente.
- o **Nivel 3:** Envío de medios materiales para apoyo directo en la emergencia.

Por su parte, la **Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el riesgo de accidentes en el transporte de mercancías peligrosas**⁹² define varios escenarios posibles:

- o **Tipo 1:** Avería o accidente sin daños en el contenedor. No hay vuelco ni fuga.
- o **Tipo 2:** Daños en el contenedor o vuelco/descarrilamiento, pero sin fuga.
- o **Tipo 3:** Daños en el contenedor con fuga o derrame del producto.

92 De acuerdo con el Real Decreto 387/1996, de 1 de marzo, por el que se aprueba la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el riesgo de accidentes en los transportes de mercancías peligrosas por carretera y ferrocarril, actualmente aplicable con carácter transitorio tras su derogación por el Real Decreto 524/2023, se establecen los criterios básicos para la planificación y respuesta ante este tipo de emergencias.

<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1996-6475>

https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2023-14679

INTERVENCIÓN CON PERÓXIDO DE HIDRÓGENO PARA BOMBEROS

- **Tipo 4:** Daños o incendio del contenedor, con fugas y llamas.
- **Tipo 5:** Explosión del contenido con destrucción del contenedor.



Imagen 45. Accidente de camión con iso contenedor con H_2O_2 .

Según la Directriz Básica de Protección Civil: Tipo 2: Daños en el contenedor o vuelco, pero sin fuga.

7.2. Planificación de emergencia

En fábricas o lugares donde hay tanques H_2O_2 , es imperativo que exista un plan de autoprotección (PAU) disponible con acciones concretas dirigidas a conseguir que éste sea eficaz y útil en caso de emergencia, evitando que se produzcan daños personales y/o materiales, minimizando sus consecuencias. La respuesta de emergencia, al menos, deberá proporcionar instrucciones para:

- Accionamiento de la señal de alarma.
- Acciones a tomar en caso de situaciones peligrosas con respecto al H_2O_2 , como descomposición, fuego, derrame, etc.
- Asignación de roles de responsabilidad entre los empleados.
- Procedimientos para la notificación a la dirección de la planta y a las autoridades responsables.
- Procedimientos de evacuación (por ejemplo, sistema de advertencia, rutas de evacuación, punto de encuentro, registro y atención a los evacuados, etc.).

Con el objeto de lograr una adecuada implementación de los PAU, todo el personal involucrado, directa o indirectamente, en el almacenamiento y uso de H_2O_2 deberá estar familiarizado con la intervención ante una situación de emergencia. Este Plan se ha de verificar y actualizar de manera periódica, pues se trata de un documento vivo que ha de estar acorde a cualquier cambio o modificación sustancial en la seguridad, debiendo ser aprobados por el responsable competente.

El PAU, cuando corresponda, también se ha de poner a disposición de las administraciones correspondientes, debiendo hacer partícipes en la medida de lo posible a los Servicios de Bomberos.

Un aspecto importante de los PAU es que las personas involucradas han de realizar un simulacro de emergencia, al menos una vez al año, en el que los Servicios de

emergencia deben participar de una forma más o menos activa según el tipo de simulacro.



Imagen 46. Simulacro de accidente con cisternas de peróxido de hidrógeno.

7.3. Zonificación de la emergencia

En las emergencias químicas es fundamental contar con **valores de referencia** que ayuden a anticipar los efectos sobre la salud y a tomar decisiones operativas como la **zonificación**, el uso de **protección respiratoria** o la **evacuación de personas**. Estos valores van a ser claves para gestionar una emergencia de forma eficaz y proteger tanto a la población como a los intervinientes.

La **zonificación** es una de las decisiones más importantes (y a menudo más compleja) en incidentes con sustancias peligrosas. Depende de múltiples factores: concentración del producto, cantidad liberada, estado físico, condiciones meteorológicas y evolución del incidente.

7.3.1. Valores ERPG: referencia para bomberos

Los **ERPG (Emergency Response Planning Guidelines)**, establecidos por la **Asociación Americana de Higiene Industrial (AIHA)**, indican concentraciones de una sustancia en el aire y los efectos que podrían producirse tras una exposición de hasta **1 hora**.

Para el **peróxido de hidrógeno**, los valores de referencia son los siguientes:

NIVEL	SIGNIFICADO OPERATIVO	VALOR	EFFECTOS ESPERABLES
ERPG-1	Exposición tolerable sin efectos relevantes	10 ppm	Irritación leve y transitoria
ERPG-2	Puede impedir la autoprotección	50 ppm	Efectos graves, no mortales
ERPG-3	Riesgo vital	100 ppm	Efectos potencialmente mortales

Tabla 6. Datos ERPG de la Asociación Americana de Higiene Industrial.

Estos valores ayudan a:

- Definir **perímetros de seguridad**.
- Decidir el **nivel de protección respiratoria**.
- Valorar la necesidad de **evacuaciones**.
- Determinar qué zonas pueden ser ocupadas con seguridad.

Para otras sustancias químicas existen los **AEGL (Acute Exposure Guideline Levels)**, que clasifican los efectos de la exposición aguda en tres niveles similares (leve, grave y mortal). Sin embargo, **no existen valores AEGL de referencia para el H₂O₂**. Por este motivo, en intervención con peróxido de hidrógeno se utilizan preferentemente los ERPG.

7.3.2. Distancias de seguridad orientativas (Guía de Respuesta a Emergencias)⁹³

La Guía de Respuesta a Emergencias, (GRE. Guía 143), es una herramienta diseñada para que los primeros respondedores puedan tomar las acciones iniciales durante los primeros 30 minutos de una emergencia que involucra sustancias peligrosas. Cada sustancia, identificada con su número ONU correspondiente, le corresponde una Guía de actuación situada en su sección naranja. Para el caso del peróxido de hidrógeno le corresponden las Guías 140 y 143, dependiendo de su concentración.

Para el **peróxido de hidrógeno ≥ 30 %**, le corresponde la Guía número 140 (Peróxido de hidrógeno, en solución acuosa, con un mínimo del 20 % pero no más del 60 % de peróxido de hidrógeno (estabilizada según sea necesario); en ella la GRE establece en su sección segunda de “Seguridad Publica”, las siguientes distancias como orientación inicial:

- **Derrames pequeños (hasta 208 litros)⁹⁴:**
 - Aislamiento inicial: 50 m en todas las direcciones.
- **Derrames grandes (más de 208 litros):**
 - Aislamiento inicial: 100 m.
 - Protección en caso de fuego: 800 m.
- **Incendios:**
 - Evacuación inmediata en un radio de 800 m si existe riesgo de descomposición violenta o explosión.

93 Guía de Respuesta a Emergencias 2024 (GRE). Guía destinada al uso de los primeros respondedores durante la fase inicial de un incidente en el transporte que involucre materiales peligrosos/mercancías peligrosas.

<https://www.ciquime.org/descarga-gre.html>

94 Página 292 de la GRE:

<https://www.phmsa.dot.gov/sites/phmsa.dot.gov/files/2024-04/GRE2024-Spa-Web-a.pdf>

7.3.3. Propuesta de zonificación operativa en incidentes con H_2O_2

En una intervención, conviene diferenciar bien dos formas de zonificar que a veces se confunden. Por un lado, **están la Zona de Intervención (ZI) y la Zona de Alerta (ZA), que proceden de las guías de Protección Civil** y se utilizan para proteger a la población (confinamiento o evacuación), basándose en umbrales como los AEGL (en accidentes químicos, especialmente en instalaciones tipo Seveso, estas zonas pueden ser muy amplias); por otro lado, **los bomberos trabajamos con una zonificación más operativa** (zona caliente, templada y fría), que se ajusta a la realidad de la intervención y suele abarcar distancias mucho menores.

Por eso es importante no confundir ambos conceptos: **las ZI y ZA están pensadas para la gestión de la población, mientras que las zonas operativas de bomberos sirven para organizar el trabajo en el terreno.**

ZONAS	DISTANCIAS ORIENTATIVAS	USO PRINCIPAL
Zona caliente	• Derrames pequeños: 50 m. • Derrames grandes: 100 m. • Con fuego: ampliar distancias.	Intervención directa. Riesgo elevado de exposición, reacción violenta o explosión.
Zona templada	• Derrames pequeños: hasta 100 m a favor del viento. • Derrames grandes: hasta 400 m a favor del viento. • Ampliar con viento fuerte o meteo adversa.	Zona de apoyo y control. Protección parcial y vigilancia atmosférica.
Zona fría	• ≥ 500 m, fuera de la dirección del viento. Ampliar a 800 m si hay riesgo de incendio o explosión.	Puesto de mando, sanitarios, logística y personal no expuesto.

Tabla 7. Propuesta de distancias para diferentes zonas operativas.

7.4. Equipos de protección individual en emergencias

El peróxido de hidrógeno es una sustancia peligrosa durante su manipulación y en situaciones de emergencia; por lo tanto, la elección del equipo de protección individual (EPI) es un factor fundamental en cualquier intervención.

El nivel de protección necesario dependerá principalmente de:

- La **concentración del peróxido de hidrógeno**.
- El **tipo de exposición** prevista: inhalación, contacto con la piel, salpicaduras o proyecciones.
- El **tipo de intervención** (reconocimiento, control de derrame, trasvase, incendio, etc.).
- **Duración** estimada de la intervención.

INTERVENCIÓN CON PERÓXIDO DE HIDRÓGENO PARA BOMBEROS

No se debe olvidar que el **principio básico** en cualquier intervención con sustancias químicas es **no entrar en contacto con el producto**. En el caso del peróxido de hidrógeno, este principio no es solo una recomendación, sino una obligación. Por tanto, debe evitarse cualquier contacto del peróxido de hidrógeno con el cuerpo humano.

Sin embargo, el uso de EPI en los servicios de bomberos es algo necesario cuando se aborda una emergencia con materiales peligrosos; estos EPI han de actuar como una barrera eficaz, sin permitir la permeación ni la degradación del material, garantizando así la protección del interviniente. Además, dichos EPI (botas y los trajes) deben **inspeccionarse periódicamente** para garantizar su eficacia.

Para intervenir en contacto con peróxido de hidrógeno concentrado, es imprescindible mínimo el uso de trajes de protección química tipo 3 (protección frente a líquidos a presión)⁹⁵. Estos trajes crean una barrera eficaz frente a: derrames, salpicaduras o proyecciones del producto.

Un concepto a tener presente es el tiempo de permeación, que indica cuánto tarda un producto químico en atravesar el material del traje por permeación a través del tejido y alcanzar la piel. Se mide normalmente en $\mu\text{g}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})$ y permite comparar la resistencia de distintos materiales frente a un mismo químico.

- Un tiempo de permeación más largo significa que el traje ofrece protección durante más tiempo antes de que el químico pueda penetrarlo.
- Un tiempo de permeación corto indica que el traje solo protege por periodos breves, aumentando el riesgo de quemaduras químicas si se prolonga la exposición.

Incluso con trajes tipo 3, la exposición no puede prolongarse indefinidamente. Siempre debe existir:

- Estrategia defensiva/ofensiva y concreta.
- Tiempo de contacto mínimo o superficial, limitado a actuaciones rápidas de control del derrame, cierre de una válvula, puesta en pie de un envase, etc.
- Plan de descontaminación inmediata tras la intervención.



*Imagen 47. **Izquierda:** Vuelco de contenedor con derrame de peróxido de hidrógeno (H_2O_2) en el Puerto de San Antonio (Chile), mayo de 2026. Fuente: Puranoticia.cl*

***Derecha:** Simulacro de intervención con peróxido de hidrógeno (H_2O_2) en Vila Franca das Naves (Portugal), 2006. Fuente: Fundación Ciudad Rodrigo.*

⁹⁵ La norma UNE-EN 14605 define los requisitos para la ropa de protección contra productos químicos líquidos, especialmente cuando existe riesgo de exposición a sustancias peligrosas en forma de chorros, salpicaduras o pulverizaciones.

A continuación, se presentan datos normalizados ($1,0 \mu\text{g}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})$) de los trajes tipo 3⁹⁶ más utilizados por los servicios de bomberos frente al peróxido de hidrógeno. Esta información permite:

- Elegir el traje más adecuado según la concentración del H_2O_2 y la duración estimada de la intervención.
- Planificar intervalos de exposición seguros y procedimientos de rotación del personal.
- Complementar el traje con guantes, botas y protección facial química, ya que la permeación no solo depende del traje, sino de todos los elementos que conforman el EPI.

Hay que remarcar que los valores de permeación son específicos para cada uno de los productos testados, por lo que se han de comprobar las especificaciones técnicas de cada uno de los trajes antes de su utilización.

TRAJE		TIPO	H_2O_2 30 %	H_2O_2 35 %	H_2O_2 50 %	H_2O_2 70 %
Tychem C ⁹⁷	Dupont	3			>480 min	>480 min
Tychem F	Dupont	3			>480 min	
Tyvek 4000	Dupont	3	>480 min			
Microchem 4000 ⁹⁸	Ansell	3		>480 min		
Microchem 3000	Ansell	3		>480 min		
ChemMax 1	Lakeland	3			>480 min	>480 min

Tabla 8. Tiempo de permeación de trajes químicos tipo 3.

A continuación, se detallan los niveles de protección:

➤ Protección corporal⁹⁹

El nivel de protección química debe adaptarse siempre al riesgo de la tarea y a la concentración del producto. No es lo mismo manipular pequeñas cantidades que

96 Ropa hermética a los líquidos. Protección del cuerpo completo con uniones herméticas a los líquidos entre las diferentes partes de la ropa y/o entre la ropa y otros componentes como capuces, guantes, botas, visores o equipos de protección respiratoria. UNE-EN 14605:2005 + A1:2009

97 https://www.dupont.mx/content/dam/dupont/amer/us/en/personal-protection/public/documents/es/LIT_ES_Permeation_2015_02.pdf

98 <https://www.gpandsweb.com/media/wysiwyg/trajes-Microchem4000-gpands.pdf>

99 NTP 0929: Ropa de protección contra productos químicos. NTP 1136: Guantes de protección contra productos químicos.

INTERVENCIÓN CON PERÓXIDO DE HIDRÓGENO PARA BOMBEROS

intervenir ante salpicaduras o grandes derrames, donde será necesario un traje de protección química completo.

Los materiales recomendados incluyen: PVC, neopreno, caucho nitrílico, caucho natural, polietileno. **No utilizar prendas de protección que contengan algodón o cuero.**

La norma **EN 943 regula los trajes de protección química de mayor nivel**, conocidos como trajes estancos a gases o trajes Tipo 1. Dentro de esta norma existen dos enfoques diferenciados según el contexto de uso.

La **EN 943-1 está orientada al uso industrial**, donde los riesgos suelen estar identificados y el entorno de trabajo es más controlado. Su objetivo es garantizar que el usuario pueda trabajar de forma segura frente a la exposición a gases y vapores peligrosos en condiciones previsibles.

Porsu parte, **la EN 943-2 eleva el nivel de exigencia y está diseñada específicamente para equipos de intervención en emergencias**, como bomberos o unidades NBQ. Esta parte de la norma establece requisitos más estrictos de diseño, resistencia y ensayo, pensados para escenarios imprevisibles, hostiles y de alta exigencia física.

➤ Protección de manos

Las manos son una de las zonas más expuestas durante la intervención. Se deben utilizar **guantes de protección química certificados (EN 374)**, fabricados con materiales compatibles con el H_2O_2 .

Materiales recomendados son: caucho nitrílico (NBR); neopreno, caucho butilo, Viton® (especialmente para altas concentraciones). Estos materiales presentan **tiempos de permeación elevados (> 480 min)** frente al peróxido de hidrógeno en concentraciones del 30 %¹⁰⁰.

No usar guantes de algodón, cuero o materiales textiles, ya que pueden reaccionar con el H_2O_2 o degradarse rápidamente. Como hemos observado en el QR5 con el contacto del peróxido de hidrógeno con el guante de bombero.

Los guantes deben:

- Inspeccionarse antes del uso.
- Cambiarse inmediatamente si muestran signos de degradación, rigidez o decoloración.



Imagen 48. Trasvase de H_2O_2 entre cisternas en Aldunate (Navarra).

Fuente: navarra.es, 2015.

100 Resistencia química (ASTM) [https://www.sprl.upv.es/IOP_SQ_16\(b\)_anexo.pdf](https://www.sprl.upv.es/IOP_SQ_16(b)_anexo.pdf)

➤ Protección respiratoria

Si existe riesgo de inhalación de vapores o aerosoles:

- Usar **máscara facial completa (EN 136)**.
- Filtros adecuados **EN 14387**, preferentemente:
 - ABEK-P3 para vapores y partículas.
 - Filtros específicos NO-P3 o CO-P3 según el escenario.

Usar obligatoriamente el **equipo de respiración autónoma (ERA)** cuando:

- La atmósfera es desconocida.
- El contenido de oxígeno es inferior al **19,5 %**.
- Se trabaja en espacios cerrados o mal ventilados.

Los equipos de respiración autónoma **(ERA) deben cumplir la norma UNE-EN 137:2007**. Su autonomía es limitada, generalmente en torno a 30 minutos, y depende del tipo de trabajo a realizar y de la persona usuaria. Por ello, su uso requiere un control externo estricto de los tiempos de intervención y de la presión disponible.

➤ Protección de pies

- Usar botas de protección química de goma o PVC.
- Grado de protección S2 o S4 (EN 20345)¹⁰¹.
- Evitar que el producto penetre por la parte superior de la bota.
- Evidentemente no usar calzado de cuero (ver demostración en el apartado 7.4.2.)

7.4.1. Niveles de protección según concentración de H₂O₂

- **Concentraciones entre 30 % y 70 %.** Extremadamente peligrosas y corrosivas.

Protección recomendada:

- Guantes de neopreno, butilo o Viton®.
- Gafas químicas + pantalla facial.
- Respirador ABEK-P3 o ERA en espacios cerrados.
- Botas químicas de PVC o goma.
- Traje químico tipo 3.

¹⁰¹ El calzado de seguridad se recoge bajo la marca de UNE-EN ISO 20345, es el calzado de seguridad (S) de máxima protección. El calzado S2 ofrece todas las características del S1 y, además, proporciona resistencia a la penetración y absorción de agua por el corte (WRU). S4 es el nivel de protección para el calzado enteramente hecho de caucho o material polimérico de categoría II. Ofrece resistencia a los hidrocarburos (FO).

- **Concentraciones superiores al 70 %.** Uso industrial especializado. Riesgo de descomposición violenta y liberación masiva de oxígeno.

Protección obligatoria:

- **EPI tipo 1** (traje encapsulado hermético a vapores).
- **Equipo de respiración autónoma (ERA).**
- Guantes reforzados de triple capa.
- Botas con cubierta química integral.

Por lo tanto, el EPI estructural de bomberos no es suficiente frente al peróxido de hidrógeno concentrado. La elección correcta del equipo de protección es tan importante como la estrategia de intervención.

7.4.2. Experimentando con H_2O_2 y las botas de bomberos

Teniendo en cuenta que la gran mayoría de las intervenciones se inician con el traje de bombero para la intervención en incendios, vamos a comprobar el comportamiento de estos EPI frente al contacto con H_2O_2 .

En el apartado 2.3 (Q5) se mostró que el contacto del peróxido de hidrógeno concentrado (70 %) con guantes de intervención, fabricados en gran parte con cuero y otros materiales orgánicos, provoca en pocos instantes el inicio de una reacción violenta que puede llegar a la combustión del propio guante.

En esta demostración (**QR14**) se reproduce una situación similar, evidenciando lo que ocurriría si un bombero con **botas de intervención para incendios** entrara en contacto directo con un **derrame de peróxido de hidrógeno al 70 %**.

En ambos casos, el mecanismo es el mismo: el peróxido de hidrógeno **se descompone rápidamente al entrar en contacto con materiales orgánicos**, liberando oxígeno y generando un fuerte aumento de temperatura. Este incremento térmico provoca la degradación del material, y la combustión del propio EPI, aun en ausencia de una fuente de ignición externa.



Imagen 49. Reacción del H_2O_2 con la bota de bombero.

Aunque los guantes y las botas de intervención están diseñados para soportar condiciones extremas en incendios, **no están preparados para el contacto con peróxido de hidrógeno concentrado.**

En incidentes con H_2O_2 , el EPI estructural puede convertirse en un **factor de riesgo adicional**, por lo que es fundamental:

- Evitar el contacto directo con el producto.
- Priorizar estrategias defensivas.
- Utilizar equipos de protección química adecuados cuando exista riesgo de derrame de H_2O_2 de alta concentración.



Video experimental 14. QR14: El H_2O_2 sobre bota de bombero.

<https://www.youtube.com/watch?v=OYVjK-Np7W4>

7.4.3. Experimentando con el traje de bomberos con H_2O_2

En esta experiencia se “analiza” el comportamiento del traje de intervención estructural (chaquetón y cubre pantalón) cuando entra en contacto con peróxido de hidrógeno, comparándolo con lo observado previamente en guantes y botas de intervención.

A diferencia de los anteriores EPI, el **traje de intervención no mostró una reacción visible ni una combustión inmediata** al entrar en contacto con el peróxido de hidrógeno concentrado. Esto puede deberse a varios factores, como el tipo de fibras utilizadas, la presencia de capas aislantes y barreras internas, o la menor proporción de materiales orgánicos fácilmente degradables en su superficie exterior.

El hecho de que **en este ensayo o simulación concreta no se haya observado combustión** no significa que:

- Todos los trajes de intervención se comporten igual.
- Que el traje sea seguro frente al peróxido de hidrógeno.
- No exista riesgo para el interviniente.

Los trajes de intervención varían significativamente entre **fabricantes, modelos y generaciones**, tanto en materiales como en tratamientos superficiales. Por tanto, **no se puede generalizar el resultado** a otros equipos comerciales.

Otro aspecto importante que no se ha evaluado en esta simulación es la **permeación del peróxido de hidrógeno a través del tejido del traje**. Aunque no se observe una reacción externa, el producto podría **atravesar las capas del EPI** y entrar en contacto con la piel del bombero. En ese caso, el riesgo principal no sería la combustión, sino la **aparición de quemaduras químicas por corrosividad**, especialmente con peróxido de hidrógeno en concentraciones medias o altas.

Conclusiones prácticas para la intervención:

- El traje estructural **no debe considerarse un equipo de protección química**.
- La ausencia de reacción visible **no garantiza protección frente al peróxido de hidrógeno**.
- Existe riesgo de **permeación y quemadura química**, incluso sin signos externos evidentes.
- Ante incidentes con H_2O_2 , especialmente concentrado, debe:
 - Evitarse el contacto directo.
 - Priorizar estrategias defensivas.
 - Valorar el uso de trajes de protección química específicos.
 - Establecer protocolos de descontaminación inmediata tras la exposición.

En cualquier caso, debido a que los EPI para incendios no son equipo para entrar en contacto con productos químicos y en el caso que nos ocupa, se debe evitar todo contacto.

Video experimental 15. QR15: Comportamiento del cubre pantalón con el H_2O_2 .
https://youtu.be/4_TDKfaMQv0



7.5. Intervención ante descomposición química del H_2O_2

Como se ha reiterado a lo largo de esta guía, el peróxido de hidrógeno es una sustancia altamente oxidante que puede descomponerse rápidamente en **agua, oxígeno y calor**. Esta reacción se acelera al entrar en contacto con **catalizadores**, como metales (hierro, cobre, platino), materiales orgánicos (papel, madera) o impurezas.

Dinámica de la descomposición

La descomposición puede iniciar de forma lenta e imperceptible, pero puede acelerarse rápidamente, aumentando la temperatura del líquido y generando grandes volúmenes de oxígeno y vapor en muy poco tiempo.

- Esta liberación rápida de gas puede provocar sobrepresión en tanques cerrados y aumentar el riesgo de explosiones o incendios.
- La emergencia puede desarrollarse en **minutos u horas**, y no es fácil predecir cuándo se alcanzará la tasa máxima de descomposición.

Los indicios que sugieren que una descomposición está ocurriendo o es inminente incluyen:

- Emisión visible o audible de gas a través de **válvulas de venteo**.
- Aumento de la temperatura del líquido en **más de 15 °C por encima de la normal**.

Si el aumento de temperatura es menor a 15 °C, se trata de una **descomposición retardada**, con más tiempo para actuar mediante inspección, enfriamiento o vaciado del tanque.



Imagen 50. Descomposición del H₂O₂ y refrigeración de la cisterna.

Principios generales de actuación para bomberos

Ante una descomposición fuera de control, el **principio básico es proteger la vida del personal** y minimizar riesgos al entorno. La intervención debe considerar:

1. Zonificación y control de acceso

- Delimitar áreas de seguridad según el riesgo potencial.
- Retirar al personal no esencial y permitir el acceso solo a intervinientes cualificados y con EPI adecuados.
- Mantener a las personas a barlovento de la emisión de gases o vapores y evaluar evacuación si es necesario.

2. No entrar en contacto directo

- Evitar tocar el producto o inhalar sus vapores.
- En caso de derrame fuera de cubetos, diluir con abundante agua de manera controlada.

3. Control de temperatura y sobrepresión

- Enfriar recipientes que se estén calentando mediante el rociado de agua pulverizada.
- Evacuar de manera remota los tanques si se prevé que la descomposición no puede detenerse.
- Analizar las distancias de seguridad considerando el riesgo de explosión por sobrepresión.

4. Simplificación de la intervención

- Priorizar acciones básicas y seguras.
- Evitar maniobras complejas que aumenten el riesgo para el personal interviniente.

5. Coordinación con servicios externos

- Solicitar personal sanitario con conocimientos en quemaduras químicas por H_2O_2 .
- Notificar a las autoridades y activar servicios externos en caso de exposición ambiental de ciudadanos.

La estrategia operativa dependerá de:

- Cantidad de H_2O_2 involucrada.
- Tasa de descomposición real del incidente.
- Tamaño de la instalación o volumen del contenedor afectado.

En todos los casos, la seguridad de los bomberos y del entorno es la prioridad, utilizando un enfoque defensivo si no se puede controlar la descomposición y empleando recursos remotos para el vaciado, dilución y enfriamiento del producto.

7.6. Derrames del peróxido de hidrógeno

En caso de pérdida de contención (derrames o fugas por ruptura del recipiente o sobrellenado), la respuesta de emergencia debe considerar los **riesgos para las personas y el ambiente**, así como el **riesgo específico de incendio**, o incluso de explosión, en caso de contacto con materiales inflamables y con materiales confinados, por ejemplo: en alcantarillas, fosas o tanques de recepción de residuos cerrados.

Se recomienda la **aplicación de agua para todos los derrames e incendios que involucren el H_2O_2** .

En caso de que el H_2O_2 quede expuesto a un incendio adyacente, el enfriamiento por pulverización de agua de los contenedores o tanques será otra acción adecuada.

La intervención se basará en que la fuga o el derrame no se salga de la contención del cubeto. En utilizar cortinas de agua en caso de descomposición a nivel del suelo, o si no dispone de sistema de contención, la dilución con grandes cantidades de agua del peróxido de hidrógeno.

En caso de fuga o derrame del H_2O_2 las medidas básicas a tomar serían:¹⁰²

- Evacuar al personal e impedir el acceso del mismo a la zona.
- Eliminar las fuentes de ignición.
- Absorber el H_2O_2 , en caso de pequeños derrames, con material absorbente, inerte y no inflamable: vermiculita, arena seca, tierra o similar. No utilizar el serrín u otros absorbentes combustibles.
- **Diluir el H_2O_2 derramado con agua abundante**, si el vertido es considerable.

¹⁰² Riesgo químico, accidentes graves con peróxido de hidrógeno, Región de Murcia, mayo 2008.

- Impedir la entrada del H_2O_2 concentrado en alcantarillas, sótanos o áreas confinadas.
- Realizar análisis y valoración del porcentaje de concentración del H_2O_2 a la entrada del alcantarillado.
- Informar a las autoridades y estaciones de gestión de agua.
- Si se ha producido el derrame en un local interior ventilar. Usar ventilación mecánica o natural para dispersar vapores. Monitorear continuamente los niveles de H_2O_2 en el aire. Utilizar detectores específicos para medir las concentraciones de H_2O_2 y oxígeno.
- Contener y eliminar el H_2O_2 como residuo peligroso.
- Utilizar traje de protección química tipo 3, incluyendo equipo autónomo de respiración, guantes y botas químicas, si hay posibilidad de entrar en contacto con el peróxido de hidrógeno.
- En todos los casos, la protección del personal es imprescindible, si hay un riesgo de explosión, la aplicación de agua debe estar por detrás de la protección.
- La ubicación de vehículos y personal de bomberos debe tener en cuenta las distancias de seguridad dependiendo del evento o incidente que se está produciendo.

7.7. Intervención por incendio con H_2O_2

Aunque el peróxido de hidrógeno **no es una sustancia inflamable**, su principal peligro en un incendio es su capacidad para liberar oxígeno al descomponerse. Este oxígeno adicional puede alimentar y acelerar incendios secundarios, intensificando el fuego y dificultando su control. El **agua** es el agente de extinción en incendios donde está implicado el peróxido de hidrógeno.

Debe aplicarse preferentemente **en forma de neblina o rociado**, con los siguientes objetivos:

- **Enfriar** recipientes, estructuras y equipos expuestos al calor.
- **Diluir el peróxido de hidrógeno** y reducir su concentración.
- **Controlar la descomposición térmica**, limitando la liberación de oxígeno.

Las guías de intervención no recomiendan el uso de espuma, polvo químico seco ni CO_2 , ya que estos agentes son ineficaces frente a oxidantes fuertes y no eliminan el riesgo principal.

¿Por qué no usar espuma?

La espuma contra incendios contiene **componentes orgánicos** que pueden reaccionar peligrosamente con el peróxido de hidrógeno. Al ser un **oxidante muy potente**, el H_2O_2 puede provocar:

- Descomposición rápida y exotérmica, generando calor y oxígeno.

INTERVENCIÓN CON PERÓXIDO DE HIDRÓGENO PARA BOMBEROS

- Reacciones violentas con los agentes espumantes.
- Incremento del riesgo de incendio o explosión, especialmente en espacios confinados.

Este riesgo es especialmente importante cuando la espuma se introduce:

- En tanques, cisternas o tuberías que contienen peróxido de hidrógeno.
- En grandes derrames confinados, como cubetos de contención.

En derrames sobre el suelo, la descomposición del H_2O_2 suele producirse de forma espontánea al contacto con **impurezas y materia orgánica**, pero esto no elimina el riesgo y no justifica el uso de espuma.

Como en cualquier incendio industrial:

- Deben **protegerse con agua** los recipientes, tanques o cisternas cercanos sometidos a radiación térmica.
- El objetivo es **evitar el sobrecalentamiento** y reducir el riesgo de **descomposición violenta o rotura del recipiente**.

En incendios ajenos al propio H_2O_2 (incendio externo), deben considerarse los siguientes escenarios:

- Peor escenario razonable: rotura de una tubería con liberación del producto.
- Tanques pequeños, especialmente de plástico, pueden verse afectados en poco tiempo y requieren protección prioritaria.
- Tanques metálicos de gran capacidad ($> 50 \text{ m}^3$) suelen resistir incendios durante varias horas, debido a su baja relación superficie/masa. La experiencia en incidentes reales confirma este comportamiento, siempre que se mantenga una refrigeración adecuada.

Si se observa una **descomposición acelerada del peróxido de hidrógeno**, identificable por:

- Fuerte generación de burbujas.
- Aumento rápido de temperatura.
- Emisión intensa de vapores.

Se debe **evacuar inmediatamente la zona**, ya que existe riesgo elevado de explosión o proyección de producto.

El peróxido de hidrógeno no arde, pero hace que todo lo demás arda con más intensidad. El control del calor y la refrigeración continua con agua son la base de una intervención segura.

7.8. Impacto ambiental

El peróxido de hidrógeno **puede causar daños ambientales a corto plazo** debido a su fuerte poder oxidante, especialmente cuando se libera en grandes cantidades. En

el apartado 2.5 (Efectos sobre el medio ambiente) ya se han explicado sus posibles impactos y el próximo cambio de su clasificación.

A pesar de su rápida descomposición, el peróxido de hidrógeno **no debe verterse nunca** de forma incontrolada:

- No debe alcanzar **cursos de agua, alcantarillado, ni suelos**.
- Los derrames deben **contenerse de inmediato**, utilizando **absorbentes inorgánicos** como arena o vermiculita.
- Evitar siempre absorbentes orgánicos (serrín, trapos), ya que pueden combustionar.



Imagen 51. Dilución del H_2O_2 con abundante agua.

Si se produce un **vertido con posible impacto ambiental**:

- Debe notificarse sin demora a las autoridades competentes.
- Cuando esté indicado y sea seguro, el producto puede diluirse con grandes cantidades de agua, reduciendo así su concentración y peligrosidad.
- Nunca se debe retirar el peróxido de hidrógeno mediante trasvases a recipientes improvisados.
- Está prohibido el uso de camiones aspiradores convencionales para la gestión de residuos químicos, ya que pueden provocar reacciones peligrosas o sobrepresiones.

Los **derrames de grandes cantidades** de peróxido de hidrógeno en ríos, lagos o suelos pueden causar **daños ecológicos importantes**, especialmente en medios acuáticos.

La liberación rápida de oxígeno puede:

- Alterar el equilibrio del ecosistema.
- Afectar a peces y microorganismos.
- Interferir en procesos biológicos naturales.

El peróxido de hidrógeno **no debe considerarse un contaminante persistente**, ya que se utiliza habitualmente en el **tratamiento de aguas residuales**. Sin embargo, su **concentración es un factor a considerar**: niveles elevados pueden afec-

tar negativamente tanto al medio ambiente como a los procesos biológicos de las depuradoras.

El peróxido de hidrógeno no deja huella permanente, pero un vertido descontrolado puede causar daños inmediatos. Contener, diluir y notificar son las acciones básicas para una actuación ambiental segura.

7.9. Descontaminación del personal, equipos y área afectada

Para la descontaminación de los EPI del personal interviniente se seguirán las pautas generales de descontaminación, que son: rociar con agua abundante los trajes protectores antes de retirarlos.

Los equipos y herramientas, también hay que lavarlos con agua abundante, asegurándose de que no quede peróxido residual. Se pueden neutralizar los residuos con tiosulfato de sodio.

La zona afectada por el derrame del peróxido de hidrógeno hay que lavarla con grandes volúmenes de agua para diluirlo. En todas las aguas residuales se debe medir su concentración de pH antes de que entren directamente al alcantarillado. Y en caso de pH por debajo de 5, realizar una mayor dilución.

7.10. Rescate o auxilio de personas afectadas por H_2O_2

El peróxido de hidrógeno es corrosivo para la piel y las mucosas; además, puede causar daños graves a los ojos en caso de contacto directo. En cualquier lugar donde se almacene o manipule peróxido de hidrógeno, deben existir medios para lavar exhaustivamente la piel y los ojos (duchas lavaojos o de emergencia).

La ficha de datos de seguridad (FDS) en su apartado 4, primeros auxilios es un documento básico para conocer las acciones a desarrollar.

Las **pautas básicas**¹⁰³ son las siguientes:

- La persona que haya estado en contacto con el H_2O_2 o haya inhalado sus emanaciones ha de recibir asistencia médica inmediata.
- Obtener datos de la concentración del H_2O_2 para aportar toda la información disponible sobre el producto a los servicios sanitarios (se puede consultar la FDS).
- No dejar a la persona afectada desatendida.
- Retirar a la persona de la zona de peligro.
- Mantener a la persona afectada caliente, tranquila y cubierta.

¹⁰³ Seguridad y Manejo del Peróxido de Hidrógeno. Hoja de Datos Técnicos. Solvay.
<https://www.solvay.com/sites/g/files/srpend616/files/2019-10/H2O2%20Safety%20and%20Handling%20of%20Hydrogen%20Peroxide%20-%20Mexico%20SP.pdf>

Exposición de la piel

Los síntomas comunes son: irritación, enrojecimiento, sensación de ardor. En concentraciones altas (>30 %), puede causar quemaduras químicas o blanqueamiento de la piel.

¿Qué hacer?

- Retirar inmediatamente la ropa contaminada. El rescatador debe evitar el contacto con dichas prendas (uso de guantes químicos) y depositarlas en un recipiente sumergidas en agua para disminuir su peligrosidad por corrosividad o por inflamabilidad.
- Lavar la piel con abundante agua corriente durante al menos 15 a 20 minutos.
- No aplicar pomadas ni cremas sin recomendación médica.
- Si la irritación persiste o hay quemaduras, buscar atención médica de inmediato.

Exposición ocular

El H_2O_2 en contacto con los ojos puede causar daños severos hasta la ceguera. Estos daños pueden tardar en aparecer. Las ulceraciones no aparecerán hasta que transcurran algunos días. Incluso la exposición al vapor de peróxido de hidrógeno puede picar y provocar lagrimeo. Cualquier contacto del H_2O_2 con los ojos requiere atención inmediata.

Los síntomas comunes son: enrojecimiento, lagrimeo, dolor intenso y riesgo de daño en la córnea con concentraciones altas.

¿Qué hacer?

- Lavar los ojos inmediatamente con agua tibia o solución salina durante al menos 15 minutos.
- Mantener los párpados abiertos mientras se lavan.
- No frotar los ojos.
- Mantener la irrigación ocular durante el traslado.
- Obtener atención médica urgente, especialmente si el peróxido es de alta concentración.



Imagen 52. Ducha y lavaojos en instalación con peróxido de hidrógeno.

Ingestión¹⁰⁴

Si por cualquier causa se ingiere H_2O_2 , la persona debe beber grandes cantidades del agua de inmediato para diluir el contenido del estómago. Una descomposición rápida de los gases puede causar la distensión gástrica y daños internos.

Los síntomas comunes son: irritación o quemaduras en la boca, garganta y tracto digestivo. Así como: náuseas, vómitos (a veces con espuma debido a la liberación de oxígeno) y dolor abdominal.

¿Qué hacer?

- No provocar el vómito.
- Enjuagar la boca con agua y dar de beber mucha agua, sólo si el paciente está consciente.
- Buscar atención médica urgente, trasladando la información sobre la concentración del producto ingerido.

Inhalación

El respirar la neblina o los vapores de H_2O_2 concentrado puede irritar e inflamar las mucosas de la nariz y la garganta.

Los límites de exposición profesional para agentes químicos del INSST¹⁰⁵ y otras regulaciones (OSHA¹⁰⁶) indican que el límite de exposición¹⁰⁷ permisible a los vapores del H_2O_2 es para VLA-ED: 1 ppm (1,4 mg/m³)¹⁰⁸.

Los síntomas comunes son: irritación de la nariz y garganta, dificultad para respirar. A dosis altas, puede causar edema pulmonar (líquido en los pulmones).

¿Qué hacer?

- Retirar o evacuar a la persona de la zona con vapores de peróxido de hidrógeno y llevarla al aire libre.
- Aflojar la ropa ajustada.
- Si la respiración es difícil y con síntomas de irritación del tracto respiratorio y los pulmones, colocar al paciente en posición semi erguida.
- Si la persona está inconsciente, colocarla en posición lateral de seguridad y solicitar ayuda urgente.

Por lo cual, el **equipo de respiración autónoma debe usarse durante la intervención en derrames de H_2O_2** en los lugares con inadecuada ventilación.

104 Fallece en Corella (Navarra) un niño de 3 años tras beber agua oxigenada concentrada.

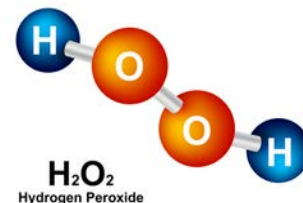
105 Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo - INSST

106 OSHA: *Occupational Safety and Health Administration*, en inglés. Administración para la Seguridad y Salud Ocupacionales de los EEUU.

107 TWA – *Time-weighted average*. Promedio ponderado en el tiempo.

108 <https://www.insst.es/documents/94886/6896817/LEP+2024.pdf/2da36018-5d52-12e7-3b6a-d99544aa5a07?t=1708070663412>



8. BIBLIOGRAFÍA

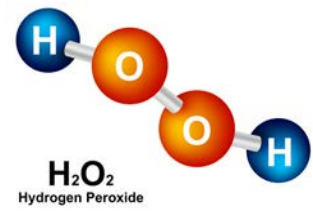
- ECHA European Chemical Agency. **“Guía introductoria al Reglamento CLP”**. Versión 3.0. enero de 2019.
- ECHA European Chemical Agency. **“Guía sobre fichas de datos de seguridad y escenarios de exposición”**, 2018.
- **Reglamento (CE) N° 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo**, de 16 de diciembre de 2008, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas, y por el que se modifican y derogan las Directivas 67/548/CEE y 1999/45/CE y se modifica el Reglamento (CE) n° 1907/2006.
- Naciones Unidas. **“Sistema Globalmente Armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos (SGA)”**. 11ª ed. Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE/UNECE), 12 de septiembre de 2025.
<https://www.siam-it.com/es/noticias/publicada-la-11a-edicion-revisada-del-sga-novedades-clave-para-la-industria-quimica>
- **H₂O₂. Resumen de seguridad GPS**. ERCROS. 2013.
- **Peróxido de hidrógeno (Hydrogen Peroxide)**. Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR).
https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts174.html#:~:text=Aunque%20no%20es%20inflamable%2C%20es,de%20vestimentas%20y%20el%20cabello
- **Explosión e incendio en una instalación de producción de peróxido de hidrógeno**, 22 de abril de 1992. Jarrie (Isère), Francia. Ministerio encargado del Medio Ambiente. Referencia ARIA: 3536. Fecha de actualización del expediente: noviembre de 2007.
https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/fiche_detaillee/3536_en/?lang=en
- **Procedimiento de pasivación H₂O₂**. Técnica de Solvay, 2006.
www.solvaychemicals.us
- **Química recreativa con H₂O₂**. M^a Luisa Aguilar Muñoz, Carlos Durán Torres. Centro de Ciencia Principia, Avda. Luis Buñuel, 6, 29011-Málaga, España.
- **Hydrogen Peroxide (H₂O₂): Human health tier II assessment**, 27 de noviembre de 2014. Australian Government.
- **AENOR. (2019). UNE-EN 943-1:2015+A1:2019. Ropa de protección contra productos químicos. Parte 1: Requisitos de prestaciones de los trajes de protección química herméticos a gases (Tipo 1) y no herméticos a gases (Tipo 2)**. Madrid: Asociación Española de Normalización.

https://tienda.aenor.com/norma-une-en-943-1-2015-a1-2019-n0061827?utm_source=-chatgpt.com

- **AENOR. (2019). UNE-EN 943-2:2019. Ropa de protección contra productos químicos.** Parte 2: Requisitos de prestaciones de los trajes de protección química herméticos a gases (Tipo 1) destinados a equipos de emergencia (ET). Madrid: Asociación Española de Normalización.
https://tienda.aenor.com/norma-une-en-943-2-2019-n0061828?utm_source=chatgpt.com
- **Acuerdo sobre transporte internacional de mercancías peligrosas por carretera. ADR 2025.** Ministerio de transporte y movilidad sostenible.
<https://publicaciones.transportes.gob.es/acuerdo-sobre-transporte-internacional-de-mercancias-peligrosas-por-carretera-adr-2025>
- **Guía Operativa Intervención ante accidentes en el transporte de materias peligrosas en vehículos cisterna**, octubre 2016. Workshop Riesgos Tecnológicos.
<https://www.aself.org/guia-de-intervencion-en-accidentes-con-mercancias-peligrosas/>
- **Ficha de seguridad Peróxido de Hidrógeno (disolución acuosa >60 %).** Versión en español, INSST, 2018.
- **Hydrogen Peroxide Subgroup. Bulk Storage Guideline.** March 2021. Subgrupo de peróxido de hidrógeno. Directrices de almacenamiento a granel. Comité Técnico de Peróxido de Hidrógeno de Cefic. Marzo, 2021.
<https://specialty-chemicals.eu/wp-content/uploads/2021/07/Bulk-Storage-Guidelines-2021.pdf>
- **Guía de seguridad para el peróxido de hidrógeno.** Octubre 2023. CEFIC Peroxygens es el Grupo Sectorial de Peróxidos del Cefic (Consejo Europeo de la Industria Química).
<https://www.peroxygens.org/media/publications/>
- **Límites de exposición profesional para agentes químicos en España.** INSST, 2025.
<https://www.insst.es/noticias-insst/limites-de-exposicion-profesional-para-agentes-quimicos-2025>
- **Peróxido de hidrógeno. Seguridad y Manejo.** Hoja de datos técnicos. Solvay Chemicals, Inc. 2019.
- **Peróxido de hidrógeno. Concentraciones inmediatamente peligrosas para la vida o la salud (IDLH).** Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH). Última revisión: 4 de diciembre de 2014.
- **Estudio cinético de la descomposición del peróxido de hidrógeno en condiciones de extrema alcalinidad.** Cristina de la Macorra García, Anne Brizard, Pedro Rincón Arévalo, Rosa Nieves Sánchez. Revista de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Volumen II. Año 2004. Universidad Alfonso X El Sabio. Escuela Politécnica Superior.
- **Peróxido de Hidrógeno en la Agricultura.** Arquimi, 23 de agosto de 2018.
<https://www.arquimi.com/blog/p13544-peroxido-de-hidrogeno-en-la-agricultura.html>
- **Descomposición del agua oxigenada.** fq-experimentos, 3 de agosto de 2008.
<https://fq-experimentos.blogspot.com/search?q=AGUA+OXIGENADA>
<https://www.youtube.com/watch?v=TPsxyepUaUE>

- **Apagar y reavivar el fuego.** fq-experimentos, 25 de diciembre de 2010.
<https://www.youtube.com/watch?v=TFBn3DqpQY8>
- **Cómo hacer peróxido de hidrógeno concentrado (30 %).** Lab XY, 5 de julio de 2025.
https://www.youtube.com/watch?v=ynHf_Sv4b44&t=3s
- **Agua Oxigenada + Plata (catalizador). Descomposición del H_2O_2 .** Cienciabit: Ciencia y Tecnología, 6 de febrero de 2017.
https://www.youtube.com/watch?v=jJ_x_OigL2U
- **Dióxido de Manganeso (MnO_2) de una Pila. Descomposición Agua Oxigenada.** Cienciabit: Ciencia y Tecnología, 27 de mayo de 2018.
- **Estudio cinético de la descomposición del peróxido de hidrógeno en condiciones de extrema alcalinidad.** Cristina de la Macorra García, Anne Brizard, Pedro Rincón Arévalo, Rosa Nieves Sánchez. Departamento de Tecnología Industrial, Escuela Politécnica Superior, Universidad Alfonso X el Sabio, 2004.





9. ANEXOS

9.1. Ficha de intervención resumida

PERÓXIDO DE HIDRÓGENO N° CAS 7722-84-1				
PLACAS Y ETIQUETAS				
559 2015		 		  
PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS				
P. Fusión: -11 °C (90 %). -11 °C (70 %).		Ebullición: 125 (90 %), 141 °C (70 %)	Presión vapor: 10,1 mmHg	
Densidad/aire: 1	L.I.L.: -		Inflamable: NO	
Densidad/agua: 1,3-1,4	L.S.L.: -		Comburente: SI	
Corrosivo: SI (pH ácido)	Tóxico: SI (Mortal en caso de inhalación)		Solubilidad en agua: Miscible	
TWA (VLA-ED): 1 ppm STEL (VLA-EC): 2 ppm	ERPG 1: 10 ppm ERPG 2: 50 ppm ERPG 3: 100 ppm		IPVS-IDLH: 75 ppm	
El peróxido de hidrógeno estabilizado en solución acuosa con concentración superior al 60 % es un: líquido incoloro; fuerte agente oxidante y es una sustancia térmicamente inestable. Comportamiento y reactividad: Se descompone por calentamiento moderado liberando oxígeno, lo que incrementa significativamente el riesgo de incendio. Y puede sufrir descomposición acelerada si se contamina.				
PROTECCIÓN PERSONAL				
  Si hay incendio / derrame		   > 480 min, H₂O₂ (50 %)		Protección bajas Temperaturas: NO Protección altas temperaturas: NO
DISTANCIAS DE SEGURIDAD				
Pequeño derrame/fuga			Grandes derrame/fuga	
Zona Caliente	Zona Templada		Zona Caliente	Zona Templada
50 m			50 m	
	100 m y 300 m (si hay riesgo de explosión)			
				150 m y 800 m (si hay riesgo de explosión)
EXTINCIÓN		DERRAMES Y FUGAS		
Agua en grandes cantidades, pulverización con agua. No usar polvo, espuma ni CO ₂		Ventilar. Eliminar el líquido derramado con agua abundante. NO absorber en serrín u otros absorbentes combustibles. NO permitir que este producto químico se incorpore al medio ambiente. ¡EVITAR TODO CONTACTO!		
DESCONTAMINACIÓN				
Agua y jabón				

9.2. Posibles escenarios en el transporte con H₂O₂

ESCENARIO	SUBESCENARIO	RIESGOS	POSIBLE EVOLUCIÓN	MEDIDAS DE PROTECCIÓN	FORMA DE INTERVENCIÓN	OTROS
VUELCO DE CISTERNA	Sin derrame	Contacto con H ₂ O ₂ por fugas pequeñas, exposición química	Descomposición interna	Medición de temperatura, inspección visual	Refrigerar con abundante agua si la T aumenta	Revisar sellos y válvulas, mantener distancia
VUELCO DE CISTERNA	Con derrame	Contacto con H ₂ O ₂ : corrosivo, incendio por materiales cercanos	Descomposición interna y externa	Contención del derrame, uso de EPI específicos, establecer zona caliente	Diluir con abundante agua derrames grandes, evitar confinamiento del producto	Retirar materiales incompatibles con H ₂ O ₂ y combustibles, señalización de zona
VUELCO DE CISTERNA	Con descomposición interna	Explosión por aumento de presión, liberación de oxígeno	Aumento de T y P, posible rotura del tanque	Medición continua de T y monitoreo de vapores	Refrigerar con abundante agua, mantener distancia de seguridad	Evacuación de personal cercano
FUGA DE CONTENIDO	Por soldadura	Contacto con H ₂ O ₂ : corrosivo, incendio por materiales cercanos	Descomposición interna por aumento de T	Contención de pequeños derrames, uso de EPI	Diluir en la zona próxima a la soldadura	Trasvase de producto solo si no está descomponiéndose
FUGA DE CONTENIDO	Por elementos inferiores	Contacto con H ₂ O ₂ : corrosivo, incendio por materiales cercanos	Descomposición interna	Contención del derrame, uso de EPI y ERA	Diluir y contener derrame	Asegurar ventilación y acceso seguro
FUGA DE CONTENIDO	Por elementos superiores	Contacto con H ₂ O ₂ : corrosivo, incendio por materiales cercanos	Descomposición interna	Contención del derrame, uso de EPI	Diluir y contener derrame	Mantener zona de alarma y distancias de seguridad
ROTURA DE ELEMENTOS	Válvulas	Derrames importantes de H ₂ O ₂	Descomposición externa	Contención y delimitación de zona	Diluir el derrame, intervención defensiva	Trasvase solo si producto estable
ROTURA DE ELEMENTOS	Disco de ruptura	Descarga violenta de H ₂ O ₂ y vapores, riesgo de sobrepresión	Aumento de T y P, posible proyección de líquidos	Uso de EPI integral (traje tipo 3 y ERA)	Intervención defensiva y a distancia, enfriar y diluir	Evacuar zona, retirar combustibles, señalización zona caliente
INCENDIO EN LAS INMEDIACIONES	Incendio cercano	Explosión por aumento de presión, intensificación de fuego por oxígeno liberado	Aumento de T y P	Medición continua de T, EPI completo	Extinción con agua en forma de neblina, enfriar cisternas	Mantener distancia de seguridad. Refrigerar recipientes cercanos
DESCOMPOSICIÓN DEL CONTENIDO	Sin rotura del disco	Salida por válvula de venteo, liberación de gases y líquido	Aumento de T y P, vapores corrosivos	Uso de EPI integral, monitorización de gases	Intervención defensiva, enfriar y diluir	Retirar materiales combustibles, contención de derrame
DESCOMPOSICIÓN DEL CONTENIDO	Con rotura del disco	Descarga violenta de H ₂ O ₂ y gases, riesgo de sobrepresión	Aumento rápido de T y P, riesgo de proyección	Uso de EPI integral, control de distancia	Intervención defensiva a distancia, enfriar y diluir	Evacuar zona, retirar combustibles, contención de derrame
SALIDA DE VÍA	Traslado o accidente en carretera	Derrame, riesgo de exposición química y proyección de H ₂ O ₂	Aumento de T, liberación de vapores	Contención inmediata, EPI	Diluir con agua, señalizar y controlar tráfico	Coordinación con emergencias y transporte

9.3. Ficha ERIC

Las Fichas de Intervención para Respuesta en Situaciones de Emergencia de CEFIC (Fichas ERIC) proporcionan información básica a los bomberos sobre las acciones a llevar a cabo en accidentes de transporte de productos químicos.

PERÓXIDO DE HIDRÓGENO EN SOLUCIÓN ACUOSA ESTABILIZADA con más del 60 %, de peróxido de hidrógeno, pero como máximo del 70% de peróxido de hidrógeno.

Número ONU	2015
Número de peligro	559
Etiqueta ADR	5.1+8
Clase del ADR	5.1
Código de clasificación	OC1
Grupo de embalaje	I
Ficha ERIC ¹⁰⁹	5-28

Intervención de emergencia: LIQUIDO MUY COMBURENTE

1. Características.

- Peligroso para la piel, los ojos y las vías respiratorias.
- Puede producir espontáneamente una reacción violenta.
- Favorece el incendio.
- El calentamiento o un golpe mecánico puede provocar su descomposición, lo que puede producir una explosión o una reacción violenta.
- Punto de inflamación por encima de 60 °C o no inflamable.

2. Peligros.

- El calentamiento del/de los recipientes/s provocará aumento de presión con riesgo de estallido y la consiguiente explosión.
- La exposición al calor, la luz, un golpe mecánico o el contacto con otros productos químicos provoca el aumento espontáneo de presión o la auto ignición.
- Emite emanaciones tóxicas e irritantes al calentarse o arder.
- El contacto con materias combustibles puede provocar incendio o explosión.
- Las ropas contaminadas suponen un riesgo grave de incendio, especialmente cuando están secas.
- El vapor puede ser invisible y es más pesado que el aire. Se difunde a ras de suelo y puede introducirse en alcantarillas y sótanos.
- El calor puede destruir el estabilizante. Solicitar asesoramiento especializado.

3. Protección personal frente a riesgos químicos.

- Traje de protección química.
- Aparato de respiración autónomo.

¹⁰⁹ <https://www.ericards.net/>

4. Intervención.

4.1 General.

- Trabajar desde una posición protegida para reducir el riesgo del personal. Utilizar monitores o lanzas autónomas.
- Mantenerse en el lado desde donde sopla el viento. Ponerse equipo protector antes de entrar en el área de peligro.
- Reducir al mínimo el número de personas en el área de riesgo.
- Evitar contacto con materias combustibles (por ejemplo, carburantes).

4.2 Derrames.

- Detener las fugas si es posible.
- Diluir el vertido con agua pulverizada en la medida necesaria para reducir el peligro. Contener los escapes con todos los medios disponibles.
- No utilizar tapones hechos con materiales orgánicos como madera para detener las fugas.
- Si la materia se ha introducido en una corriente de agua o en una alcantarilla, informar a la autoridad responsable.
- Ventilar las alcantarillas y los sótanos cuando no haya riesgo para el personal o la población.

4.3 Incendio (afecta a la sustancia).

- Mantener el/los recipientes/s refrigerado/s con agua.
- Extinguir con agua pulverizada (spray).
- Utilizar agua pulverizada, si es posible, para reducir las emanaciones del incendio.
- Evitar derrames innecesarios como consecuencia de la aplicación de medios de extinción que puedan ser contaminantes.

5. Primeros auxilios.

- Si la materia se ha introducido en los ojos, lavarlos con agua durante al menos 15 minutos y buscar asistencia médica inmediata.
- Quitarse inmediatamente la ropa contaminada y lavar la piel afectada con agua abundante.
- Las personas que hayan estado en contacto con la materia o hayan inhalado emanaciones han de recibir asistencia médica inmediata. Aportar toda la información disponible sobre el producto.

6. Precauciones fundamentales para la recuperación del producto.

- No utilizar equipo de recuperación estándar. Solicitar inmediatamente asesoramiento especializado.

7. Precauciones después de la intervención.

7.1 Ropa contaminada.

- Lavar copiosamente con agua el traje y el aparato de respiración contaminados antes de quitarse la máscara y el traje.
- Utilizar un traje de protección química y un aparato de respiración autónomo mientras se desviste a los compañeros contaminados o se maneja equipo contaminado.

7.2 Limpieza de equipo.

- Empapar con agua antes de su transporte desde el lugar del incidente.
- Solicitar asesoramiento especializado tan pronto como sea posible y antes de su reutilización.

9.4. Ficha Internacional de Seguridad Química para $\text{H}_2\text{O}_2 > 60\%$

PERÓXIDO DE HIDRÓGENO (disolución acuosa >60%) Hidroperóxido Dióxido de hidrógeno Dióxido de dihidrógeno Agua oxigenada >60% CAS: 7722-84-1 N° ONU: 2015 CE: 231-765-0	ICSC: 0164 (Mayo 2018)
---	------------------------

	PELIGROS	PREVENCIÓN	LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO Y EXPLOSIÓN	No combustible. La sustancia puede prender materiales combustibles. Riesgo de incendio y explosión en contacto con calor o catalizadores metálicos.	NO poner en contacto con superficies calientes. NO poner en contacto con materiales incompatibles: ver Peligros Químicos.	En caso de incendio en el entorno: usar un medio de extinción adecuado. En caso de incendio: mantener fríos los bidones y demás instalaciones rociando con agua.

¡EVITAR LA FORMACIÓN DE NIEBLAS DEL PRODUCTO! ¡EVITAR TODO CONTACTO! ¡CONSULTAR AL MÉDICO EN TODOS LOS CASOS!			
	SÍNTOMAS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS
Inhalación	Dolor de garganta. Tos. Vértigo. Dolor de cabeza. Náuseas. Jadeo.	Usar ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo. Posición de semincorporado. Proporcionar asistencia médica inmediatamente.
Piel	¡PUEDA ABSORBERSE! Decoloración de la piel. Hinchazón. Enrojecimiento. Dolor. Quemaduras cutáneas.	Guantes de protección. Traje de protección.	Aclarar con agua abundante durante 15 minutos como mínimo, después quitar la ropa contaminada y aclarar de nuevo. Proporcionar asistencia médica inmediatamente.
Ojos	Enrojecimiento. Dolor. Visión borrosa. Daño corneal. Quemaduras.	Utilizar gafas de protección de montura integral o pantalla facial.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después proporcionar asistencia médica.
Ingestión	¡Peligro de aspiración! Dolor de garganta. Dolor abdominal. Distensión abdominal. Shock o colapso.	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	Enjuagar la boca. NO provocar el vómito. Proporcionar asistencia médica inmediatamente.

DERRAMES Y FUGAS	CLASIFICACIÓN Y ETIQUETADO
¡Consultar a un experto! Protección personal: traje de protección química, incluyendo equipo autónomo de respiración. Ventilar. NO permitir que este producto químico se incorpore al ambiente. Absorber el líquido en arena o absorbente inerte. NO absorber en serrín u otros absorbentes combustibles. Recoger cuidadosamente el residuo. Almacenar y eliminar el residuo conforme a la normativa local.	Conforme a los criterios del GHS de la ONU  PELIGRO Puede provocar un incendio o una explosión; muy comburente Nocivo en caso de ingestión Tóxico si se inhala Provoca graves quemaduras en la piel y lesiones oculares Puede irritar las vías respiratorias Puede provocar daños en el tracto respiratorio superior y los pulmones tras exposiciones prolongadas o repetidas Tóxico para los organismos acuáticos
ALMACENAMIENTO	
Almacenar en un área sin acceso a desagües o alcantarillas. Separado de alimentos y piensos. Ver Peligros Químicos. Fresco. Mantener en la oscuridad. Almacenar en recipientes ventilados. Almacenar solamente si está estabilizado.	
ENVASADO	
Material especial.	Transporte Clasificación ONU Clase de Peligro ONU: 5.1; Peligro Secundario ONU: 8; Grupo de Embalaje/Envase ONU: I

PERÓXIDO DE HIDRÓGENO (disolución acuosa >60%)		ICSC: 0164
INFORMACIÓN FÍSICO-QUÍMICA		
Estado físico; aspecto LÍQUIDO INCOLORO.	Fórmula: H_2O_2 Masa molecular: 34.0 Punto de ebullición: 141°C (90%) Punto de ebullición: 125°C (70%) Punto de fusión: -11°C (90%), -39°C (70%) Densidad relativa (agua = 1): 1.4 (90%) Densidad relativa (agua = 1): 1.3 (70%) Solubilidad en agua: miscible Presión de vapor, kPa a 20°C: 0.2 (90%) Presión de vapor, kPa a 20°C: 0.1 (70%) Densidad relativa de vapor (aire = 1): 1 Densidad relativa de la mezcla vapor/aire a 20°C (aire = 1): 1.0 Coefficiente de reparto octanol/agua como log Pow: -1.36	
Peligros físicos		
Peligros químicos Se descompone bajo la influencia de la luz. Se descompone por calentamiento suave. Esto produce oxígeno. Esto aumenta el peligro de incendio. La sustancia es un oxidante fuerte. Reacciona violentamente con materiales reductores y combustibles. Esto genera peligro de incendio y explosión particularmente en presencia de metales. Ataca muchas sustancias orgánicas como textiles y papel.		

EXPOSICIÓN Y EFECTOS SOBRE LA SALUD	
Vías de exposición La sustancia se puede absorber por inhalación del vapor, por ingestión y a través de la piel.	Riesgo de inhalación Por evaporación de esta sustancia a 20°C se puede alcanzar bastante rápidamente una concentración nociva en el aire.
Efectos de exposición de corta duración La sustancia es corrosiva para los ojos, la piel y el tracto respiratorio. Corrosivo por ingestión. El vapor irrita gravemente el tracto respiratorio. La ingestión puede causar formación de espuma con riesgo de asfixia y aspiración. La exposición a esta sustancia puede producir burbujas de oxígeno (embolia) en la sangre, dando lugar a shock.	Efectos de exposición prolongada o repetida La inhalación crónica o repetida del vapor puede causar inflamación crónica del tracto respiratorio superior. Los pulmones pueden resultar afectados por la exposición prolongada o repetida. La sustancia puede afectar al pelo. Esto puede dar lugar a decoloración.

LÍMITES DE EXPOSICIÓN LABORAL
TLV: 1 ppm como TWA; A3 (cancerígeno animal). MAK: 0.71 mg/m ³ , 0.5 ppm; categoría de limitación de pico: I(1); cancerígeno: categoría 4; riesgo para el embarazo: grupo C

MEDIO AMBIENTE
La sustancia es tóxica para los organismos acuáticos.
NOTAS
Enjuagar la ropa contaminada con agua abundante (peligro de incendio). Otros números ONU: 2014 Peróxido de hidrógeno en solución acuosa con un mínimo del 20% y un máximo del 60% de peróxido de hidrógeno, clase de peligro: 5.1, riesgo secundario: 8, grupo de emb/env: II; 2984 Peróxido de hidrógeno en solución acuosa con un mínimo del 8% pero menos del 20% de peróxido de hidrógeno, clase de peligro: 5.1, grupo de emb/env: III.
INFORMACIÓN ADICIONAL
- Límites de exposición profesional (INSST 2019): VLA-ED: 1 ppm; 1,4 mg/m³ - N° de índice (clasificación y etiquetado armonizados conforme al Reglamento CLP de la UE): 008-003-00-9 - Clasificación UE

La información original ha sido preparada en inglés por un grupo internacional de expertos en nombre de la OIT y la OMS, con la asistencia financiera de la Comisión Europea.

Fuente: OIT y OMS. Versión en español, INSST, 2018.

9.5. Ficha de datos de seguridad para el peróxido de hidrógeno (70 %)



Versión: 1.15
Fecha de asunto: 04.03.2019
Fecha de revisión: 22.04.2022
Reemplaza al de fecha: 26.11.2021

Nombre del producto: HYPROX® 700

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

Conforme al Reglamento (CE) n° 1907/2006 (REACH) Artículo 31, Anexo II con las enmiendas correspondientes

SECCIÓN 1. Identificación de la sustancia o la mezcla y de la sociedad o la empresa

1.1 Identificador de producto

Nombre del producto:
HYPROX® 700

1.2 Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados

Uso identificado:	Agentes oxidantes. para usuarios profesionales Se anexan las situaciones de exposición detalladas. El producto se rige por el reglamento de la UE 2019/1148 (comercialización y uso de precursores para explosivos).
Usos no recomendados:	No es apto para la fabricación de biocidas y sustancias activas (por ejemplo, ácido peracético), ya que el producto no está respaldado de acuerdo con el Art. 54 del Reglamento de Biocidas de la UE (equivalencia técnica).

1.3 Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad

Nombre de la empresa : Evonik Operations GmbH
Rellinghauser Str. 1-11
45128 Essen
Germany

téléfono : +49 6181 59 4787

Correo electrónico : sds-hu@evonik.com

1.4 Teléfono de emergencia:

Teléfono Nacional de Emergencias del Centro Español de Toxicología:
+ 34 91 562 04 20
Emergencias 24-Horas : +49 2365 49 2232

SECCIÓN 2. Identificación de los peligros

2.1 Clasificación de la sustancia o de la mezcla

El producto ha sido clasificado conforme a la legislación vigente.

Clasificación de acuerdo con el reglamento (CE) No. 1272/2008 con sus modificaciones posteriores.

Peligros Físicos

Líquidos comburentes	Categoría 2	H272: Puede agravar un incendio; comburente.
----------------------	-------------	--

Peligros para la Salud

Toxicidad aguda (Ingestión)	Categoría 4	H302: Nocivo en caso de ingestión.
-----------------------------	-------------	------------------------------------



Versión: 1.15
 Fecha de asunto: 04.03.2019
 Fecha de revisión: 22.04.2022
 Reemplaza al de fecha: 26.11.2021

Nombre del producto: HYPROX® 700

Toxicidad aguda (Inhalación - vapor)	Categoría 4	H332: Nocivo en caso de inhalación.
Corrosión cutáneas	Categoría 1B	H314: Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.
Lesiones oculares graves	Categoría 1	H318: Provoca lesiones oculares graves.
Toxicidad Sistémica Específica de Órganos Diana- Exposición Única	Categoría 3	H335: Puede irritar las vías respiratorias.
Peligros para el medio ambiente		
Peligros crónicos para el medio ambiente acuático	Categoría 3	H412: Nocivo para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.

2.2 Elementos de la etiqueta

Contiene:

Peroxido de hidrogeno



Palabras de Advertencia:

Peligro

Indicación(es) de peligro:

H272: Puede agravar un incendio; comburente.
 H302+H332: Nocivo en caso de ingestión o inhalación.
 H314: Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.
 H335: Puede irritar las vías respiratorias.
 H412: Nocivo para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.

Consejos de Prudencia

Prevención:

P210: Mantener alejado del calor, de superficies calientes, de chispas, de llamas abiertas y de cualquier otra fuente de ignición. No fumar.
 P261: Evitar respirar el polvo/el humo/el gas/la niebla/los vapores/el aerosol.
 P280: Llevar guantes/prendas/gafas/máscara de protección.

Respuesta:

P370+P378: En caso de incendio: Utilizar agua para la extinción.
 P301+P330+P331: EN CASO DE INGESTIÓN: Enjuagar la boca. NO provocar el vómito.
 P303+P361+P353: EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL (o el pelo): Quitar inmediatamente toda la ropa contaminada. Enjuagar la piel con agua [o ducharse].
 P304+P340: EN CASO DE INHALACIÓN: Transportar a la persona al aire libre y mantenerla en una posición que le facilite la respiración.
 P305+P351+P338: EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Enjuagar con agua cuidadosamente durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto cuando estén presentes y pueda hacerse con facilidad. Proseguir con el lavado.

Nombre del producto: HYPROX® 700
2.3 Otros peligros

El producto es un fuerte agente oxidante. La liberación de oxígeno puede favorecer los incendios. Peligro de descomposición bajo el efecto del calor. Peligro de descomposición en contacto con materias incompatibles, impurezas, metales, alcalis, agentes reductores. Peligro de explosión con disolventes orgánicos.

Resultados de la valoración PBT y mPmB

Esta sustancia/mezcla no contiene componentes que se consideren que sean bioacumulativos y tóxicos persistentes (PBT) o muy bioacumulativos y muy persistentes (vPvB) a niveles del 0,1% o superiores.

Propiedades de alteración endocrina-Toxicidad

La sustancia/la mezcla no contienen componentes que tengan propiedades alteradoras endocrinas de acuerdo con el artículo 57(f) de REACH o el Reglamento delegado de la Comisión (UE) 2017/2100 o el Reglamento de la Comisión (UE) 2018/605 en niveles del 0,1 % o superiores.

Propiedades de alteración endocrina-Ecotoxicidad

La sustancia/la mezcla no contienen componentes que tengan propiedades alteradoras endocrinas de acuerdo con el artículo 57(f) de REACH o el Reglamento delegado de la Comisión (UE) 2017/2100 o el Reglamento de la Comisión (UE) 2018/605 en niveles del 0,1 % o superiores.

SECCIÓN 3. Composición/información sobre los componentes
3.2 Mezclas

Información general: solución acuosa, claro

Determinación química	Concentración	No. CAS	N.º CE	No. de registro REACH	factores M:	Notas
Peroxido de hidrogeno	69,5 - 69,9%	7722-84-1	231-765-0	01-2119485845-22	No hay datos disponibles.	#

* Todas las concentraciones están en porcentaje en peso a menos que el ingrediente sea un gas. Las concentraciones de gases están en porcentaje en volumen.

Para esta sustancia existen nivel(es) de exposición previstos para el lugar de trabajo.

Esta sustancia está incluida en la SEP.

Clasificación

Determinación química	Clasificación	Notas
Peroxido de hidrogeno	Clasificación: Ox. Liq.: 1: H271; Acute Tox.: 4: H302; Acute Tox.: 4: H332; Skin Corr.: 1A: H314; Eye Dam.: 1: H318; STOT SE: 3: H335; Aquatic Chronic: 3: H412; Información suplementaria en la etiqueta: Ningunos conocidos/Ninguna conocida. Límite específico de concentración: Líquidos comburentes Categoría 2, 50 - < 70 %; Líquidos comburentes Categoría 1, >= 70 %; Corrosión cutáneas Categoría 1A, >= 70 %; Irritación cutáneas Categoría 2, 35 - < 50 %; Peligros crónicos para el medio ambiente acuático Categoría 3, >= 63 %; Toxicidad sistémica específica de órganos diana- exposición única	Nota B



Versión: 1.15
 Fecha de asunto: 04.03.2019
 Fecha de revisión: 22.04.2022
 Reemplaza al de fecha: 26.11.2021

Nombre del producto: HYPROX® 700

	Categoría 3, $\geq 35\%$; Corrosión cutáneas Categoría 1B, 50 - < 70 %; Lesiones oculares graves Categoría 1, 8 - < 50 %; Irritación ocular Categoría 2, 5 - < 8 %; Toxicidad aguda, oral: DL 50: 431 mg/kg Toxicidad aguda, inhalación: CL 50: 1,5 mg/l Toxicidad aguda, dérmica: DL 50: 9.200 mg/kg	
--	---	--

CLP: Reglamento no 1272/2008.

El texto completo de todas las frases H figura en la sección 16.

SECCIÓN 4. Primeros auxilios

4.1 Descripción de las medidas de primeros auxilios necesarias

Información general:	Tener en cuenta la protección personal. Retire a la persona de la zona peligrosa. No deje a la víctima desatendida. Mantener al paciente en reposo y abrigado. Con pérdida de conocimiento y teniéndose respiración decúbito lateral estable.
Inhalación:	Si se forman aerosoles o neblinas, es posible una inhalación. Sacar a las personas afectadas al aire libre y mantenerlas en reposo. Conseguir atención médica si continúa cualquier malestar. En caso de ahogo: administrar oxígeno. Consultar inmediatamente a un médico. En caso de parada respiratoria: respiración artificial, avisar de inmediato a un médico de urgencia.
Contacto con la Piel:	Inmediatamente quitar la ropa contaminada. Lavar de inmediato la zona afectada con mucha agua durante como mínimo 15 minutos. Conseguir atención médica inmediatamente.
Contacto con los ojos:	EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Enjuagar con agua cuidadosamente durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto cuando estén presentes y pueda hacerse con facilidad. Proseguir con el lavado. Conseguir atención médica inmediatamente.
Ingestión:	NO provocar el vómito. Enjuagarse la boca. Dar a beber inmediatamente grandes cantidades de agua. No administrar carbón activado. Conseguir atención médica inmediatamente.
Equipo de protección personal para el personal de primeros auxilios:	Los socorristas deben poner atención en su protección personal y llevar la vestimenta de protección recomendada

4.2 Principales síntomas y efectos, agudos y retardados



Versión: 1.15
 Fecha de asunto: 04.03.2019
 Fecha de revisión: 22.04.2022
 Reemplaza al de fecha: 26.11.2021

Nombre del producto: HYPROX® 700

Síntomas:

Es posible que aparezcan síntomas como somnolencia, irritación del esófago, dolor abdominal, formación de espuma en la boca, náuseas, vómitos y diarrea. Provoca lesiones oculares graves. Los líquidos corrosivos/irritantes en el ojo causan daño, destrucción y desprendimiento del epitelio conectivo y corneal, opacidad corneal, edema y formación de úlceras dependiendo de la intensidad de la acción. ¡Existe peligro de perder la vista! Irritación del tracto respiratorio. Síntomas de irritación en el tracto respiratorio como tos, sensación de ardor detrás del esternón, lágrimas, sensación de quemazón en los ojos o la nariz. Posible necrosis en el área del tracto respiratorio superior y dificultad para respirar. Provoca quemaduras de la piel. Es posible la coloración blanca de las áreas expuestas de la piel. Peligro de aspiración debido a la formación de espuma. Existe la posibilidad de formación de un edema pulmonar. Liberación de oxígeno con posible embolia gaseosa. Después de la absorción en el cuerpo debido a un accidente, los síntomas y el cuadro clínico dependen de la cinética de la sustancia perjudicial para la salud (la cantidad de sustancia absorbida, el tiempo de resorción y la eficacia de las medidas de eliminación precoz (primeros auxilios)/ metabolismo de secreción). Los daños en la salud pueden tener efectos retardados.

Riesgos:

Nocivo por inhalación. Provoca quemaduras de la piel. Provoca lesiones oculares graves.

4.3 Indicación de asistencia médica inmediata y tratamiento especial necesario

Tratamiento: Tratamiento sintomático.

SECCIÓN 5. Medidas de lucha contra incendios

5.1 Medios de extinción

Medios de extinción apropiados: Agua pulverizada.

Medios de extinción no apropiados: Chorro de agua de gran volumen. Orgánicos, compuestos.

5.2 Peligros específicos derivados de la sustancia o la mezcla:

El producto no arde por sí mismo. En caso de incendio en los alrededores, peligro de descomposición con desprendimiento de oxígeno. La liberación de oxígeno puede favorecer los incendios. En caso de descomposición del producto, existe el peligro de que los recipientes cerrados y las tuberías revienten debido a un aumento de la presión. El contacto con sustancias orgánicas e inflamables puede provocar un incendio. En caso de incendio se pueden formar gases nocivos.

5.3 Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios



Versión: 1.15
 Fecha de asunto: 04.03.2019
 Fecha de revisión: 22.04.2022
 Reemplaza al de fecha: 26.11.2021

Nombre del producto: HYPROX® 700

Medidas especiales de lucha contra incendios:

Evacuar el personal a zonas seguras. Usar medidas de extinción que sean apropiadas a las circunstancias del local y a sus alrededores. Si las soluciones concentradas de peróxido de hidrógeno entran en el sistema de alcantarillado, se puede esperar una descomposición espontánea o explosiva. Se deben agregar grandes cantidades de agua inmediatamente desde una distancia segura. En caso de incendio, alejar los contenedores expuestos al fuego y depositarlos en lugar seguro, si eso es posible sin peligro. o En caso de incendio enfriar o diluir con agua (inundando) los recipientes en peligro. Proveer que haya suficientes instalaciones para la retención del agua de extinción. El agua de extinción no debe llegar a las alcantarillas, al subsuelo ni a las aguas. Cubra el alcantarillado. Los restos del incendio y el agua de extinción contaminada deben eliminarse según las normas locales en vigor.

Equipos de protección especial que debe llevar el personal de lucha contra incendios:

En caso de incendio utilizar un aparato respiratorio independiente del aire ambiente y vestirse con un equipo protector.

SECCIÓN 6. Medidas en caso de vertido accidental

6.1 Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia:

-

6.1.1 Para el personal que no forma parte de los servicios de emergencia:

En el caso de derrame o fuga accidenta, notificarlo a las Autoridades pertinentes con todas las regulaciones aplicables. Evacuar y no acercarse al producto derramado. Cubra el alcantarillado. Poner fuera de peligro todos los focos de ignición y alejarlos.

6.1.2 Para el personal de emergencia:

En el caso de derrame o fuga accidenta, notificarlo a las Autoridades pertinentes con todas las regulaciones aplicables. Evacuar el personal a zonas seguras. Use equipo protector personal. Poner fuera de peligro todos los focos de ignición y alejarlos. Los envases defectuosos deben ser inmediatamente separados, si eso es posible sin peligro. Evitar durante el almacenamiento un desprendimiento del producto, si eso es posible sin peligro. No use materiales orgánicos (por ejemplo, madera) para sellar la fuga. Proveer ventilación y contener el derrame. No permitir el vertido al alcantarillado. Depositar los recipientes defectuosos en los toneles (bidones contenedores) de plástico (no de metal). No cerrar herméticamente los recipientes, tampoco los toneles, (peligro de estallar por descomposición del producto). Nunca volver a rellenar el recipiente original con producto derramado para volver a utilizarlo. (Peligro de descomposición.). Si las soluciones concentradas de peróxido de hidrógeno entran en el sistema de alcantarillado, se puede esperar una descomposición espontánea o explosiva. Se deben agregar grandes cantidades de agua inmediatamente desde una distancia segura.

6.2 Precauciones relativas al medio ambiente:

Se debe tener en cuenta la protección de las aguas (recoger, indicar, cubrir). No debe llegar a tierra, aguas, canalización. Si el producto contaminara ríos, lagos o alcantarillados, informar a las autoridades respectivas.



Versión: 1.15
 Fecha de asunto: 04.03.2019
 Fecha de revisión: 22.04.2022
 Reemplaza al de fecha: 26.11.2021

Nombre del producto: HYPROX® 700

- | | |
|--|---|
| 6.3 Métodos y material de contención y de limpieza: | Con grandes cantidades: Cubra el alcantarillado. Recuperar el producto con un aparato apropiado (p. ej. bomba de líquidos) y almacenarlo en recipientes apropiados (p. ej. de plástico). Eliminar el material recogido de acuerdo con las disposiciones. Lavar los restos con mucha agua. Ventilar la habitación. Con pequeñas cantidades: Cubra el alcantarillado. Detener mediante arena o tierra. Recoger con material absorbente de líquidos, por ejemplo: tierra de diatomeas o ligante universal. No utilizar: tejidos, serrín, materias combustibles. Eliminar el material recogido de acuerdo con las disposiciones. Lavar los restos con mucha agua. Ventilar la habitación. |
| 6.4 Referencia a otras secciones: | Equipo de protección individual, ver sección 8. Para su eliminación, tenga en cuenta la sección 13. |

SECCIÓN 7. Manipulación y almacenamiento:

7.1 Precauciones para una manipulación segura

- | | |
|---|--|
| Medidas de carácter técnico (p.ej. Ventilación local y general): | Respete los valores límite y reduzca al mínimo el riesgo de inhalación de vapores y neblinas. Procurar una adecuada aspiración/ventilación del lugar de trabajo o en las máquinas. Son métodos de medición indicados: peróxido de hidrógeno (H ₂ O ₂) OSHA método ID 006 OSHA método VI-6 |
| Manipulación: | Manipular con las precauciones de higiene industrial adecuadas, y respetar las prácticas de seguridad. Evítase el contacto con los ojos, la piel y la ropa. No inhalar vapores, aerosoles, niebla de pulverización. Procurar una buena ventilación del local. Use equipo protector personal. Tener en cuenta los requisitos ergonómicos en la selección del equipo de protección personal. Comprobar el buen estado del equipo de protección personal antes de su uso. Lavar inmediatamente con agua la ropa ensuciada o impregnada. Inmediatamente quitar la ropa contaminada. Las prendas de trabajo contaminadas no podrán sacarse del lugar de trabajo. Durante el trabajo no se debe comer, beber, fumar ni tomar rapé. Antes del recreo y al final del trabajo, lavarse las manos y/o la cara. Utilizar regularmente una crema protectora. Prestar atención a una limpieza rigurosa en el puesto de trabajo. Evitar impurezas y efecto del calor. Consérvese lejos de materias incompatibles. Solo se debe llenar tanto producto como sea necesario para el trabajo en curso. No vaciar el recipiente con presión. Evite las salpicaduras. Después de su uso, los contenedores deben cerrarse de inmediato y llevarse a su ubicación de almacenamiento real. Evitar restos de productos pegados a los contenedores. Nunca volver a rellenar el recipiente original con producto derramado para volver a utilizarlo. (Peligro de descomposición.). Llevar a cabo trabajos de fuego solo con un permiso por escrito. Los trabajos en depósitos y conductos pueden hacerse sólo después de lavarlos correctamente y de dejarlos inertes. No utilizar herramientas que produzcan chispas. Prever la instalación de una ducha de emergencia y una ducha de ojos. Redacción de instrucciones de seguridad y de funcionamiento. El equipo de protección personal utilizado debe estar en conformidad con las prescripciones de la Reglamento (CE) 2016/425 y las modifica A establecer en el puesto de trabajo en el marco de un análisis de riesgo, de acuerdo con la Reglamento (CE) 2016/425 y las |



Versión: 1.15
 Fecha de asunto: 04.03.2019
 Fecha de revisión: 22.04.2022
 Reemplaza al de fecha: 26.11.2021

Nombre del producto: HYPROX® 700

modificaciones aportadas.

Medidas para evitar el contacto:

No hay datos disponibles.

7.2 Condiciones de almacenamiento seguro, incluidas posibles incompatibilidades

Condiciones de almacenamiento seguro:

Guárdese en un lugar fresco y seco. Consérvese a una temperatura no superior a 40°C. Evitar radiación del sol, calor, efecto del calor. Guárdese en el recipiente original bien cerrado en un lugar bien ventilado. Suelo de cemento liso sin juntas. Utilizar sólo recipientes especialmente autorizados para: peróxido de hidrógeno Prever sistemas de ventilación apropiados en todos los recipientes, contenedores y tanques y verificar con regularidad su buen funcionamiento. No almacenar el producto en recipientes ni tuberías carentes de sistema de ventilación. En caso de descomposición del producto, existe el peligro de que los recipientes cerrados y las tuberías revienten debido a un aumento de la presión. Someter a los recipientes, contenedores y tanques a un control visual para determinar alteraciones como corrosión, presión (hinchado), elevación de temperatura, etc.). Transportar y almacenar siempre los contenedores verticalmente. Almacenar los contenedores, de manera que en caso de fuga el líquido saliente se pueda recoger en un recipiente colector. Tenga en cuenta la vida útil del producto. No almacenar juntamente con: álcalis, medios reductores, sales metálicas (peligro de descomposición). No almacenar juntamente con: materias inflamables (peligro de incendio). No almacenar juntamente con: disolventes orgánicos (peligro de explosión). Consérvese lejos de materias incompatibles. Conservar alejado de toda llama o fuente de chispas - No fumar. Evitar la acumulación de cargas electrostáticas. Medidas necesarias para el almacenamiento en una instalación de tanques deberían comprender como mínimo: Materiales apropiados, almacenes separados y bien ventilados, sistema de ventilación de tanques, control de temperatura, puesta a tierra, sistema de recogida o cuba de tanque para el caso de fugas de producto. Antes del primer llenado y de la puesta en servicio de una instalación de tanques proceder a lavar y enjuagar todas las piezas de la instalación incluidas todas las tuberías. Los recipientes metálicos y las piezas de la instalación han de decaparse y pasivizarse antes suficientemente. Para informaciones detalladas relativas a la instalación de tanques y de dosificadores, consultar al fabricante. Asegurar la disponibilidad de agua para casos de emergencia (refrigeración, inundación, lucha contra incendio) y comprobar con regularidad el buen funcionamiento de la instalación.

Materiales de embalaje seguros:

Materiales adecuados: acero inoxidable: 1.4571 o 1.4541, inactivado aluminio: mín. 99.5 % inactivado aleaciones de aluminio-magnesio, inactivado plásticos politetrafluoroetileno Polipropileno Vidrio cerámica. Materiales inadecuados: Cobre plomo latón magnesio Hierro plata bronce Zinc Estaño Acero dulce

Nombre del producto: HYPROX® 700

- 7.3 Usos específicos finales:** Para información más detallada, véase el anexo: situación de exposición.

SECCIÓN 8. Controles de exposición/protección individual
8.1 Parámetros de control
Valores Límite de Exposición Profesional

Determinación química	Tipo	Valores Límite de Exposición	Fuente
Peroxido de hidrogeno	VLA-ED	1 ppm 1,4 mg/m3	España. Límites de Exposición Ocupacional, en su forma enmendada (2016)

Consulte la última edición del texto original adecuado y póngase en contacto con un higienista industrial, un profesional similar o agencias locales para obtener más información.

Valor Límite Biológico

No se han indicado límites de exposición biológica para el/los componente(s).

Valores DNEL

Componente crítico	Tipo	Ruta de exposición	Advertencias para la salud	Observaciones
Peroxido de hidrogeno	Population générale	inhalación	Locales, largo plazo; 0,21 mg/m3	irritación del tracto respiratorio
	Trabajadores	inhalación	Locales, corto plazo; 3 mg/m3	irritación del tracto respiratorio
	Population générale	inhalación	Locales, corto plazo; 1,93 mg/m3	irritación del tracto respiratorio
	Trabajadores	inhalación	Locales, largo plazo; 1,4 mg/m3	irritación del tracto respiratorio
	Population générale	Ojos	efecto local;	Peligro alto (sin umbral)
	Trabajadores	Ojos	efecto local;	Peligro alto (sin umbral)

Valores PNEC

Componente crítico	Compartimento medioambiental	Valores PNEC	Observaciones
Peroxido de hidrogeno	Planta de tratamiento de aguas residuales	4,66 mg/l	
	Sedimento (agua dulce)	0,047 mg/kg	
	Acuático (agua marina)	0,013 mg/l	
	Sedimento (agua de mar)	0,047 mg/kg	
	Acuático (agua dulce)	0,013 mg/l	
	Tierra	0,002 mg/kg	

8.2 Controles de la exposición
Controles Técnicos Apropriados:

Respete los valores límite y reduzca al mínimo el riesgo de inhalación de vapores y neblinas. Procurar una adecuada aspiración/ventilación del lugar de trabajo o en las máquinas. Son métodos de medición indicados: peróxido de hidrógeno (H₂O₂) OSHA método ID 006 OSHA método VI-6

Medidas de protección individual, tales como equipos de protección personal
Protección de los ojos/la cara:

Para monitorear actividades en la empresa y en el laboratorio: Use gafas de marco con protectores laterales. Al llenar y decantar o eliminar fallas, si es probable que salpique: use gafas protectoras. Cuando maneje grandes cantidades: Use un escudo protector adicional. El protector facial debe cumplir con la norma EN166.

Nombre del producto: HYPROX® 700

Protección de las Manos:	Material: látex natural (NR), caucho nitrílico (NBR) Tiempo de perforación: > 480 min Espesor del guante: 1 mm Guía: DIN EN 374 Material: Goma de butilo. Tiempo de perforación: > 480 min Espesor del guante: 0,7 mm Guía: DIN EN 374
Protección de la Piel y del Cuerpo:	Los medios para la protección de personas se eligen de modo específico para el puesto de trabajo en dependencia de la concentración y cantidad de las sustancias peligrosas. Los materiales apropiados son: PVC, neopreno, caucho nitrílico, caucho natural. No llevar ropas protectoras que contengan algodón. Se debe llevar ropa protectora, resistente a los ácidos. Ejemplos de ropa protectora: Para actividades de monitoreo en la empresa y en el laboratorio: ropa de protección habitual de laboratorio, delantal de protección. Al llenar y decantar o eliminar fallas, si se esperan salpicaduras: delantal de protección, traje de protección química. Manipulando grandes cantidades: equipo protector contra productos químicos, mono de protección desechable. El traje de protección química debe cumplir con la norma DIN EN 943-1. Utilizar protección de pie: botas, altas, grado de protección S2 o S4 (DIN EN 20345) No usar zapatos de cuero.
Protección respiratoria:	Si los controles de ingeniería no mantienen las concentraciones en el aire por debajo de los límites de exposición recomendados (cuando proceda) o a un nivel aceptable (en países donde no se hayan establecido límites de exposición), ha de utilizarse un respirador aprobado. Usar equipo respiratorio adecuado. Filtro adecuado: tipo NO-P3, color característico azul - blanco. Filtro adecuado: Tipo CO-P3, código de color blanco / negro Se debe utilizar aparato de respiración autónomo si el contenido de oxígeno del aire < 17 % vol. o en caso de condiciones confusas. Equipo de respiración autónomo (EN 133) Tener en cuenta las restricciones del tiempo de uso: 30 min. como máximo. La máscara completa debe cumplir la norma "DIN EN 136". Los filtros deben cumplir la norma "EN 14387".
Medidas de higiene:	ver sección 7.
Controles medioambientales:	ver sección 6.

SECCIÓN 9. Propiedades físicas y químicas
9.1 Información sobre propiedades físicas y químicas básicas

Aspecto	
Forma/estado:	Líquido
Forma/Figura:	Líquido
Color:	Incoloro
Olor:	Inodoro
Olor, umbral:	No hay datos disponibles.
Punto de congelamiento:	-40,3 °C
Punto ebullición:	Aproximado 125 °C (1.013 hPa)

Nombre del producto: HYPROX® 700

Inflamabilidad:	No clasificado como peligro de inflamabilidad. no verificado No es de esperarse en el trato debido a las experiencias hechas en la práctica.
Límites superior/inferior de inflamabilidad o de explosividad	
Límite superior de explosividad (%)	No hay datos disponibles.
Límite inferior de explosividad (%)	No hay datos disponibles.
Punto de inflamación:	no se inflama
Temperatura de autoignición:	La sustancia o mezcla no está clasificada como pirofórica.
descomposición, temperatura de:	La sustancia o mezcla no se clasifica como auto-reactiva. 55 °C SADT (Prueba H.2 UN). Tanque de acero inoxidable de 20m³
pH:	<= 2 (no diluido)
Viscosidad	
Viscosidad dinámica:	Aproximado 1,23 mPa.s (20 °C)
Viscosidad cinemática:	Aproximado 0,96 mm²/s (20 °C) Es un valor obtenido de la evaluación o de los resultados de pruebas realizadas con productos similares (conclusión por analogía). Aproximado 0,70 mm²/s (40 °C) Es un valor obtenido de la evaluación o de los resultados de pruebas realizadas con productos similares (conclusión por analogía).
flujo, tiempo de:	No hay datos disponibles.
Solubilidad(es)	
Solubilidad en agua:	Miscible con agua.
Solubilidad (otra):	No hay datos disponibles.
Velocidad de disolución:	No aplicable
Coefficiente de reparto (n-octanol/agua):	-1,57 (QSAR) Los datos se refieren a la sustancia pura.
Estabilidad de la dispersión:	No aplicable
Presión de vapor:	Aproximado 14,66 hPa
Densidad relativa:	1,44 (25 °C) sustancia pura
Densidad:	1,28 g/ml (20 °C) (OCDE 109) 1,29 g/ml (15 °C) (OCDE 109) 1,26 g/ml (50 °C) (OCDE 109)
Densidad aparente:	No hay datos disponibles.
Densidad relativa del vapor:	Más pesado que el aire
Características de las partículas	
Tamaño de partícula:	No aplicable
Distribución granulométrica:	No aplicable
Exposición al polvo:	No aplicable
Área superficial específica:	No aplicable
Carga superficial /potencial zeta:	No aplicable
Valoración:	No aplicable
Forma:	No aplicable
Cristalinidad:	No aplicable
Tratamiento de superficies:	No aplicable

9.2 Otros datos

Propiedades explosivas:	No explosivo
--------------------------------	--------------



Versión: 1.15
 Fecha de asunto: 04.03.2019
 Fecha de revisión: 22.04.2022
 Reemplaza al de fecha: 26.11.2021

Nombre del producto: HYPROX® 700

Propiedades comburentes:	La sustancia o mezcla se clasifica como oxidante con la categoría 2. UN Test O.2 (oxidizing liquids)
Temperatura mínima de ignición:	No hay datos disponibles.
Experimenta calentamiento espontáneo:	La sustancia o mezcla no está clasificada como autocalentable.
Formación de gases inflamables:	Sustancia o mezcla que, en contacto con agua, no emite gas inflamable
Peróxidos:	La sustancia o mezcla no está clasificada como peróxido orgánico.
corrosión metálica:	(Manual de la ONU "Pruebas y Criterios", parte III, sección 37) No es corrosivo para los metales.
Velocidad de evaporación:	No hay datos disponibles.
Miscible (agua):	totalmente miscible
Tensión de superficie	Aproximado 77,3 mN/m, 20 °C
Peso molecular:	34,02 g/mol
VOC, contenido de:	Directiva CE 2004/42: 0,89 g/l ~69,9 % (calculado)
Otros parámetros físicos y químicos:	No se conocen polimerizaciones peligrosas.

SECCIÓN 10. Estabilidad y reactividad

10.1 Reactividad:	El producto es un agente oxidante y reactivo. Riesgo de descomposición cuando se expone al calor, contaminación o contacto con materiales incompatibles.
10.2 Estabilidad química:	Estable bajo las condiciones de almacenamiento recomendadas. El producto se suministra estabilizado. Los productos comercializados están estabilizados para reducir los peligros de descomposición por impurezas.
10.3 Posibilidad de reacciones peligrosas:	No se conocen polimerizaciones peligrosas. Impurezas, catalizadores de descomposición, sustancias incompatibles, sustancias inflamables pueden conducir, en caso de contacto con el producto, a una descomposición exotérmica autoacelerada bajo generación de oxígeno. En caso de descomposición del producto, existe el peligro de que los recipientes cerrados y las tuberías revienten debido a un aumento de la presión. La liberación de oxígeno puede favorecer los incendios. Riesgo de descomposición, ver sección 10.1.
10.4 Condiciones que deben evitarse:	radiación del sol, calor, efecto del calor
10.5 Materiales incompatibles:	Impurezas, catalizadores de descomposición, metales, sales metálicas, álcalis, ácido clorhídrico, agentes reductores, sustancias inflamables, disolventes orgánicos.
10.6 Productos de descomposición peligrosos:	Productos de descomposición durante la descomposición térmica: vapor de agua, oxígeno.

SECCIÓN 11. Información toxicológica

Información general: Los síntomas pueden retrasarse.

11.1 Información sobre las clases de peligro definidas en el Reglamento (CE) n.º 1272/2008



Versión: 1.15
 Fecha de asunto: 04.03.2019
 Fecha de revisión: 22.04.2022
 Reemplaza al de fecha: 26.11.2021

Nombre del producto: HYPROX® 700

Información sobre posibles vías de exposición

Inhalación:	Vía de exposición relevante. Véase más abajo para más información sobre los efectos correspondientes.
Contacto con la Piel:	Si se maneja adecuadamente, no hay vía de exposición relevante. Véase más abajo para más información sobre los efectos correspondientes.
Contacto con los ojos:	Si se maneja adecuadamente, no hay vía de exposición relevante. Véase más abajo para más información sobre los efectos correspondientes.
Ingestión:	Si se maneja adecuadamente, no hay vía de exposición relevante. Véase más abajo para más información sobre los efectos correspondientes.

Toxicidad aguda (listar todas las vías de exposición posibles)

Ingestión

Producto:	DL 50 (Rata, hembra): 693,7 mg/kg (OECD 401) DL 50 (Rata, macho): 1.026 mg/kg (OECD 401)
Componentes:	
Peroxido de hidrogeno	DL 50 (Rata, Femenino, Masculino) : 431 mg/kg Criterio experto

Contacto dermal

Producto:	DL 50 (Conejo): 9.200 mg/kg (método análogo OCDE) No tóxico tras una exposición única;
Componentes:	
Peroxido de hidrogeno	DL 50 (Conejo, macho) : 9.200 mg/kg

Inhalación

Producto:	ETAmézcla: 2,15 mg/l Polvos, nieblas y humos ETAmézcla: 15,74 mg/l Vapor
Componentes:	
Peroxido de hidrogeno	CL 50 (Estimación de la toxicidad aguda, 4 h): 1,5 mg/l Polvos, nieblas y humos CL 50 (Estimación de la toxicidad aguda, 4 h): 11 mg/l Vapor

Toxicidad por dosis repetidas

Producto:	NOAEL (Nivel sin efecto adverso observado) (Ratón(hembra), Oral): 37 mg/kg estudio del agua potable peróxido de hidrógeno, 35 % NOAEL (Nivel sin efecto adverso observado) (Ratón(macho), Oral): 26 mg/kg estudio del agua potable peróxido de hidrógeno, 35 %
Componentes:	
Peroxido de hidrogeno	No hay datos disponibles.

Corrosión/Irritación Cutáneas

Producto:	Corrosivo. Método de cálculo Corrosión o irritación cutáneas - Categoría 1B
Componentes:	
Peroxido de hidrogeno	Corrosivo.

Lesiones Oculares Graves/Irritación Ocular

Producto:	Riesgo de lesiones oculares graves. OECD 405 peróxido de hidrógeno, 35 %
Componentes:	
Peroxido de hidrogeno	Riesgo de lesiones oculares graves.

Sensibilización de la Piel o Respiratoria

Producto:	Prueba de sensibilización, Magnusson y Kligman. (conejiillo de indias): No irrita la piel. Literatura
Componentes:	



Versión: 1.15
 Fecha de asunto: 04.03.2019
 Fecha de revisión: 22.04.2022
 Reemplaza al de fecha: 26.11.2021

Nombre del producto: HYPROX® 700

Peroxido de hidrogeno	Magnusson y Kligman. (conejillo de indias): No irrita la piel. Literatura
Carcinogenicidad	
Producto:	Indicaciones de un posible efecto cancerígeno en experimentación animal: No se ha podido aportar hasta ahora ninguna prueba formal de la existencia de un riesgo elevado de tumor. El peróxido de hidrógeno no es ninguna sustancia cancerígena según MAK, IARC, NTP, OSHA, ACGIH.
Componentes:	
Peroxido de hidrogeno	Indicaciones de un posible efecto cancerígeno en experimentación animal: No se ha podido aportar hasta ahora ninguna prueba formal de la existencia de un riesgo elevado de tumor. El peróxido de hidrógeno no es ninguna sustancia cancerígena según MAK, IARC, NTP, OSHA, ACGIH.

Mutagenicidad en Células Germinales

A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación.

En vitro	
Producto:	Ensayo de mutación reversa bacteriana.: positivo y negativo; Literatura; aberración de los cromosomas (OECD 473): positivo; Literatura; Mutación en los genes de las células de los mamíferos (OECD 476): positivo; Literatura;
Componentes:	
Peroxido de hidrogeno	No hay datos disponibles.

En vivo	
Producto:	Ensayo de micronúcleos (OECD 474) intraperitoneal (Ratón, Femenino, Masculino): negativo; peróxido de hidrógeno, 35 %

Componentes:	
Peroxido de hidrogeno	No hay datos disponibles.

Toxicidad para la reproducción	
Producto:	No hay datos disponibles.
Componentes:	
Peroxido de hidrogeno	No hay datos disponibles.

Toxicidad Sistémica Específica de Órganos Diana- Exposición Única

Producto:	Categoría 3 con irritación de las vías respiratorias.
Componentes:	
Peroxido de hidrogeno	Inhalación - vapor: Aparato respiratorio - Categoría 3 con irritación de las vías respiratorias.

Toxicidad Sistémica Específica de Órganos Diana- Exposiciones Repetidas

Producto:	No hay datos disponibles.
Componentes:	
Peroxido de hidrogeno	No hay datos disponibles.

Peligro por Aspiración

Producto:	A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación.
Componentes:	
Peroxido de hidrogeno	No clasificado

11.2 Información relativa a otros peligros

Propiedades de alteración endocrina



Versión: 1.15
 Fecha de asunto: 04.03.2019
 Fecha de revisión: 22.04.2022
 Reemplaza al de fecha: 26.11.2021

Nombre del producto: HYPROX® 700

Producto:	La sustancia/la mezcla no contienen componentes que tengan propiedades alteradoras endocrinas de acuerdo con el artículo 57(f) de REACH o el Reglamento delegado de la Comisión (UE) 2017/2100 o el Reglamento de la Comisión (UE) 2018/605 en niveles del 0,1 % o superiores.;
Componentes:	
Peroxido de hidrogeno	No hay datos disponibles.
Otros peligros	
Producto:	No hay datos disponibles.

SECCIÓN 12. Información ecológica
12.1 Toxicidad:
Peligros agudos para el medio ambiente acuático:
Pez

Producto:	No hay datos disponibles.
Componentes:	
Peroxido de hidrogeno	CL 50 (Pimephales promelas, 96 h): 16,4 mg/l

Invertebrados Acuáticos

Producto:	No hay datos disponibles.
Componentes:	
Peroxido de hidrogeno	CE50 (Daphnia pulex (Daphnia pulex (vesikirppu)), 48 h): 2,4 mg/l

Toxicidad para plantas acuáticas

Producto:	No hay datos disponibles.
Componentes:	
Peroxido de hidrogeno	No hay datos disponibles.

Toxicidad para los microorganismos

Producto:	No hay datos disponibles.
Componentes:	
Peroxido de hidrogeno	CE50 (lodos activados, 0,5 h): 466 mg/l (OECD 209) CE50 (lodos activados, 3 h): > 1.000 mg/l (OECD 209)

Peligros crónicos para el medio ambiente acuático:
Pez

Producto:	No hay datos disponibles.
Componentes:	
Peroxido de hidrogeno	No hay datos disponibles.

Invertebrados Acuáticos

Producto:	No hay datos disponibles.
Componentes:	
Peroxido de hidrogeno	NOEC (Dafnia magna, 21 d): 0,63 mg/l

Toxicidad para plantas acuáticas

Producto:	No hay datos disponibles.
Componentes:	
Peroxido de hidrogeno	NOEC (Skeletonema costatum (diatomea marina), 72 h): 0,63 mg/l

Toxicidad para los microorganismos

Producto:	No hay datos disponibles.
------------------	---------------------------



Versión: 1.15
 Fecha de asunto: 04.03.2019
 Fecha de revisión: 22.04.2022
 Reemplaza al de fecha: 26.11.2021

Nombre del producto: HYPROX® 700

Componentes:

Peroxido de hidrogeno CE50 (lodos activados, 0,5 h): 466 mg/l (OECD 209) CE50 (lodos activados, 3 h): > 1.000 mg/l (OECD 209)

12.2 Persistencia y degradabilidad

Biodegradable

Producto: Fácilmente biodegradable Medición semi-cuantitativa de la concentración a lo largo del tiempo. peróxido de hidrógeno (H2O2)

Componentes:

Peroxido de hidrogeno Medición semi-cuantitativa de la concentración a lo largo del tiempo. El producto es fácilmente biodegradable.

Relación DBO/DQO

Producto: No hay datos disponibles.

Componentes:

Peroxido de hidrogeno No hay datos disponibles.

12.3 Potencial de bioacumulación

Factor de Bioconcentración (BCF)

Producto: Ninguno. El agua oxigenada se disgrega rápidamente en oxígeno y agua.

Componentes:

Peroxido de hidrogeno Ninguno. El agua oxigenada se disgrega rápidamente en oxígeno y agua.

Coefficiente de Partición n-octanol/agua (log Kow)

Producto: Log Kow: -1,57 20 °C (QSAR) Los datos se refieren a la sustancia pura.

Componentes:

Peroxido de hidrogeno Log Kow: -1,57 20 °C

12.4 Movilidad en el suelo:

Producto No hay datos disponibles.

Componentes:

Peroxido de hidrogeno No hay datos disponibles.

12.5 Resultados de la valoración PBT y mPmB:

Producto Esta sustancia/mezcla no contiene componentes que se consideren que sean bioacumulativos y tóxicos persistentes (PBT) o muy bioacumulativos y muy persistentes (vPvB) a niveles del 0,1% o superiores.

Componentes:

Peroxido de hidrogeno Sustancia MPMB no clasificada
 Sustancia PBT no clasificada

12.6 Propiedades de alteración endocrina:

Producto: La sustancia/la mezcla no contienen componentes que tengan propiedades alteradoras endocrinas de acuerdo con el artículo 57(f) de REACH o el Reglamento delegado de la Comisión (UE) 2017/2100 o el Reglamento de la Comisión (UE) 2018/605 en niveles del 0,1 % o superiores.

Componentes:

Peroxido de hidrogeno No hay datos disponibles.



Versión: 1.15
 Fecha de asunto: 04.03.2019
 Fecha de revisión: 22.04.2022
 Reemplaza al de fecha: 26.11.2021

Nombre del producto: HYPROX® 700

12.7 Otros efectos adversos:

Otros peligros

Producto:

Las propiedades de riesgo para el medio ambiente de este producto se han calculado de acuerdo con el Reglamento (CE) n.º 1272/2008. Véase la sección 2 "Posibles riesgos".

SECCIÓN 13. Consideraciones relativas a la eliminación

13.1 Métodos para el tratamiento de residuos

Información general:

No volver a poner los restos de producto en el envase (peligro de descomposición). Para la eliminación correcta se deben observar todas las normativas locales y nacionales. Observe las propiedades del producto cuando lo deseché. Para este producto no puede fijarse ningún número de código de desperdicios en conformidad con el índice de desperdicios europeo, ya que primeramente el uso previsto por el consumidor permite una asignación. El número del código de desperdicios se fija en conformidad con el índice de desperdicios europeo (decisión de la UE sobre el índice de desperdicios 2000/532/CE) según acuerdo con los eliminadores / fabricantes / la Autoridad.

Métodos de eliminación:

Empaque y almacene los desechos como una sustancia pura y etiquételos de acuerdo con el contenido que desea eliminar. La clasificación y el etiquetado de mercancías peligrosas y mercancías peligrosas deben corresponder al contenido que se va a eliminar. Ofertar el sobrante y las soluciones no-aprovechables a una compañía de vertidos acreditada. Con pequeñas cantidades: Teniendo en cuenta las regulaciones locales, después de la neutralización puede eliminarse el producto como agua residual.

Envases Contaminados:

Enjuagar los recipientes vacíos antes de descontaminarlos; detergente recomendado: agua. Ofertar el material de empaquetado enjuagado a instalaciones de reciclaje locales. No reutilizar envases vacíos y eliminarlos según las disposiciones oficiales locales.

SECCIÓN 14. Información relativa al transporte

14.1 N° ONU/ID

ADR	:	UN 2015
RID	:	UN 2015
IMDG	:	UN 2015
IATA	:	UN 2015

No está permitido para el transporte

14.2 Designación oficial de transporte de las Naciones Unidas

ADR	:	PERÓXIDO DE HIDRÓGENO EN SOLUCIÓN ACUOSA ESTABILIZADA
RID	:	PERÓXIDO DE HIDRÓGENO EN SOLUCIÓN ACUOSA ESTABILIZADA



Versión: 1.15
 Fecha de asunto: 04.03.2019
 Fecha de revisión: 22.04.2022
 Reemplaza al de fecha: 26.11.2021

Nombre del producto: HYPROX® 700

IMDG : HYDROGEN PEROXIDE, AQUEOUS SOLUTION, STABILIZED

IATA : HYDROGEN PEROXIDE, AQUEOUS SOLUTION, STABILIZED
 No está permitido para el transporte

14.3 Clase(s) de peligro para el transporte

ADR : 5.1

RID : 5.1

IMDG : 5.1

IATA : No está permitido para el transporte

14.4 Grupo de embalaje

ADR

Grupo de embalaje : I
 Código de clasificación : OC1
 Número de identificación de peligro : 559
 Etiquetas : 5.1 (8)
 Código de restricciones en túneles : (B/E)
 Observaciones : Prescripción especial 640O
 Observar el párrafo 35 de GGVSEB

RID

Grupo de embalaje : I
 Código de clasificación : OC1
 Número de identificación de peligro : 559
 Etiquetas : 5.1 (8)
 Observaciones : Prescripción especial 640O

IMDG

Grupo de embalaje : I
 Etiquetas : 5.1 (8)
 EmS Código : F-H, S-Q
 Observaciones : Proteger del calor. Mantener sólo sobre la cubierta. Normas de separación específicas del producto.
 "Separated from" permanganates and class 4.1.
 Canada: ERAP 2-1008-072, ER 24 hour number 251-443-1634

IATA (únicamente avión de carga) : No está permitido para el transporte

Observaciones : Prohibido el transporte.

IATA (Transporte aéreo de pasajeros y mercancías) : No está permitido para el transporte

Observaciones : Prohibido el transporte.

14.5 Peligros para el medio ambiente

ADR

Peligrosas ambientalmente : no

RID

Peligrosas ambientalmente : no

IMDG

Contaminante marino : no



Versión: 1.15
Fecha de asunto: 04.03.2019
Fecha de revisión: 22.04.2022
Reemplaza al de fecha: 26.11.2021

Nombre del producto: HYPROX® 700

14.6 Precauciones particulares para los usuarios

La(s) clasificación(es) de transporte presente(s) tienen solamente propósitos informativos y se basa(n) únicamente en las propiedades del material sin envasar/embalar, descritas dentro de esta Ficha de Datos de Seguridad. Las clasificaciones de transporte pueden variar según el modo de transporte, el tamaño del envase/embalaje y las variaciones en los reglamentos regionales o del país.

14.7 Transporte marítimo a granel con arreglo a los instrumentos de la OMI

No aplicable al producto suministrado.

SECCIÓN 15. Información reglamentaria

15.1 Reglamentación y legislación en materia de seguridad, salud y medio ambiente específicas para la sustancia o la mezcla:

Legislación de la UE

Reglamento 1005/2009/EC sobre las sustancias que agotan la capa de ozono. Anexo I, Sustancias controladas: No están presentes, o no están presentes en las cantidades reguladas.

REGLAMENTO (CE) No 1907/2006 (REACH), ANEXO XIV LISTA DE SUSTANCIAS SUJETAS A AUTORIZACIÓN: No están presentes, o no están presentes en las cantidades reguladas.

Reglamento nº. 2019/1021/UE de la UE que prohíbe y restringe contaminantes orgánicos persistentes (COP), con sus modificaciones ulteriores: No están presentes, o no están presentes en las cantidades reguladas.

UE. Directiva 2010/75/UE sobre las emisiones industriales (prevención y control integrados de la contaminación), Anexo II, L 334/17: No están presentes, o no están presentes en las cantidades reguladas.

Reglamento (UE) nº 649/2012 relativo a la exportación e importación de productos químicos peligrosos, Anexo I, parte 1, con las enmiendas correspondientes: No están presentes, o no están presentes en las cantidades reguladas.

Reglamento (UE) nº 649/2012 relativo a la exportación e importación de productos químicos peligrosos, Anexo I, parte 2, con las enmiendas correspondientes: No están presentes, o no están presentes en las cantidades reguladas.

Reglamento (UE) nº 649/2012 relativo a la exportación e importación de productos químicos peligrosos, Anexo I, parte 3, con las enmiendas correspondientes: No están presentes, o no están presentes en las cantidades reguladas.

Reglamento (UE) nº 649/2012 relativo a la exportación e importación de productos químicos peligrosos, Anexo V, con las enmiendas correspondientes: No están presentes, o no están presentes en las cantidades reguladas.

UE. Lista provisional (lista de candidatas) de sustancias extremadamente preocupantes (SEP) que pueden estar sujetas a autorización en el marco de REACH: No están presentes, o no están presentes en las cantidades reguladas.

Reglamento (CE) No. 1907/2006, Anexo XVII, Sustancias sujetas a restricciones aplicables a la comercialización y uso: No están presentes, o no están presentes en las cantidades reguladas.

Directiva 92/85/CEE relativa a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud en el trabajo de la trabajadora embarazada, que haya dado a luz o en período de lactancia: No están presentes, o no están presentes en las cantidades reguladas.

UE. Directiva 2012/18/UE (SEVESO III) relativa a los riesgos inherentes a los accidentes graves en



Versión: 1.15
 Fecha de asunto: 04.03.2019
 Fecha de revisión: 22.04.2022
 Reemplaza al de fecha: 26.11.2021

Nombre del producto: **HYPROX® 700**

los que intervengan sustancias peligrosas, con las enmiendas correspondientes:

Clasificación	Requisitos de nivel inferior	Requisitos de nivel superior
P8. Líquidos y sólidos comburentes	50 t	200 t

REGLAMENTO (CE) No 166/2006 relativo al establecimiento de un registro europeo de emisiones y transferencias de contaminantes, ANEXO II: Contaminantes: No están presentes, o no están presentes en las cantidades reguladas.

Directiva 98/24/CE relativa a la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo:

Determinación química	No. CAS	Concentración
Peroxido de hidrogeno	7722-84-1	69,5 - 69,9%

Reglamentaciones nacionales

Hay que comprobar si conforme a la bases jurídicas nacionales en vigor respectivamente, se tienen que ofrecer o llevar a cabo reconocimientos preventivos médico-laborales específicos de la sustancia en intervalos regulares.

Tenga en cuenta la directiva 92/85/CEE (Directiva sobre la Protección de la Maternidad) así como sus enmiendas. Tenga en cuenta la directiva 94/85/CEE (Directriz sobre la Protección de los Trabajadores Jóvenes) así como sus enmiendas.

Se observan las normas nacionales para la seguridad en el trabajo en el manejo de sustancias peligrosas. Otros países: se deben tener en cuenta las disposiciones nacionales.

El Reglamento (UE) 2019/1148 restringe la adquisición, la introducción, la posesión o la utilización de este producto por los particulares. Todas las transacciones sospechosas, así como las desapariciones y robos significativos deben notificarse al punto de contacto nacional. Véase también https://ec.europa.eu/home-affairs/sites/homeaffairs/files/what-we-do/policies/crisis-and-terrorism/explosives/explosives-precursors/docs/list_of_competent_authorities_and_national_contact_points_en.pdf

15.2 Evaluación de la seguridad química: si

Reglamentos internacionales

Protocolo de Montreal

No aplicable

Convención de Estocolmo

No aplicable

No aplicable

Convención de Rotterdam

No aplicable

No aplicable

Protocolo de Kioto

No aplicable

SECCIÓN 16. Otra información

Abreviaturas y acrónimos:

ADR - Acuerdo Europeo sobre Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera; **ADN** - Convenio europeo relativo al transporte de mercancías peligrosas por vías navegables interiores; **AGW** - Occupational exposure limit; **ASTM** - Sociedad Americana para Pruebas y Materiales; **AwSV** - Ordinance on facilities for handling substances that are

Nombre del producto: HYPROX® 700

hazardous to water; **BSB** - Biochemical oxygen demand; **c.c.** - recipiente cerrado; **CAS** - Sociedad para la adjudicación de los números CAS; **CESIO** - Comité Europeo de tensioactivos orgánicos y productos intermedios; **CSB** - Chemical oxygen demand; **DMEL** - Nivel deducido de mínimo efecto; **DNEL** - Nivel sin efecto derivado; **EbC50** - median concentration in terms of reduction of growth; **EC** - Effective concentration; **EINECS** - Catálogo Europeo de productos químicos; **EN** - European norm; **ErC50** - median concentration in terms of reduction of growth rate; **GGVSEB** - Reglamento de sustancias peligrosas por carretera, por ferrocarril y por vía; **GGVSee** - Reglamento de sustancias peligrosas por mar; **GLP** - Buenas Prácticas de Laboratorio; **GMO** - Organismo genéticamente modificado; **IATA** - Asociación del Transporte Aéreo Internacional; **ICAO** - Organización Internacional de Aviación Civil; **IMDG** - Código Internacional de Mercancías Peligrosas por Vía Marítima; **ISO** - Organización Internacional para la Normalización; **LD/LC** - lethal dosis/concentration; **LOAEL** - La dosis más baja de una sustancia química administrada en la que se observaron daños aún en el experimento con animales.; **LOEL** - La dosis más baja de una sustancia química administrada en la que se observaron efectos aún en el experimento con animales.; **M-Factor** - multiplying factor; **NOAEL** - La dosis más alta de una sustancia que, incluso en el caso de una ingestión duradera, no deja daños visibles y medibles.; **NOEC** - Concentración sin efecto observable; **NOEL** - Dosis sin efecto observable; **o.c.** - recipiente abierto; **OECD** - Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico; **OEL** - Valores límite de aire en el puesto de trabajo; **PBT** - Persistente, bioacumulativa, tóxica; **PNEC** - Concentración prevista en cada medio ambiental en la que no hay más efectos dañinos al medio ambiente.; **REACH** - Registro REACH; **RID** - Sistema para el Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Ferrocarril; **SVHC** - Sustancias particularmente alarmantes; **TA** - Guía Técnica; **TRGS** - Normas Técnicas para Sustancias Peligrosas; **vPvB** - muy persistente y muy bioacumulable; **WGK** - Clase de contaminante del agua

Notas:

Peroxido de hidrogeno	Nota B	Ciertas sustancias (ácidos, bases, etc.) se comercializan en forma de disoluciones acuosas en distintas concentraciones y, por ello, necesitan una clasificación y un etiquetado diferentes, pues los peligros que presentan varían en función de las distintas concentraciones. En la parte 3, las entradas con la nota B tienen una denominación general del tipo: "ácido nítrico ...%". En este caso, el fabricante deberá indicar en la etiqueta la concentración de la disolución en porcentaje. La concentración en porcentaje se entenderá siempre como peso/peso, excepto si explícitamente se especifica otra cosa.
-----------------------	--------	--

Principales referencias bibliográficas y las fuentes de datos: No hay datos disponibles.

Clasificación y procedimiento utilizado para determinar la clasificación de las mezclas con arreglo al Reglamento (CE) nº 1272/2008

Clasificación de acuerdo con el reglamento (CE) No. 1272/2008 con sus modificaciones ulteriores.	Procedimiento de clasificación
Líquidos comburentes, Categoría 2	Conforme a datos obtenidos de los ensayos
Toxicidad aguda, Categoría 4 Ingestión	Conforme a datos obtenidos de los ensayos
Toxicidad aguda, Categoría 4 Inhalación - vapor	Método de cálculo
Corrosión cutáneas, Categoría 1B	Método de cálculo



Versión: 1.15
 Fecha de asunto: 04.03.2019
 Fecha de revisión: 22.04.2022
 Reemplaza al de fecha: 26.11.2021

Nombre del producto: HYPROX® 700

Lesiones oculares graves, Categoría 1	Principios de extrapolación
Toxicidad Sistémica Específica de Órganos Diana-Exposición Única, Categoría 3	Método de cálculo
Peligros crónicos para el medio ambiente acuático, Categoría 3	Método de cálculo

Enunciado de las frases H en los apartados 2 y 3

H271	Puede provocar un incendio o una explosión; muy comburente.
H272	Puede agravar un incendio; comburente.
H302	Nocivo en caso de ingestión.
H314	Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.
H318	Provoca lesiones oculares graves.
H332	Nocivo en caso de inhalación.
H335	Puede irritar las vías respiratorias.
H412	Nocivo para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.

Información sobre formación:

No hay datos disponibles.

Otros datos:

Datos para la confección de la hoja de datos de seguridad a partir de los estudios existentes y de la literatura. Para mayores informaciones sobre las características del producto, ver la hoja informativa del producto o el folleto del producto.

Información sobre revisión

Los cambios desde la última versión serán destacados en la margen. Esta versión reemplaza todas las versiones anteriores.

Exención de responsabilidad:

Esta información y cualquier asesoramiento técnico posterior se basan en nuestros conocimientos y experiencia actuales. Sin embargo, no conlleva obligación alguna ni responsabilidad legal por nuestra parte, incluso en lo que respecta a los derechos de propiedad intelectual existentes de terceros, sobre todo derechos de patentes. En concreto, no se prevé ni sobreentiende ninguna garantía explícita o implícita, así como ninguna garantía sobre las propiedades del producto en el sentido legal. Nos reservamos el derecho de realizar cambios en función de la evolución tecnológica u otros avances. El cliente no está eximido de su obligación de inspeccionar y comprobar cuidadosamente los bienes entrantes. El funcionamiento del producto descrito en este documento deberá ser verificado mediante pruebas, que deberán ser realizadas únicamente por expertos cualificados bajo la responsabilidad exclusiva del cliente. Las alusiones a nombres comerciales empleados por otras compañías no constituyen una recomendación, ni significan que no puedan emplearse productos similares.

Anexo de la hoja de datos de seguridad ampliada (eSDS)

Contenido

Escenario de exposición I.	Fabricación y uso en el lugar, Formulación en mezcla
Escenario de exposición II.	Carga y descarga, Distribución de la sustancia
Escenario de exposición III.	Blanqueantes oxigenados, Blanqueadores
Escenario de exposición IV.	Blanqueantes oxigenados, Blanqueadores



Versión: 1.15
Fecha de asunto: 04.03.2019
Fecha de revisión: 22.04.2022
Reemplaza al de fecha: 26.11.2021

Nombre del producto: HYPROX® 700

Escenario de exposición V.	Blanqueantes oxigenados, Blanqueadores
Escenario de exposición VI.	Para uso como producto químico en la agricultura
Escenario de exposición VII.	Para uso como producto químico en la agricultura
Escenario de exposición VIII.	Para uso como producto químico en la agricultura
Escenario de exposición IX.	Uso en agentes limpiadores
Escenario de exposición X.	Uso en agentes limpiadores
Escenario de exposición XI.	Blanqueantes oxigenados, Para uso cosmético
Escenario de exposición XII.	Blanqueantes oxigenados, Para uso cosmético
Escenario de exposición XIII.	Desinfección de dispositivos médicos
Escenario de exposición XIV.	Uso como combustible



