



PLANTA DE PRODUCCIÓN DE CLOROBENCENO

Universidad Autónoma de Barcelona

ESCUELA DE INGENIERIA

Trabajo de Fin de Grado

GRADO EN INGENIERÍA QUÍMICA

TUTORA:

M^a Eugenia Suárez Ojeda

Aymà Garcia, Irina

Luque Luceno, Raúl

Rodríguez Bohoyo, Carlos

Sellarès Feiner, Santi

Cerdanyola del Vallès, Junio 2017



PLANTA DE PRODUCCIÓN DE CLOROBENCENO

CAPÍTULO 5: Seguridad e higiene



ÍNDICE

5.1 INTRODUCCIÓN	1
5.1.1 Legislación referente a la Seguridad y Salud.....	1
5.1.2 Normas.....	3
5.2 PRINCIPALES RIESGOS DE LA INDUSTRIA	3
5.2.1 Clasificación de los riesgos	4
5.2.2 Riesgo de explosión	5
5.2.3 Riesgo de incendio.....	6
5.2.4 Riesgo de Fuga.....	7
5.2.5 Riesgo a la exposición a productos químicos.....	7
5.3 SUSTANCIAS QUÍMICAS	8
5.3.1 Identificación de las sustancias peligrosas del proceso	8
5.4 ALMACENAJE DE SUSTANCIAS QUÍMICAS	12
5.4.1 Normativa de almacenaje	12
5.4.2 Medidas de prevención en el parque de tanques	13
5.4.3 Distancias de seguridad normalizada entre tanques.....	16
5.4.4 Unidades de carga y descarga	22
5.5 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	24
5.5.1 Caracterización de las instalaciones industriales en relación con la seguridad contra incendios	24
5.5.2 Evaluación del nivel de riesgo intrínseco	26
5.6 SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	28
5.6.1 Medidas de protección pasivas	28
5.6.2 Medidas de protección activas	29
5.6.3 Medidas de extinción de incendios	29

5.7 SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA CONTRA INCENDIOS	38
5.7.1 Reserva de agua	38
5.7.2 Estación de bombeo de agua	40
5.8 ENVASADO Y ETIQUETADO	41
5.8.1 Normativa para el envasado y etiquetado.....	41
5.8.1 Frases R y S.....	43
5.9 PROTECCIÓN DE LOS RIESGOS PROFESIONALES	45
5.9.1 Medidas generales de prevención	45
5.9.2 Condiciones de trabajo	46
5.10 MEDIDAS DE PROTECCIÓN I PREVENCIÓN DE PERSONAL.....	47
5.10.1 Equipos de Protección Individual (E.P.I.).....	47
5.10.2 Equipos de protección individual a usar en las distintas actividades de construcción	48
5.10.3 Sistemas de protección colectiva.....	49
5.11 SEGURIDAD ELÉCTRICA	51
5.11.1 Instalaciones eléctricas	51
5.11.2 Trabajos sin tensión	51
5.11.3 Trabajos en emplazamientos con riesgo	54
5.12 FICHAS DE SEGURIDAD	56
5.13 SEÑALIZACIÓN.....	76
5.13.1 Señalización general	76
5.13.2 Tipos de señales	78
5.13.3 Señalización referente a las tuberías.....	81
5.14 PLAN DE EMERGENCIA INTERIOR (P.E.I).....	82
5.14.1 Plan de Actuación en caso de emergencia	83
5.14.2 Organigrama del personal que gestiona las emergencias	83

5.14.3 Notificación de las emergencias	84
5.14.4 Primeros auxilios	86
5.14.5 Iluminado de emergencia	86
5.14.6 Recuento del personal.....	86
5.14.7 Categorización de los accidentes	86
5.14.8 Mantenimiento de la operatividad del PEI.....	88
5.15 ANÁLISIS DEL RIESGO.....	89
5.15.1 Análisis de riesgo HAZOP	89
5.15.2 Análisis HAZOP.....	93
5.16 BIBLIOGRAFIA	121

5.1 INTRODUCCIÓN

En la industria química siempre debe haber un apartado especial para la seguridad y la higiene, ya que se suele trabajar con sustancias que pueden llegar a ser peligrosas y pueden provocar accidentes.

- En este apartado se discutirán los aspectos más importantes respecto a la actividad realizada en la planta para así, poder evitar cualquier tipo de accidente. No se puede asegurar nunca que no haya riesgo de accidentes, así que también se plantearán medidas de actuación en caso de cometerse alguno.

5.1.1 Legislación referente a la Seguridad y Salud

En este apartado se podrán observar todas las leyes que se han seguido a lo largo de todo el capítulo y referentes a la Seguridad y Salud del trabajador en una industria química.

5.1.1.1 Legislación general

- Ley 31/01/1995 del 8 de Noviembre, Ley de Prevención de Riesgos Laborales (B.O.E. del 3 de Diciembre).
- RD 1627/1997 del 24 de Octubre sobre Seguridad, Salud y Medicina en el Trabajo.- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo del 9 de marzo de 1971.
- RD 485/1997 del 14 de abril sobre Disposiciones Mínimas en Materia de Señalización, Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Orden del 17 de mayo de 1974 sobre Normas Técnicas Reglamentarias sobre Homologación de Medios de Protección Personal (B.O.E. no 128 29/05/1974)
- RD 39/1997 del 17 de enero, Reglamento de Servicios de Prevención (B.O.E del 31 de enero de 1997).

- RD 2200/1995 Reglamento de la Infraestructura para la calidad y la seguridad industrial.
- RD 379/2001 << ITC MIE-APQ1>>, << ITC MIE-APQ6>>, << ITC MIE APQ7>> B.O.E num112 del 10 de mayo de 2001
- RD 997/2002 del 27 de octubre, sobre protección de los trabajadores delante de riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo, BOE NUM 263, del 2 de noviembre de 1989.

5.1.1.2 Legislación por prevención de incendios

- RD 2267/2004 del 3 de diciembre, por el cual se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales
- RD 1942/1993 del 5 de noviembre, por el cual se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios. BOE número 298 del 14 de diciembre de 1993
- Norma Básica de edificación “NBE-CPI/96: Condiciones de Protección contra Incendios en los Edificios”, aprobada por el RD 2177/1996, del 4 de octubre.

5.1.1.3 Legislación de instalaciones eléctricas

- RD 2060/2008, Reglamento del 12 de diciembre, donde se aprueba el Reglamento de equipos a presión y las instrucciones técnicas complementarias
- RD 2291/1985 del 8 de noviembre, Reglamento de Aparatos de Elevación y Mantenimiento de los mismo (BOE del 11 de diciembre de 1985)
- RD 1495/1986 del 26 de mayo, Reglamento de Seguridad en las Máquinas (BOE del 21 de julio de 1986) Modificado en el BOE el 4 de octubre de 1986
- Directiva Comunitaria 89/392/CE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados Miembros sobre máquinas. Transpuesta en el RD 1435/1992 el 20 de enero (BOE del 8 de febrero de 1995)

- Orden del 8 de abril de 1991. IRC-MIE-MSG1: Máquinas, Elementos de máquinas en sistemas de protección usados (BOE de 11 de abril de 1991)

5.1.1.4 Legislación sobre equipos de protección individual (EPI)

- RD 1407/1992 del 20 de noviembre sobre Comercialización y Libre Circulación.

Intracomunitaria de Equipos de Protección Individual (BOE del 28 de diciembre de 1992) modificado por la OM el 16 de mayo de 1994 y por el RD 159/1995 el 3 de febrero (BOE del 8 de marzo de 1995)

- RD 773/1997 del 30 de mayo sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud relativas al Uso para Trabajadores de Equipos de Protección Individual.

5.1.2 Normas

- CTE: Código Técnico de Edificación
- EBS: Estudio de Seguridad y Salud
- RAP: Reglamento de Aparatos a Presión
- REBT: Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión
- REAT: Reglamento Electrotécnico de Alta Tensión
- RAMINP: Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas

5.2 PRINCIPALES RIESGOS DE LA INDUSTRIA

Los accidentes industriales no son patrimonio de ningún sector industrial. Para cada una de las diferentes actividades industriales existe algún tipo de riesgo asociado. No existe el riesgo cero.

Considerando las características de los productos que se procesan, estas plantas se han diseñado para que sus instalaciones no ofrezcan peligro. Sin embargo, debido al desgaste o deterioro propio del proceso o de alguna de sus partes, pueden ocurrir accidentes de forma inesperada, que requiera de una respuesta inmediata por parte

del personal que labora en las mismas, quien debe desarrollar sus actividades con pleno conocimiento de las características de los productos con que se puede estar en contacto así como de las medidas de las preventivas de seguridad aplicables.

5.2.1 Clasificación de los riesgos

Desde un punto de vista general los riesgos se pueden clasificar en:

- Riesgos de categoría A: inevitables y aceptados
- Riesgos de categoría B: evitables, pero que deben considerarse como inevitables si alguien quiere integrarse plenamente en la sociedad moderna.
- Riesgos de categoría C: normalmente evitables, voluntarios y con compensación.

En la industria química, existen unos riesgos natos asociados al tipo de proceso de éstos. En el ámbito de la Protección Civil, se denomina Riesgo Químico, a ese riesgo ocasionado por aquellos establecimientos en los que se almacenan, fabrican o manipulan grandes cantidades de sustancias peligrosas. En ellos, se puede producir accidentes graves, cuyos efectos sobrepasan los límites de las propias instalaciones, afectando a la población del entorno, del medio ambiente y los bienes. Para poder evitar accidentes graves, o disminuir el efecto de éstos, es necesario hacer un reconocimiento de los riesgos de la empresa, así como la fuente de éstos.

5.2.2 Riesgo de explosión

Una explosión se define como una liberación de forma violenta de energía química, normalmente acompañada de altas temperaturas y de la liberación de gases. Éstas causan ondas expansivas en los alrededores donde se produce.

Esto es debido a las velocidades extremadamente altas de las reacciones químicas de oxidación, que producen una expansión violenta de los gases de combustión, creando una onda de presión que consiste en compresiones y expansiones alternativas del aire, lo que dependiendo de la distancia, a medida que avanza causa daños estructurales y sobre las personas. Una explosión se puede originar a partir de un fuego.

Las explosiones pueden ser confinadas, no confinadas y de tipo bleve.

Las confinadas, se originan principalmente a causa de un aumento del volumen el gas confinado ya que la presión dentro del recipiente supera la máxima permitida. Las no confinadas suelen ocurrir en el exterior de edificios o de procesos y se originan por la explosión de nubes de vapor no confinados. Y las bleves se originan cuando la temperatura de un líquido contenido en un recipiente aumenta hasta superar la temperatura de ebullición de éste, provocando que el líquido pase a estado gaseoso, y por lo que se produce un incremento del volumen del gas y la presión del recipiente aumenta hasta que se produce la explosión. La característica de las bleves es la producción de una bola de fuego cuando éstas suceden.

5.2.2.1 Medidas de seguridad y prevención en caso de explosión

Las medidas de seguridad minimizar la posibilidad de una explosión y los daños que puede ocasionar, son las siguientes:

- Aislamiento térmico para evitar que aumente la presión en el interior del equipo.
- Distancia mínima de seguridad para evitar que la posible explosión de un equipo dañe otros equipos.

- Enterramiento de depósitos, reduciendo el riesgo de explosión.
- Revisar periódicamente las instalaciones mecánicas, para asegurar que los equipos están en perfectas condiciones.
- Sistemas de alivio de presión para impedir que la presión aumente súbitamente en el interior de los equipos.

5.2.3 Riesgo de incendio

Un incendio es una ocurrencia de no fuego no controlada de grandes dimensiones. Como consecuencia de estas reacciones descontroladas se desprenden grandes cantidades de calor, en especial en forma de radiación térmica. También se generan humos y gases, producto de la combustión.

Para que se forme fuego es necesario cuatro elementos: combustible, comburente, energía y reacción en cadena. Para poder combatir el fuego, por tanto, se tendrá que eliminar o disminuir uno de los cuatro elementos que intervienen.

Una de las principales causas de incendio en las industrias químicas es la presencia de oxidante, el aire, ya que el oxígeno actuaría como tal. Es por eso que para disminuir el riesgo de incendios en la planta química, en los parques de tanques se trabaja con una atmósfera inerte.

Otra de las fuentes que puede ocasionar incendios en la planta, es la formación de chispa de alguna conexión eléctrica, así como los camiones de transporte.

5.2.3.1 Medidas de seguridad y prevención en caso de incendio

Para reducir el riesgo de incendio y las consecuencias de este, se seguirán las siguientes medidas de seguridad:

- Separación de las zonas: separar las zonas con mayor riesgo de incendio de los focos de calor permite poder prevenir que se produzca un incendio.
- Distancias de seguridad: establecer distancias de seguridad para que las sustancias más peligrosas estén separadas las unas de las otras.

- Protección de la estructura y selección del material correcto: escoger los materiales para que resistan a los cambios de temperatura y que no pierdan resistencia mecánica debido a esto.
- Aislamiento térmico: recubrir los distintos equipos con aislantes que permitan que la temperatura en su interior no aumente súbitamente en caso de incendio.

5.2.4 Riesgo de Fuga

Hablamos de fuga, a un escape de una sustancia, tóxica, fuera del recipiente que la contiene. Si la fuga es de un vapor o gas, se puede formar una nube que se desplazará en función de la velocidad del viento.

Las fugas son uno de los mayores riesgos en la industria química, ya que pueden provocar incendios y efectos negativos sobre la salud y el medio ambiente.

El grado de afectación de la fuga dependerá de la sustancia, es decir, de la capacidad de dañar a los seres vivos, como también dependerá de la concentración de ésta y del tiempo que el personal esté expuesto a dicha sustancia.

Las fugas pueden ocasionarse tanto en los tanques de almacenamiento como en las líneas de proceso, por eso las medidas a tomar para evitar estos accidentes son muy rigurosas.

5.2.4.1 Medidas de seguridad y prevención en caso de fuga

En caso de producirse una fuga de cualquiera de las sustancias de este proceso, se adoptarán las medidas siguientes:

- Detección de los gases
- Dirigirlos mediante su venteo hacia depósitos o hacia “scrubbers”, para evitar que los gases se emitan a la atmósfera.

5.2.5 Riesgo a la exposición a productos químicos.

La exposición continua o de larga duración, ya sea por inhalación, ingestión o penetración cutánea, y de manera no controlada puede provocar enfermedades crónicas. Una exposición corta a ciertos productos puede tener consecuencias leves o severas, dependiendo de las características toxicológicas de la sustancia. Para evitar esto, se toman ciertas medidas de acuerdo a las sustancias con las que se trabaje en planta.

Es importante por eso, conocer las características de las sustancias presentes en el proceso y así poder determinar el peligro y el riesgo potencial que presentan. En el apartado *5.3 Sustancias químicas* se resumen las características principales de los compuestos presentes en la planta de producción de clorobenceno.

5.3 SUSTANCIAS QUÍMICAS

En este apartado se identifican y clasifican las sustancias presentes en el proceso

5.3.1 Identificación de las sustancias peligrosas del proceso

Las sustancias peligrosas que intervienen en este proceso deben ser identificadas para aplicar las medidas de seguridad necesarias y para que el personal de la planta tenga la formación requerida para la manipulación de dichas sustancias.

El reglamento para la clasificación, el envasado y el etiquetado de las sustancias peligrosas se establece en el R.D. 225/2003. Según este reglamento las sustancias peligrosas se dividen en tres grupos, que a su vez se dividen en diferentes categorías. Los principales grupos en los que se dividen las sustancias peligrosas son las siguientes:

Sustancias peligrosas por sus propiedades fisicoquímicas:



Sustancias explosivas: sustancias y preparados que pueden explosionar por efecto de una llama, del calor o que sean muy sensibles a los golpes y a la fricción.



Sustancias inflamables: sustancias que sus vapores queman con facilidad al mezclarse con el aire. En función de su punto de inflamación (temperatura mínima a la que se desprenden suficientes vapores para que se produzca la inflamación) se diferencian sustancias extremadamente inflamables ($P.I.^1 < 35^{\circ}C$), sustancias fácilmente inflamables ($35^{\circ}C < P.I. < 60^{\circ}C$) y sustancias inflamables ($P.I. > 60^{\circ}C$).



Sustancias comburentes: sustancias y preparados oxidantes que, en contacto con otros, particularmente inflamables, originan una reacción fuertemente exotérmica.

Sustancias peligrosas por sus propiedades toxicológicas:



Sustancias tóxicas: Sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea, puedan provocar dolencias, riesgos sumamente graves e incluso la muerte. En función de la toxicidad de la sustancia hay diversas categorías.



Sustancias corrosivas: sustancias y preparados que, en contacto con el tejido vivo, puedan ejercer una acción destructiva del mismo.



Sustancias irritantes: sustancias y preparados no corrosivos, que por contacto inmediato, prolongado o repetido con la piel o las mucosas, puedan provocar una reacción inflamatoria.



Sustancias sensibilizantes: sustancias y preparados que, por inhalación o penetración cutánea, puedan ocasionar una reacción del sistema inmunitario de forma que una exposición posterior a estas sustancias o preparados de lugar a una serie de efectos negativos característicos.

¹ P.I. Punto de inflamación



Sustancias cancerígenas: sustancias que por inhalación, ingestión o penetración cutánea, puedan producir cáncer o aumentar su frecuencia.

Sustancias mutanticas: sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea pueden producir defectos hereditarios o aumentar su frecuencia.

Sustancias tóxicas para la reproducción: sustancias que por inhalación, digestión o penetración cutánea, puedan producir efectos negativos no hereditarios en la descendencia o aumentar su frecuencia.

Sustancias peligrosas por sus propiedades ecotoxicológicas



Sustancias tóxicas para el medio ambiente: sustancias y preparados que, en caso de contacto con el medio ambiente supongan o puedan suponer un peligro inmediato o futuro para uno o más componentes del mismo.

Según estas definiciones, las sustancias peligrosas que intervienen a lo largo del proceso son las siguientes:

Tabla 5- 1: Clasificación de las sustancias que intervienen en el proceso

SUSTANCIA	CATEGORIA DE LA SUSTANCIA
Benceno	Altamente inflamable y tóxica
Cl ₂	Corrosivo, tóxico, cancerígeno, tóxico para el medio ambiente y gas a presión
MCB	Inflamable, nocivo y tóxico para el medio ambiente
DCB	Combustible, muy tóxico, nocivo y tóxico para el medio ambiente
HCl	Corrosivo y tóxico
NaOH	Corrosivo y sensibilizante
FeCl ₃	Tóxico
Tolueno	Inflamable e irritante

La **Tabla 5-1** se ha construido a partir de la formación extraída de las fichas de seguridad de cada sustancia (apartado 5.12).

5.3.1.1 Incompatibilidad de sustancias

Hay ciertas sustancias que pueden reaccionar violentamente entre sí y que, por lo tanto, no pueden estar almacenadas conjuntamente para evitar accidentes. En la **Figura 5-1** se muestra que clase de sustancias son compatibles o incompatibles, permitiendo organizar los tanques de almacenaje de forma segura.

	 Inflamables	 Explosivos	 Tóxicos	 Comburentes	 Nocivos Irritantes	 Corrosivos
 Inflamables	+	-	-	-	+	-
 Explosivos	-	+	-	-	-	-
 Tóxicos	-	-	+	-	+	-
 Comburentes	-	-	-	+	○	-
 Nocivos Irritantes	+	-	+	○	+	-
 Corrosivos	-	-	-	-	-	+
+	Se pueden almacenar conjuntamente					
○	Solamente podrán almacenarse juntas si se adoptan ciertas medidas específicas de prevención					
-	No deben almacenarse juntas					

Figura 5- 1: Incompatibilidad de sustancias peligrosas

5.4 ALMACENAJE DE SUSTANCIAS QUÍMICAS

El plan de almacenamiento de las sustancias químicas se ha establecido siguiendo las directrices marcadas en el R.D. 379/2001, que establece el Reglamento de almacenaje de productos químicos.

Este plan tiene dos objetivos principales. El primero es determinar las medidas de seguridad que requiere el área de almacenado en función de las sustancias con las que se trabaja, estableciendo así las distancias mínimas entre los distintos tanques.

El segundo objetivo es facilitar el trabajo de los operarios, ya que mediante el plan de almacenaje podrán saber que sustancia está almacenada y tendrán toda la información para manipular los distintos compuestos con toda seguridad. Además este plan permitirá saber la cantidad en stock de cada sustancia y conocer los datos correspondientes a la carga y descarga de los diferentes tanques.

5.4.1 Normativa de almacenaje

- La normativa de almacenaje vigente según el *Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT)*^[2], la cual fue aprobada el día 6 de abril y se aprueba el R.D. 379/2001, Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos y sus instrucciones técnicas complementarias:
 - **MIE-APQ-1:** Almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles
 - **MIE-APQ-5:** Almacenamiento de botellas y botellones de gases comprimidos licuados y disueltos a presión
 - **MIE-APQ-6:** Almacenamiento de líquidos corrosivos
 - **MIE-APQ-7:** Almacenamiento de líquidos tóxicos
- R.D. 363/1995, Reglamento sobre la notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas.
- R.D. 2060/2008, Reglamento de equipos a presión y sus instalaciones técnicas complementarias

5.4.2 Medidas de prevención en el parque de tanques

Para poder prevenir accidentes, explosiones o incendios en la zona de almacenaje de las materias primas, se tienen que tomar una serie de medidas de seguridad.

- Control de nivel en los tanques.
- Uso de pintura externa en los tanques para evitar la corrosión externa o ambiental.
- Presencia de sistemas de agua pulverizada para poder extinguir rápidamente cualquier posible incendio.
- Sistemas de venteo, previniendo la formación del vacío o presión interna en los recipientes, pudiendo generar deformaciones en los tanques.
- Cubetas de retención en el caso de que se produzca alguna fuga, y así evitar su dispersión.

5.4.2.1 Sistemas de venteo

Estos sistemas permiten aliviar la presión del interior de los tanques, previniendo la aparición de deformaciones, ya sea por variaciones de la presión en vaciados, llenados de tanques o directamente debido a cambios en la temperatura.

Este corriente está dirigido a una zona segura para poder mantener y garantizar el buen funcionamiento del sistema. Se evitará construir tuberías de venteo que puedan ocasionar un aumento de la presión de descarga.

En caso de poderse producir una explosión en algún tanque también se dispone de un sistema de venteo de emergencia, el cual servirá para poder vaciar todo el contenido de dicho tanque a la atmósfera, teniendo en cuenta que una vez iniciado el venteo de emergencia se deberá llevar a cabo los distintos “Planes de Emergencia del Sector Químico”. El cálculo de estos caudales de venteo de emergencia se encuentran en el **Capítulo 11. Manual de cálculos. Cálculo del caudal de venteo de emergencia.**

A continuación en la **Tabla 5-2** se observan los valores calculados para el caudal de venteo de emergencia

Tabla 5- 2: Valores obtenidos para el cálculo de los venteos de emergencia para los distintos productos almacenados

PRODUCTOS	CABAL DE VENTEO DE EMERGENCIA	
	m ³ /h	Kg vapor/h
Benceno	6474.70	14891.82
MCB	7124.85	27644.43
DCB	4516.61	22944.38
HCl	8494.75	11043.17
Cl₂	9261.53	23153.82
Tolueno	1420.63	4403.96

5.4.2.2 Atmosfera inerte

En los almacenajes de líquidos de la subclase B1 () en tanques de techo fijo, se reduce el riesgo de incendio mediante la protección con gas inerte. Esta protección, si se adoptara, se debe mantener en servicio permanente. Cuando se adopte este sistema no es necesario el requerimiento exigido por el artículo 26, que hace referencia a la protección con espuma en el interior del recipiente, pero si el relativo a la protección de la cubeta.

5.4.2.3 Cubetas de retención

Las cubetas de retención permiten retener cualquier derrame de líquido para poder evitar su dispersión. Es obligatorio el uso de cubetas en los tanques que contengan líquidos inflamables. La disposición de las cubetas de retención es importante, ya que con una buena disposición la brigada contra incendios puede actuar con facilidad. Por este motivo, las cubetas de retención se situaran como máximo en dos filas y dispondrán de una vía adyacente que permita el acceso a las cubetas con facilidad.

A más a más, esas cubetas que contengan recipientes que almacenan líquidos de subclase B1 de capacidad global igual o mayor a 200m³, deberán estar dotados de protección de incendios con espuma contra derrames en cubetas.

Dimensionamiento de las cubetas

Según la dimensión de los tanques de almacenaje, las cubetas de retención pertinentes son distintas. Las medidas de longitud y anchura dependen directamente de los diámetros de los tanques. Seguidamente, se listan algunas características y criterios de diseño de estos sistemas de seguridad:

Tabla 5- 3: Dimensiones de las cubetas de retención de cada producto almacenado

PARÁMETROS DE DISEÑO	UNIDADES	BENCENO	MCB	DCB	HCI	TOLUENO
Dist entre tanques	m	2.01	3.33	1.28	1.71	0.82
A cubeta	m ²	193.61	336.87	42.8	95.6	14.59
				1	4	
Dist entre tanque-pared	m	2	2	2	2	2
Altura cubeta	m	0.55	0.26	0.52	0.56	0.40
Longitud cubeta	m	20.07	17.31	6.55	10.8	4.00
					4	
Anchura cubeta	m	16.05	23.97	11.6	14.2	8.91
				6	7	
Área ocupada	m ²	63.38	104.43	10.2	27.5	2.1
				4	9	
Área libre	m ²	258.79	310.64	66.1	127.	33.5
				7	10	

5.4.3 Distancias de seguridad normalizada entre tanques.

Para poder establecer la distancia necesaria entre los tanques de almacenamiento hace falta acudir a los artículos 17 y 18 del R.D.^[3] En estos artículos se consideran los distintos tipos de sustancias almacenadas, los sistemas de protección utilizados, etc... para poder finalmente obtener la distancia normalizada requerida en cada caso.

En primer lugar, hace falta clasificar las sustancias con las directrices obtenidas en el R.D. donde la nomenclatura usada es la siguiente:

1. **Clase A.** Productos licuados con una presión absoluta de vapor a 15°C superior a 1 bar.

Según la temperatura a la que se almacena pueden ser considerados como:

a) **Subclase A1:** Productos de la clase A que se almacenan licuados a una temperatura inferior a 0°C.

b) **Subclase A2:** Productos de la clase A que se almacenan licuados a otras condiciones.

2. **Clase B:** Productos que el punto de inflamación es inferior a 55°C y no están incluidos en la clase A.

a) **Subclase B1:** productos de clase B los cuales su punto de inflamación es inferior a 38°C.

b) **Subclase B3:** productos de clase B los cuales su punto de inflamación es igual o superior a 38°C e inferior a 55°C.

3. **Clase C:** Productos que el punto de inflamación está entre 55 y 100°C.

4. **Clase D:** Productos que su punto de inflamación es superior a 100°C.

5.4.3.1 Distancias requeridas de los parques de tanques

A partir de los artículos 17 y 18 del RD 379/2001 de 6 de abril ^[3], se exponen los distintos criterios establecidos para determinar las distancias entre equipos e instalaciones.

Artículo 17 (Capítulo II): Distancia entre instalaciones en general

1. Las distancias mínimas entre las diversas instalaciones que componen un almacenamiento y de éstas a otros elementos exteriores no podrán ser inferiores a los valores obtenidos por la aplicación del siguiente procedimiento:

- a) En el **Cuadro II.1**, obtener la distancia entre las dos instalaciones a considerar.
- b) En el **Cuadro II.2**, obtener el posible coeficiente de reducción en base a la capacidad global de almacenaje y aplicarlo a la distancia obtenida en el paso anterior.
- c) En el **Cuadro II.3**, obtener el posible coeficiente multiplicador, si procede, y aplicarlo a la distancia resultante en el apartado b)
- d) Aplicar los criterios del **Cuadro II.4** a la distancia resultante en el apartado c)
- e) Las distancias así obtenidas no podrán ser inferiores a 2m, excepto las distancias entre instalaciones que puedan contener líquidos de clase B (recipientes, cargaderos y balsas separadoras) y los conceptos 6, 10 y 11 del **Cuadro II.1** que no podrán ser inferiores a :

Subclase B1 → 12 m

Subclase B2 → 8 m

2. Cuando alguna instrucción técnica complementaria del Reglamento de Almacenamiento de productos químicos se establezcan distancias a/o desde puntos concretos, las distancias entre ellas establecidas tendrán prioridad a los valores obtenidos siguiendo este procedimiento, siempre que aquéllas sean superiores a éstas.

3. Si existen antorchas, éstas se situarán a una distancia mínima de 60m de cualquier instalación, excepto el concepto 11 del **Cuadro II.1**, al que distará un mínimo de 100m.

Su distancia a los conceptos 1 a 6 del mencionado cuadro es objeto de este Reglamento.

4. Los objetos de medición de estas distancias se consideran los límites de las áreas de las instalaciones que se definen en el artículo 5.

5. Se consideran instalaciones independientes, a efectos de la capacidad global del almacenamiento, aquellas en que sus recipientes disten entre si más de la distancia resultante de aplicar el concepto 6 del **Cuadro II.1** y los coeficientes correspondientes de los **Cuadros II.2 i II.3** a cada una de las instalaciones consideradas.

6. La variación de la capacidad global de almacenamiento, como consecuencia de nuevas ampliaciones obliga a la modificación de distancias en las instalaciones existentes, salvo que el interesado justifique que no se origina un riesgo adicional grave, mediante certificación extendida por un organismo de control autorizado para la aplicación del Reglamento de Almacenamiento de productos químicos.

Cuadro II. 1: Distancia en metros (11) entre instalaciones fijas de superficie en almacenamientos con capacidad superior a 50.000m²

1	(1)																				
2	(3) 20	(2)																			
3.1	60	(4) 30	(6)																		
3.2	30	(4) 15	(6)	(6)																	
3.3	30	(4) 15	(6)	(6)	(6)																
3.4	10	(4) 10	(6)	(6)	(6)	(6)															
4.1	60	(6) 30	(7) 30	(7) 30	(7) 30	(7) 30	(2)														
4.2	30	(5) 20	(7) 30	(7) 20	(7) 15	(7) 15	(12) 30	(2)													
4.3	20	(5) 15	(7) 25	(7) 20	(7) 15	(7) 10	(2)	(2)	(2)												
5	30	(5) 15	30	20	15	10	30	20	15	(1)											
6	(1)	30	60	30	20	20	60	20	15	30	(1)										
7	(1)	20	60	30	20	15	40	20	15	20	(8)										
8	(1)	20	60	30	25	10	30	30	25	20	20										
9	(1)	15	30	20	15	10	30	20	15	(9) 20	(8)										
10	(1)	20	60	30	25	10	60	(10) 40	(10) 20	20	(8)										
11	(1)	30	100	60	40	20	100	60	30	40	(8)										
	1	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4.1	4.2	4.3	5	6										

LEYENDA

Cuadro II.1

(1) No es objeto de Reglamento	1. Unidades de proceso
(2) Sin requerimiento especial de distancias	2. Estaciones de bombeo y compresores
(3) Pertencientes al parque de almacenamiento	3.1 Recipientes de almacenamiento. Clase A (Paredes de tanque)
	3.2 Recipientes de almacenamiento. Clase B (Paredes de tanque)
	3.3 Recipientes de almacenamiento. Clase C (Paredes de tanque)
	3.4 Recipientes de almacenamiento. Clase D (Paredes de tanque)
(4) Salvo las bombas para transferencia de productos susceptibles de ser almacenados en el mismo cubeto, en cuyo caso es suficiente que estén situados fuera del cubeto. (En casos especiales, por ejemplo, por reducción del riesgo, y para Clase D, las bombas podrían situarse dentro el cubeto).	4.1 Cargaderos. Clase A
	4.2 Cargaderos. Clase B
	4.3 Cargaderos. Clase C y D
(5) Salvo las bombas de transferencia propias de esta instalación	5. Balsas separadoras
6) Aplicar el Artículo 18	6. Zonas de fuego abierto
(7) Salvo los recipientes auxiliares de alimentación o recepción directa del cargadero con capacidad inferior a 25 m ³ que pueden estar a distancias no inferiores a:	7. Edificios administrativos y sociales, laboratorios, talleres, almacenes y otros edificios independientes.
- Clase A → 1.5m	
- Clase B → 10m	
- Clase C y D → 2m	
(8) Ver Reglamento de Aparatos a Presión	8. Estaciones de bombeo de agua contra incendios
(9) Si el vallado es de obra de fábrica u hormigón y de altura no inferior a 1.5m esta distancia no necesita ser superior a 10m.	9. Vallado de planta
(10) Respecto a la vía del ferrocarril de la que se derive un apartadero para carga o descarga de vagones cisterna, esta distancia puede reducirse a 15m con un vallado de muro macizo situado a 12m del cargadero y altura tal que proteja la instalación.	10. Límites de propiedades exteriores en las que pueda edificarse y vías de comunicación públicas
(11) Distancias entre tanques de almacenamiento y otras instalaciones se considerarán individualmente en función de la clase del producto almacenado en cada tanque y no de la distancia global del cubeto.	11. Locales y establecimientos exteriores de pública concurrencia

Cuadro II. 2: Coeficientes de reducción por capacidad

Capacidad global de almacenamiento de la instalación (m ³)	Coefficiente para reducción de distancias del Cuadro II.1
$Q \geq 50.000$	1
$50.000 > Q \geq 20.000$	0.95
$20.000 > Q \geq 10.000$	0.90
$10.000 > Q \geq 7.500$	0.85
$7.500 > Q \geq 5.000$	0.80
$5.000 > Q \geq 2.500$	0.75
$2.500 > Q \geq 1.000$	0.70
$1.000 > Q \geq 500$	0.65
$500 > Q \geq 250$	0.60
$250 > Q \geq 100$	0.50
$100 > Q \geq 50$	0.40
$50 > Q \geq 5$	0.30
$5 > Q$	0.20

NOTA 1: No se cumplirá a efectos de capacidad global de la instalación la que pueda existir en recipientes móviles ni en recipientes enterrados.

NOTA 2: La capacidad computable es la máxima real y no la geométrica.

Cuadro II. 3. Coeficientes multiplicadores

Características de los productos y/o de los almacenamientos	Coefficiente	Clases de líquidos a los que es aplicable
Líquidos inestables	2.0	A, B, C y D
Almacenamiento con venteos de emergencia que permitan el desarrollo de presiones superiores a 0.15 bar	1.5	B, C y D

NOTA 1: Después de la aplicación de estos coeficientes de aplicación simultánea cuando proceda, las distancias obtenidas no necesitan ser superiores a 150 metros para líquidos de la Clase A, 100m para líquidos de Clase B y 75m para los de Clase C y D.

NOTA 2: Para líquidos inestables de Clase A, B y C, la distancia desde tanques o estaciones de carga/descarga a los conceptos 6, 7, 8, 10 y 11 del **Cuadro II.3**

Cuadro II. 4: Reducciones de las distancias entre instalaciones fijas de superficie por protecciones adicionales a las obligatorias señaladas en el Capítulo IV

MEDIDAS O SISTEMAS DE PROTECCIÓN ADOPTADOS		COEFICIENTE DE REDUCCIÓN
Nivel	Cantidad	
0	-	No hay reducción
1	Una	0.75
1	Dos o más	0.50
2	Una	0.50
2	Dos o más	0.40

NOTA: Solamente se puede aplicar una (y por una sola vez) de entre las reducciones que figuran en el cuadro.

7. Las distancias entre las instalaciones fijas de superficie para productos de las clases B, C o D pueden reducirse mediante la adopción de medidas de sistemas adicionales de protección contra incendios. Las distancias susceptibles de reducción son las correspondientes al elemento de la instalación dotado de protección adicional respecto a otros que tengan o no protección adicional.

8. A efecto de reducciones se definen los niveles de protección siguientes:

a) Nivel 0. Protecciones obligatorias según el capítulo IV.

b) Nivel 1:

- Muros RF-120 situados entre las instalaciones o revestimiento ignífugo de los recipientes RF-90.
- Sistemas fijos de agua pulverizada, aplicada mediante boquillas conectadas permanentemente a la red de incendios, con acondicionamiento situado en lugar protegido y accesible durante el incendio.
- Sistemas fijos de espuma para la inundación o cubrición del elemento de instalación considerado, con accionamiento situado en lugar protegido y accesible durante el incendio.
- Otros sistemas fijos de extinción de incendios de accionamiento manual especialmente adecuados al riesgo protegido.

- Brigada de lucha contra incendios propios incluyendo los medios adecuados, que deben determinarse específicamente, y un plan de autoprotección, así como una coordinación adecuada con un servicio de bomberos.
- Sistemas de agua de DCI con capacidad de reserva y caudales 1.5 veces los del diseño obligado.
- Tener red de DCI conforme con el apartado 2 del artículo 25 de esta ITC las instalaciones que no estén obligadas
- Tener medios para verter, de forma rápida y eficaz, espuma en el área de almacenamiento, considerada, las instalaciones no están obligadas a ello.
- Disponer de hidrantes en número suficiente para que cada punto de la zona de riesgo este cubierto.
- Detectores automáticos fijos, con alarma, de mezclas explosivas en la zona circundante de la instalación.

c) Nivel 2:

- Sistemas fijos de inertización permanente mediante atmosfera de gas inerte en el interior de recipientes de almacenamiento
- Los sistemas mencionados anteriormente, pero dotados con detección y acondicionamiento automáticos
- Las instalaciones que no estén obligadas de tener red DCI, con bomba de presurización automática, abastecimiento exclusivo para ese fin
- Doble reserva y doble capacidad de aplicación de espuma del que resulte por el cálculo en la ITC.

5.4.4 Unidades de carga y descarga

Este tipo de unidades sirven de traspaso entre unidades de transporte y almacenaje correspondientes. Debido a que se debe tener en cuenta la manipulación de sustancias peligrosas, estas unidades de carga y descarga disponen de medidas de seguridad y requisitos a cumplir para así poder realizar el traspaso sin ningún tipo de incidente.

5.4.4.1 Normativa de carga, descarga y transporte

El reglamento básico y específico que afecta al transporte, la carga y la descarga de mercancías peligrosas es el siguiente:

- Acuerdo Europeo Relativo al Transporte Internacional de mercancías peligrosas por Carretera (ADR) (3)
- R.D. 1566/1999, del 8 de octubre, sobre los consejeros de seguridad para el transporte de mercancías peligrosas por carretera, por ferrocarril o por vía navegable.
- R.D. 2115/1998 sobre el transporte de mercancías peligrosas por carretera.

A continuación se detallan algunas de estas medidas de seguridad que deberán tenerse en cuenta en la planta:

- Se debería evitar, en la medida de lo posible, la emisión a la atmosfera de vapores de líquidos tóxicos, en todo caso, controlar los niveles de emisión para cumplir con la normativa vigente.
- La instalación dispondrá de un sistema para que una vez acabada la operación de carga/descarga se puedan vaciar los brazos de carga y mangueras de productos que puedan contener, i de medios adecuados para protegerlos, en número y capacidad suficientes.
- Las mangueras /brazos de carga que se usen en las operaciones de carga y descarga de líquidos tóxicos serán revisadas periódicamente por el personal de la instalación para comprobar su estado y, al menos cada año, sufrirán una prueba de presión y de deformación, de acuerdo con las normas aplicables o las recomendaciones del fabricantes para asegurarse la permanencia de sus características originales.
- Las operaciones de carga y descarga se realizaran de acuerdo con el que dispongan las normativas para el transporte de mercancías peligrosas. (ADR).

5.4.4.2 Escapes o derrames

El principal riesgo de derrame o escape se produce en el parque de tanques de almacenamiento. Ya que las sustancias usadas en la planta de producción de clorobenceno son muy tóxicas e inflamables.

Las medidas de seguridad que se deberán tomar en caso de derrame o escape se encuentran en el apartado **5.12 Fichas de seguridad**.

Al tratar con sustancias líquidas tóxicas será necesario contener el posible derrame en una cubeta de retención, por lo que cada tanque dispondrá de una con su medida reglamentaria. En el caso de tanques a elevada presión, para evitar la sobrepresión eventual, se dispondrá de distintas válvulas de seguridad, que permitirán aliviar esta sobrepresión y reducir el daño causado.

5.5 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Siguiendo el R.D 2267/2004 se establece la protección contra incendios necesaria según la clase de fuego, distribución de las instalaciones y abastecimiento de aguas por tal de mantener al máximo la seguridad de la planta.

5.5.1 Caracterización de las instalaciones industriales en relación con la seguridad contra incendios

Para poder determinar la protección que procede en una instalación industrial hace falta determinar qué clase de configuración les pertenece. Así se podrá determinar qué clase de riesgos hay, y aplicar las medidas de protección necesarias en cada caso.

5.5.1.1 Sectores de incendio

Las instalaciones de la planta se encuentran distribuidas por áreas. Cada área pertenece a una parte del proceso que se realizan en espacios separados. En el

Capítulo 1: Especificaciones del proyecto se encuentran las distribuciones de las áreas de la planta. (1.1.4 **Abreviaciones** Figura 1-3.)

Según esta distribución dentro de la planta cada establecimiento se clasifica en diferentes tipos, para determinar el riesgo intrínseco de incendio en cada zona. A continuación, se muestran los requisitos que tiene que presentar cada zona para poder clasificarlas.

- Tipo A: El establecimiento industrial ocupa parcialmente un edificio que tiene, además, otros establecimientos, ya sean de uso industrial o de otros usos.
- Tipo B: El establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio que esta adosado a otro/s, a una distancia igual o inferior a tres metros.

Para establecimientos industriales que ocupen una nave adosada con estructura compartida con las contiguas, que en todo caso deben tener una cubierta independiente, se admitirá el cumplimiento de las exigencias correspondientes al tipo B, siempre que se justifique técnicamente que el posible colapso de la estructura no afecte a las naves adyacentes.

- Tipo C: el establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio o diversos, si procede, que está a una distancia mayor a tres metros del edificio más próximo de otros establecimientos. Esta distancia debe estar libre de mercancías combustibles o elementos intermedios susceptibles de propagar el incendio.

Establecimientos industriales que desarrollan su actividad en espacios abiertos que no constituyen un edificio:

- Tipo D: El establecimiento industrial ocupa un espacio abierto que puede estar totalmente cubierto, alguna de las fachadas carece totalmente de un cierre lateral.
- Tipo E: El establecimiento industrial ocupa un espacio abierto que puede estar parcialmente cubierto (hasta un 50% de su superficie), alguna de las fachadas de la parte cubierta carece totalmente de un cierre lateral.

5.5.2 Evaluación del nivel de riesgo intrínseco

El nivel de riesgo intrínseco viene dado por las características de un establecimiento y de su contenido. Éste indica el riesgo potencial de producirse daños a personas y bienes en caso de iniciarse un incendio.

Para poder estimar el riesgo intrínseco de cada sector de incendio se determina la densidad de carga de fuego mediante la siguiente expresión:

$$Q_s = \frac{\sum_1^i G_i \cdot q_i \cdot C_i}{A} \cdot R_a \quad (MJ/m^2) \text{ o } (Mcal/m^2)$$

Dónde:

Q_s es la densidad de carga del fuego, ponderada y corregida, del sector o área de incendio.

G_i : masa, en kg, de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector o área de incendio (incluidos los materiales constructivos combustibles)

q_i : se trata del poder calorífico, en MJ/kg o Mcal/kg, de cada uno de los combustibles (i) que intervienen en el sector.

C_i : es un coeficiente individual que pondera el grado de peligrosidad (por combustión) de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.

R_a : es el coeficiente individual que corrige el grado de peligrosidad (por activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc. Sus posibles valores se muestran en la **Tabla 5.4**

Tabla 5- 4: Posibles valores de R_a

COEFICIENTE R_a	RIESGO DE ACTIVACIÓN		
	Alto	Medio	Bajo
3	1.5	1	

Como se observa en esta tabla el coeficiente R_a está comprendido entre 1 y 3. En este caso, el valor de R_a para zonas de reacción ha sido de 3, ya que implica un mayor riesgo delante cualquier incidente posible. En el resto de casos se ha ajustado este valor a 1.5. Se tiene que mencionar que estos valores se han encontrado dentro de la guía técnica de aplicación del Reglamento de Seguridad Contra Incendios de los Establecimientos Industriales. (R.D. 2267/2004 del 3 de diciembre).

A: es el área de superficie (m^2) construida del sector incendio o superficie ocupada del área de incendio.

Hace falta mencionar que existen varias alternativas a la hora de calcular la carga de riesgo intrínseco, y que se basan e variaciones concretas de la expresión mencionada inicialmente. En la **Tabla 5-5** se muestran los coeficientes de peligrosidad por combustibilidad que serán utilizados en el cálculo de este parámetro.

Tabla 5- 5: Valores de los coeficientes de peligrosidad por combustibilidad.

VALORES DEL COEFICIENTE DE PELIGROSIDAD POR COMBUSTIBILIDAD, C_i		
Alta	Media	Baja
<ul style="list-style-type: none"> - Líquidos clasificados como clase A en la ITC MIE-APQ1 - Líquidos clasificados como subclase B1, en la ITC MIE-APQ1 - Sólidos capaces de iniciar su combustión a temperatura inferior a 100°C. - Productos que pueden formar mezclas explosivas con el aire o a temperatura ambiente. - Productos que pueden iniciar una combustión espontánea en el aire a temperatura ambiente. 	<ul style="list-style-type: none"> - Líquidos clasificados como subclase B2 en la ITC MIE-APQ1. - Líquidos clasificados como clase C en la ITC MIE-APQ1. - Sólidos que empiezan su ignición a una temperatura comprendida entre 100 y 200°C. - Sólidos que emiten gases inflamables. 	<ul style="list-style-type: none"> - Líquidos clasificados como clase D en la IRC MIE-APQ1- - Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura superior a 200°C.
$C_i = 1.60$	$C_i = 1.30$	$C_i = 1.00$

Nota: ITC MIE-APQ1 del Reglamento de almacenamiento de productos químicos, aprobado por el Real Decreto 379/2001 del 6 de abril.

Una vez obtenida la carga de fuego (Q_s) ya se puede determinar el nivel de riesgo intrínseco de cada sector con la siguiente tabla:

Tabla 5 – 6: Nivel de riesgo intrínseco en función de la densidad de carga de fuego.

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO		Densidad de carga del fuego ponderada y corregida	
		Mcal/m ³	MJ/m ³
BAJO	1	$Q_s \leq 100$	$Q_s \leq 425$
	2	$100 < Q_s \leq 200$	$425 < Q_s \leq 850$
MEDIO	3	$200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1275$
	4	$300 < Q_s \leq 400$	$1275 < Q_s \leq 1700$
	5	$400 < Q_s \leq 800$	$1700 < Q_s \leq 3400$
ALTO	6	$800 < Q_s \leq 1600$	$3400 < Q_s \leq 6800$
	7	$1600 < Q_s \leq 3200$	$6800 < Q_s \leq 13600$
	8	$3200 < Q_s$	$13600 < Q_s$

5.6 SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Los sistemas de protección contra incendios constituyen un conjunto de equipamientos diferentes integrados en la estructura de los edificios. La protección contra incendios se basa en dos clases de medidas:

5.6.1 Medidas de protección pasivas

Son medidas que buscan minimizar los efectos nocivos del incendio una vez se ha producido. Principalmente están pensados para limitar la distribución de las llamas y el humo a lo largo del edificio i para permitir la evacuación ordenada y rápida.

A continuación se muestra un listado de algunos ejemplos de protección pasiva.

- Compuertas en conductos de aire
- Recubrimientos de las estructuras (para maximizar el tiempo antes del colapso por la deformación por temperatura)
- Puertas cortafuegos.
- Dimensiones y características de las vías de evacuación.
- Señalizaciones e iluminación de emergencia

- Compartimentación de sectores de fuego.

5.6.2 Medidas de protección activas

Este tipo de medidas son las diseñadas para asegurar la extinción de cualquier incendio y más rápidamente posible y evitar así su expansión o propagación al edificio.

Dentro de este apartado se han considerado dos clases de medidas:

5.6.2.1 Medidas de detección de incendios

Las medidas de detección automáticas que pueden ser utilizadas son

- Detectores iónicos u ópticos; basados en la detección del humo.
- Detectores térmicos.
- Detectores de radiación (ultravioletada o infrarrojos)

Por otro lado hay medidas de detección que se accionan manualmente, tales como:

- Pulsador de alarma antiincendios
- Instalación de alerta; para difundir o informar de un posible incendio.
- Megafonía; permite informar a todos los trabajadores de la planta de la situación de emergencia.

5.6.2.2 Medidas de extinción de incendios

Están relacionadas con el abastecimiento del agua, y hay dos:

- Manuales: extintores, bocas de incendio equipadas (BIE), hidrantes, columna seca.
- Automáticas

5.6.3 Medidas de extinción de incendios

Con el fin de proteger correctamente las instalaciones industriales, en primer lugar es necesario determinar la clase de fuego que puede ocasionarse en los establecimientos.

- Clase A: Fuegos de materiales sólidos generalmente de naturaleza orgánica, la combustión se realiza en forma de brasas que liberan gases combustibles. Algunos ejemplos de esta clase de fuego son, la madera, los plásticos, el papel, la goma y los tejidos.
- Clase B: Fuegos generados por líquidos o sólidos fundidos como. El etano, metano, la gasolina, la parafina y la cera de parafina.
- Clase C: incendios que implican gases inflamables como el butano, propano, el hidrógeno o el gas natural.
- Clase D: involucran a ciertos metales combustibles, como es el caso del magnesio, el titanio, el potasio y el sodio. Estos metales queman a altas temperaturas y desprenden suficiente oxígeno como para mantener la combustión, pueden reaccionar violentamente con el agua u otras sustancias químicas. Deben ser manipulados con mucha precaución.

5.6.3.1 Sistema de extintores exteriores contra incendios

Hay distintas clases de agentes extintores, según el tipo de fuego a extinguir. La diferencia entre ellos es el compuesto que contienen para apagar el fuego. Así pues, se ha decidido recoger los distintos agentes extintores y la clase de fuego para los cuales están recomendados (**Tabla 5-7**).

Tabla 5 - 7: Agentes extintores en función de la clase de fuego

AGENTE EXTINTOR	TIPO DE FUEGOS				
	A	B	C	D	E
Agua pulverizada	Muy adecuado	Aceptable			Peligroso
Agua a chorro	Adecuado				Peligroso
De espuma física	Adecuado	Adecuado			Peligroso
Polvo convencional (BC)		Muy adecuado	Adecuado		
Polvo polivalente (ABC)	Adecuado	Adecuado	Adecuado		
Polvo especial				Aceptable	
De anhídrido carbónico	Aceptable	Adecuado			Aceptable
De hidrocarburos y halógenos	Aceptable	Adecuado	Aceptable		Aceptable
Específicos para fuegos de metales				Aceptable	

Hace falta recordar que la clase de fuego que se pueden producir en la planta son de tipo A, B y C. según este tipo de fuego y la tabla anterior, se puede determinar el agente extintor más adecuado en cada caso de incendio.

Para los fuegos de **Clase A**, el sistema más adecuado que se usa es el agua pulverizada. De forma que en caso de incendio, el sistema se active automáticamente y en ningún caso pueda ocasionar un incidente de grandes repercusiones.

Este agente extintor es muy adecuado para los fuegos de clase A, se puede usar a chorro o pulverizada, la diferencia entre uno y el otro, es que uno tiene un largo alcance mientras que el otro, permite vaporizar el agua de forma más rápida y aumenta la capacidad de enfriamiento. En caso de usar la pulverización del agua, este método sólo permite apagar fuegos de clase A y controlar, como mucho, los de clase B.

Un gran factor a tener en cuenta, es que este agente extintor es el más barato y por lo tanto será el más usado, siempre y cuando los productos que hay en planta determinen que su aplicación es la más adecuada.

Para los fuegos de **Clase B** se utilizan extintores de polvo BC i de CO₂, ya que en algunas zonas de almacenaje coexisten sustancias que requieren uno o el otro, o más bien, la eficiencia del extintor difiere en cuestión al tipo de sustancia que genera el fuego.

Para los fuegos de **Clase C** sólo se usa el polvo BC.

- De anhido carbónico (CO₂)



Figura 5- 2: Extintor de dióxido de carbono

Es un agente extintor muy adecuado para fuegos de tensión eléctrica, ya que este no se trata de un producto conductor y no genera residuos. Este actúa delante del fuego de tres maneras distintas y simultáneas.

1) Efecto mecánico de corte de llamas.

2) Efecto de asfixia; añade al aire aproximadamente el 18%

de anhido carbónico, el fuego se ve privado de oxígeno necesario para su combustión

3) Efecto de enfriamiento del anhido carbónico al salir del extintor y expandirse. Al expandirse este forma una especie de nieve carbónica, que se vaporiza en contacto con el incendio, produciendo un gran enfriamiento.

- Polvo seco (BC)

Compuesto a base de bicarbonato de sosa y un agente hidrófobo que impide el



Figura 5- 3: Extintor de polvo BC

taponamiento del polvo por absorción de la humedad del ambiente. El más usado es el polvo polivalente ABC, eficaz para fuegos de clase A, B y C. su toxicidad es nula, y desde el punto de vista de la seguridad e higiene no requiere medidas de protección especiales.

Y actúa en dos pasos:

a) Sofocación: el polvo se descompone produciendo una capa que cubre y aísla el combustible.

b) Inhibición: Reacciona combinándose con los radicales libres e impidiendo que mantengan combustión.

Los extintores se distribuyen, en todas las zonas de incendio, de tal forma que desde cualquier punto del sector de incendio hasta el exterior no supere los 15m. Se ha instalado una cantidad de extintores de 60 unidades, distribuidos en las siguientes zonas:

Tabla 5- 8: Número de extintores requeridos en cada zona

SECTORES DE INCENDIO	NUMERO DE EXTINTORES	TIPOS
ZONA 100	13	113B
ZONA 200	7	113B
ZONA 300	2	113B
ZONA 400	3	113B
ZONA 500	12	113B
ZONA 600	6	21 A
ZONA 700	10	21A
ZONA 800	7	21 A

Donde 21A y 113B están referidos a la nomenclatura de los agentes extintores para fuegos de clase A y B respectivamente.

Según la normativa APQ-001 es imprescindible disponer de extintores en las zonas de almacenamiento, sobre todo si se trata de líquidos inflamables. Para el resto de zonas no industriales se aplicará el *Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio*.

5.6.3.2 Sistema de hidrantes



Figura 5- 4: Hidrante

Sistema que proporciona agua exclusiva para la extinción de incendios. Las unidades se dispondrán a 40m de cualquier punto del establecimiento, manteniendo, por tanto, un máximo de 80m entre las unidades.

La necesidad o no de usar hidrantes en los sectores de incendio viene determinada por las condiciones mostradas en la siguiente tabla.

Tabla 5 - 9: Uso o no de los hidrantes según el riesgo intrínseco, área del sector y su configuración

Configuración de la zona de incendio	Superficie del sector o área de incendio	RIESGO INTRÍNSECO		
		Bajo	Medio	Alto
A	≥300	NO	SI	
	≥1000	SI+	SI	
B	≥1000	NO	NO	SI
	≥2500	NO	SI	SI
	≥3500	SI	SI	SI
C	≥2000	NO	NO	SI
	≥3500	NO	SI	SI
D o E	≥5000		SI	SI
	≥15000	SI	SI	SI

Teniendo en cuenta las dimensiones y los compuestos de la planta esta medida contra incendios es requerida. Una vez establecido que es necesario el uso de hidrantes, hace falta definir la autonomía de agua que hace falta proporcionar según el riesgo intrínseco de cada sector y el cabal adecuado de agua que se requiere.

Tabla 5 - 10: Cabal y autonomía según la configuración del establecimiento y el riesgo intrínseco.

CONFIGURACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL	NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO					
	BAJO		MEDIO		ALTO	
	Cabal (L/min)	Auton. (min)	Cabal (L/min)	Auton. (min)	Cabal (L/min)	Auton. (min)
A	500	30	1000	60	-	-
B	500	30	1000	60	1000	90
C	500	30	1500	60	2000	90
D y E	1000	30	2000	60	3000	90

Como que la zona industrial tiene un nivel de riesgo intrínseco alto y una configuración de tipo C, el cabal establecido con la **Tabla 5-10** es de 1000L/min y con una

autonomía de 90 minutos. Los hidrantes requeridos serán CHE-100 que son capaces de liberar agua con un cabal de 60 m³/h, por lo tanto, deberán actuar dos equipos simultáneamente para liberar el cabal necesario para extinguir el incendio.

5.6.3.3 Bocas de incendios equipadas (BIE)

Será necesario el uso de estas bocas en los siguientes casos:



a) en edificios de tipo C, donde el nivel de riesgo es medio y la superficie total construida es de 1000 m³ o superior.

b) En edificios de tipo C, donde el nivel de riesgo sea alto y la superficie total construida es de 500 m³ o superior.

Figura 5- 5: Boca de incendio equipada

Los sistemas equipados de bocas de incendios constan también de una fuente de abastecimiento de agua y de una red de tuberías para poder distribuir con eficacia el agua al sector donde se está produciendo el incendio.

Las BIE estarán situadas a 5m como máximo de las salidas de los sectores de incendio. También hará falta disponerlas de tal forma que el área del sector quede cubierta con la largada de la manguera dejando un margen de 5m que podrá abastecer el chorro de agua.

Se tiene que garantizar que desde cualquier punto del sector de incendio la distancia con la BIE no supere los 25m y una distancia máxima de 50m entre BIEs.

Tabla 5 - 11: Clase de BIE según el riesgo intrínseco del sector.

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL	CLASE DE BIE	SIMULTANIEDAD	TIEMPO DE AUTONOMÍA
Bajo	DN 25 mm	2	60 min
Medio	DN 45mm*	2	60 min
Alto	DN 45mm*	3	90 min

La clase de BIE necesario en este caso es el de DN 45mm, que requiere un mínimo de tres personas para poder operar este sistema debido a que el cabal de agua que libera es bastante grande como para que una sola persona no pueda manipularlo. Para poder determinar el número de BIEs necesarios en cada sector se ha usado la siguiente expresión, que aparece en el MIE APQ-6:

$$n^{\circ} BIE = 2 + \frac{Q-2000}{2000}$$

Donde Q (m³) es el cabal de combustible en la zona en cuestión.

Aplicando esta expresión se pueden obtener el número de equipos necesarios en cada zona, obteniendo los resultados en la siguiente tabla:

Tabla 5- 12: Número de BIE requeridos en cada zona.

SECTOR DE INCENDIO	Nº DE BIE
Zona 100	5
Zona 200	3
Zona 300	3
Zona 400	3
Zona 500	6
Zona 600	--
Zona 700	2
Zona 800	--

En las zonas donde no se instala ningún BIE, no significa que no les pertenezca ningún sistema de extinción de incendios. Es más, requieren otro tipo de sistema de extinción. Las zonas especificadas como industriales (oficinas, laboratorio...) deben cumplir los requisitos del *Documento Básico D.B. SI-4*

5.6.3.4 Rociadores (Sprinklers)



Figura 5- 6: Rociador

Los rociadores deben estar instalados en el caso que el área o sector de incendio sea de riesgo intrínseco alto, pero siempre en la situación más desfavorable. En este caso, se aplican rociadores en el área 100, ya que tiene carga de fuego ponderada muy elevada.

5.6.3.5 Medidas específicas de protección

Según la maquinaria usada y los requisitos de las sustancias utilizadas se toman las siguientes medidas:

Sistema de retención de partículas: para retener las partículas que puedan ser nocivas o perjudiciales para la salud del personal de la planta. Otros motivos importantes para utilizar una medida de este tipo son para prevenir la generación de mezclas explosivas de ciertas sustancias con el aire.

Sistemas de inertización: se usan para evitar la formación de mezclas explosivas con el aire de ciertas sustancias, sobre todo las de clase B.

5.7 SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA CONTRA INCENDIOS

5.7.1 Reserva de agua

Cuando en una instalación de un establecimiento industrial coexistan diferentes sistemas de extinción de incendios, el cabal y reserva de agua requeridos se calculan considerando la simultaneidad de operación mínima que a continuación se establece, y que se requiere en la tabla adjunta.

TIPO DE INSTALACIÓN	BIE [1]	HIDRANTES [2]	ROCIADORES AUTOMÁTICOS [3]	AGUA PULVERIZADA [4]	ESPUMA [5]
[1] BIE	Q_B/R_B	(a) Q_H/R_H (b) Q_B+Q_H/R_B+R_H	Q_{RA}/R_{RA}		
		----- $0,5 Q_H+Q_{RA} \quad 0,5 R_H+R_{RA}$			
[2] HIDRANTES	(a) Q_H/R_H (b) Q_B+Q_H/R_B+R_H	Q_H/R_H	Q mayor R mayor (una instal.)	$0,5 Q_H + Q_{AP}/$ $0,5 R_H + R_{AP}$	Q mayor, R mayor (una instal.)
[3] ROCIADORES AUTOMÁTICOS	Q_{RA}/R_{RA}				
[4] AGUA PULVERIZADA		Q mayor R mayor (una instal.)	$Q_{AP} + Q_E$ $R_{AP} + R_E$	Q mayor R mayor (una instalación)	$Q_{AP} + Q_E$ $R_{AP} + R_E$
[5] ESPUMA		Q mayor R mayor (una instal.)		Q mayor R mayor (una instalación)	$Q_{AP} + Q_E$ $R_{AP} + R_E$

Figura 5- 7: Figura para obtener el cabal y la cantidad necesaria en la reserva de agua.

Donde Q , significa el cabal necesario para el funcionamiento del equipo para extinguir el fuego.

R , representa el cabal de reserva necesario para cada sistema de extinción.

Para poder estimar el agua de reserva necesaria para la planta hace falta determinar inicialmente el agua de reserva que usara cada sistema de extinción y, posteriormente, con la **Figura5-7** se determina la reserva total teniendo en cuenta la coexistencia de los sistemas usados.

5.7.1.1 Reserva de agua requerida por los hidrantes

Como se ha mencionado anteriormente el cabal de agua necesario para el hidrante en esta área de incendio es de 1000L/min (60m³/h).

$$R_{hidr} = 1000 \frac{L}{min} \cdot \frac{1m^3}{1000L} \cdot \frac{90min}{1h} = 90 \frac{m^3}{h}$$

Será necesario añadir 30m³/h adicionales, debido a que hay una zona de combustibles y según el real decreto es necesario aumentar el cabal de agua del hidrante.

$$R_{hidr} = 90 + 30 = 120 \frac{m^3}{h}$$

En el peor de los casos, el requerimiento de agua se duplicara debido a que será necesario el uso de dos hidrantes simultáneamente.

$$R_{hidr} = 120 \cdot 2 = 240 \frac{m^3}{h}$$

5.7.1.2 Reserva de agua requerida por BIE:

El cabal usado para los BIE es de 3.3L/s, es decir, de 12m³/h.

En el peor de los casos, se activaran tres bocas de incendio simultáneamente, y por lo tanto la reserva de agua requerida será de $R_{BIE} = 53.46 \text{ m}^3/\text{h}$.

5.7.1.3 Reserva de agua para rociadores

La densidad de aplicación de los rociadores en este caso es de 15L/min·m². Con este parámetro, los minutos de operación (60 minutos) y el área de riesgo intrínseco alto se calcula el cabal necesario para este sistema.

En el área 100 la reserva necesaria es de 800m³/h

5.7.2 Estación de bombeo de agua

Para poder abastecer toda la planta con el agua necesaria en caso de incendio, se instalará una red de incendios que estará alimentada por un grupo a presión que suministrará el impulso apropiado al cabal necesario para así abastecer la instalación de forma satisfactoria.

Un equipo contra incendios está constituido por una bomba principal, compuesta por un motor eléctrico, una bomba de reserva compuesta por un motor diésel y una bomba con motor eléctrico, todas ellas capaces de proporcionar el 50% del cabal.

En caso de producirse un incendio, se abrirá algún punto de la red de abastecimiento de agua, ya sea por activación del sistema de hidrantes, BIE, sprinkers o agua pulverizada, haciendo que la presión de la red disminuya y este hecho pondrá en marcha la bomba principal, que solo podrá pararse de forma manual.

Este grupo de presión se alimentará de un tanque de reserva de agua contra incendios. El volumen requerido dependerá de los requerimientos de agua que necesita cada sistema y de la simultaneidad en el uso de los sistemas contra incendio, tal y como se ha mostrado en la **Figura 5-7**. Los equipos de bombeo que requieren una alimentación eléctrica usarán las fuentes de suministro de la red general de la planta.

Para poder determinar la capacidad mínima del tanque de almacenaje de agua del sistema contra incendios se ha escogido la simultaneidad más desfavorable y se ha aplicado un coeficiente de 1.5 para poder tener una reserva para una hora y media.

Así pues se requiere un tanque de almacenaje con una capacidad de 1300m³ que se ubicara en la Zona 600.

Todos estos sistemas que están relacionados con el suministro de agua contra incendios requieren en revisiones y pruebas para poder proteger al personal.

5.8 ENVASADO Y ETIQUETADO

El etiquetado de sustancias es vital ya que mediante éste método, es posible identificar los peligros de dicha sustancia, y en consecuencia, minimizarlos.

5.8.1 Normativa para el envasado y etiquetado

Según el Reglamento (CE) nº 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, del 16 de diciembre de 2008, Capítulo 1, Artículo 17, Las etiquetas y envases deben contener:

- Nombre, dirección y número de teléfono del proveedor o proveedores.
- Cantidad nominal de la sustancia o mezcla contenida en el envase a disposición del público en general, salvo que esta cantidad ya esté especificada en otro lugar del envase.
- Los identificadores de peligro si procede
- Las palabras de advertencia si procede
- Las indicaciones de peligro si procede
- Los consejos de prudencia apropiados
- Una sección de información suplementaria si procede.
- Para tener un etiquetado correcto, la etiqueta debe estar fijada en una o varias caras del envase, pudiéndose leer horizontalmente. Además, la etiqueta debe tener un tamaño mínimo especificado en la **Tabla 5-13**:

Tabla 5- 13: Tamaño mínimo de las etiquetas

CAPACIDAD DEL ENVASE	TAMAÑO MÍNIMO (mm)
----------------------	--------------------

Menos de 3L	52x74
Entre 3 y 50L	74x105
Entre 50 y 500L	105x148
Más de 500L	148x210

De acuerdo con el R.D. 363/1995 los envases se deben de ajustar a las características de la sustancia que almacenan y el etiquetaje tiene que permitir definir de forma rápida las características de las sustancias en cuestión.

Requerimientos de los envases:

- El material de los envases y los sistemas de cierre, deberán garantizar que el producto de su interior no podrá malbaratar el envase, ni ser atacado, y en ningún caso formar combinaciones peligrosas.
- El diseño del encase no puede permitir ninguna pérdida del contenido de éste.
- Cualquier sustancia que se ofrezca al público que este etiquetada como “tóxico”, “muy tóxica” o “corrosiva” deberá disponer de un cierre de seguridad para niños i deberá llevar una indicación de peligro al contacto.
- Igual que en el caso anterior, las sustancias etiquetadas como “nocivas”, “inflamables” o “extremadamente inflamables” deberán disponer de una indicación de peligro al contacto.

Referente a la simbología específica de cada sustancia, está deberá de ser señalizada en color negro con un fondo amarillo anaranjado y se regirá con las siguientes normas:

- Las frases tipo R indican consejo de prudencia de acuerdo con la peligrosidad de la sustancia (frases R)
- Las frases tipo S indicas riesgos específicos de acuerdo con la peligrosidad de la sustancia (frases S)
- El uso de la simbología T convierte en facultativos los símbolos X y C
- El uso de la simbología C convierte en facultativos los símbolos X

- El uso de la simbología E convierte en facultativos los símbolos F y O

5.8.2 Frases R y S

Las frases R y S irán indicadas en la etiqueta del envase de cada sustancia y también aparecerá en las fichas de seguridad de cada una de ellas para poder identificar con rapidez los riesgos que presentan.

5.8.1.1 Frases R simples aplicadas

Taula 5- 14: Frases R simples aplicadas al proceso

FRASE R	Descripción	FRASE R	Descripción
R10:	Inflamable	R35:	Provoca quemaduras graves
R11:	Fácilmente inflamable	R45:	Puede causar cáncer
R20:	Nocivo por inhalación	R46:	Puede causar alteraciones genéticas hereditarias
R22:	Nocivo por ingestión	R50:	Muy tóxico para organismos acuáticos
R23	Tóxico por inhalación	R65:	Nocivo. Si se ingiere puede causar daño pulmonar

5.8.1.2 Frases R combinadas aplicadas

Taula 5- 15: Frases R combinadas aplicadas al proceso

FRASES R COMBINADAS	Descripción
R 36/37/38	Irrita los ojos, la piel y las vías respiratorias
R 36/38	Irrita los ojos y la piel
R 48/23/24/25	Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación, contacto con la piel e ingestión
R 50/53	Muy tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático
R 51/53	Tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático

5.8.1.3 Frases S simples aplicadas

Taula 5- 16: Frases S simples aplicadas al proceso

FRASES S	Descripción	FRASES S	Descripción
S2	Manténgase fuera del alcance de los niños	S45	En caso de accidente o malestar, acúdase inmediatamente al médico (si es posible, muéstrela la etiqueta)
S9	Consérvese el recipiente en lugar bien ventilado	S53	Evítese la exposición- recábense instrucciones especiales antes del uso
S23	No respirar los gases/humos/vapores/aerosol es (denominación adecuada a especificar por el fabricante)	S60	Elimínese el producto y su recipiente como residuos peligrosos
S26	En caso de contacto con los ojos, lávense inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico	S61	Evítese su liberación al medio ambiente. Recábense instrucciones específicas de la ficha de datos de seguridad

5.8.1.4 Frases S combinadas aplicadas

Taula 5- 17: Frases S combinadas aplicadas al proceso

FRASE S	Descripción
S 1/2	Consérvese bajo llave y manténgase fuera del alcance de los niños
S 24/25	Evítese el contacto con los ojos y la piel
S 37/39	Úsense guantes adecuados y protección para los ojos/cara

5.9 PROTECCIÓN DE LOS RIESGOS PROFESIONALES

La preocupación para la seguridad en el trabajo es uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta y que ha de estar presente en todas las fases del diseño de la planta. Desde el diseño de los equipos a los trabajos de obra civil, y por supuesto una vez que la planta empiece con su etapa de producción.

La Ley de prevención de riesgos laborales (BOE del 3 de Diciembre) tiene como objetivo primordial promover la seguridad y la salud de los trabajadores mediante la aplicación de medidas preventivas y de desarrollo de las actividades necesarias para la prevención de los riesgos derivados del trabajo.

5.9.1 Medidas generales de prevención

5.9.1.1 Técnicas analíticas

Las técnicas analíticas intentan identificar las causas de los posibles accidentes:

- Inspecciones o auditorias de seguridad
- Notificaciones y registros de accidentes
- Análisis estadísticos de la accidentabilidad
- Investigación de los accidentes.

5.9.1.2 Técnicas operativas

Se basan en la eliminación de los factores de riesgo, o al menos, tratan de minimizar los efectos de estos.

- Técnicas integradas con el diseño de equipos y proyectos de instalaciones
- Técnicas integradas a la definición de métodos de trabajo.
- Técnicas de selección del personal.
- Formación sobre los riesgos existentes y sus medidas de prevención.
- Normas de seguridad
- Adaptación de sistemas de seguridad, defensa y (resguardo) de maquinaria.
- Equipos de protección individual (E.P.I)

5.9.2 Condiciones de trabajo

En los siguientes sub apartados se detalla el acondicionamiento requerido en las zonas de trabajo de la planta, poniendo especial énfasis en los aspectos más relevantes i que se han tenido en cuenta a la hora de diseñar los equipos y zonas que componen la planta.

5.9.2.1 Ruido y vibraciones

La eliminación o si más no la disminución de ruidos es un factor a tener en cuenta en el diseño de la planta. Este provoca una disminución de la eficacia de los trabajadores, por tanto, hace falta un buen ambiente de trabajo.

- Reducción del nivel sonoro en el foco de origen. Adquiriendo equipos que generen menos ruidos posibles y diseñar equipos mostrando énfasis en todos esos aspectos que aseguren un mínimo nivel de ruido posible (desde los materiales a los mecanismos y circuitos).
- Reducción del nivel sonoro ambiental. Se aplicaran medidas pasivas, revistiendo las paredes con materiales absorbentes, realizando una distribución de equipos ruidosos en la planta de manera lo menos agresiva posible, es decir, distribuir dichos equipos lo más alejados de las zonas de trabajo.

5.9.2.2 Iluminación y color

Según el R. D 486/97 establece los niveles de iluminación en función de las actividades desarrolladas en el sector de trabajo:

- Vías de circulación de uso ocasional: 25 lux. ^[2]
- Vías de circulación: 5 lux.
- Áreas o locales de uso habitual:
 - Exigencias visuales bajas (planta): 100 lux.
 - Exigencias visuales moderadas (sala control): 200 lux.
 - Exigencias visuales altas (oficinas): 50 lux.

Una buena iluminación es fundamental para mantener la comodidad y la visión, y asegurar una eficacia elevada de trabajo, disminuyendo en gran parte los accidentes y defectos de manipulación de cualquier sustancia o utensilio.

Normalmente se opta por la luz natural para poder ahorrar en recursos eléctricos, así que se dotara en gran medida de ventanales para proporcionar esta luz natural. Solo se usara la luz artificial en esos rincones donde la luz natural no está presente o sea insuficiente para mantener la iluminación adecuada de trabajo.

Por lo que afecta al color, éste también es un factor importante a tener en cuenta, ya que refleja la luz y no la absorbe. De esta manera, el suelo será de color blanco, las paredes también se pintaran de colores claros excepto las que ya tienen incorporadas los grandes ventanales, que estas serán de color gris claro y el techo de un color oscuro. El mobiliario será de colores claros.

5.10 MEDIDAS DE PROTECCIÓN I PREVENCIÓN DE PERSONAL

5.10.1 Equipos de Protección Individual (E.P.I.)

^[2] Unidad derivada del SI para la iluminancia. Equivale a lumen/m²

Protecciones de la cabeza: Como principal utensilio de este apartado es el casco de seguridad, que prevendrá de posibles choques o impactos.

Protección de cara y ojos: Las gafas de seguridad serán obligatorias en toda la planta de producción. Por otro lado, en el caso de que sea necesario, se usaran gafas de soldadura para poder conseguir una protección facial.

Protección auditiva: Si el ruido supera los 85 decibelios es obligatorio el uso de auriculares o tapones.

Protección de las vías respiratorias: En algunas zonas será necesario el uso de máscaras para poder evitar la inhalación de productos debido a la suspensión de partículas en el aire.

Protección de brazos y manos: Uso de los guantes para poder manipular con total seguridad productos o sustancias, instalaciones eléctricas o instalaciones de generación térmica.

Calzado de seguridad: En la zona de producción se usara calzado de seguridad para prevenir riesgos.

5.10.2 Equipos de protección individual a usar en las distintas actividades de construcción

Para poder manipular productos químicos serán necesarios los siguientes EPIs:

- Casco de polietileno
- Ropa de trabajo
- Máscara con filtro
- Botas de seguridad
- Guantes de cuero
- Gafas de protección

Para realizar las pruebas de presión y estancamiento se requieren:

- Gafas de protección mecánica
- Equipo respiratorio

Para la colocación de cañerías y canalizaciones:

- Casco de polietileno - Ropa impermeable
- Faja elástica de protección a sobreesfuerzos
- Ropa de trabajo - Devantal de cuero
- Gafas anti proyecciones - Guantes de goma
- Botas de seguridad - Botas de goma de media caña

Para la realización del montaje:

- Casco de seguridad - Cinturón de seguridad para posibles caídas
- Guantes de cuero - Botas de seguridad
- Ropa impermeables - Botas de seguridad para agua
- Devantal de cuero

Realización de instalaciones eléctricas y de iluminación

- Casco de seguridad - Gafas anti proyecciones
- Guantes de cuero - cinturón de seguridad anti caídas
- Guantes de goma o PVC - Guantes aislantes para alta presión
- Botas de seguridad - Guantes aislantes para baja presión
- Ropa impermeable - Botas protectoras de riesgos eléctricos

5.10.3 Sistemas de protección colectiva

Los sistemas de protección colectiva son más bien de ámbito preventivo, para poder minimizar los riesgos. A más también permiten una disminución de los daños e incidentes debido a las medidas de prevención conocidas y adoptables por el colectivo.

- **Señalización:** Ésta viene determinada según la normativa vigente y mencionada en el **apartado 5.13**
- **Iluminación:** imprescindible para la prevención de los riesgos y mantenimiento de la buena visión a la hora de trabajar.
Área de paso: 20 lux.
Zona de trabajo: 200-500lux.

- **Cintas de señalización:** en el caso de que una zona presente caídas de objetos ha de ser delimitada con una cinta de señalización para poder advertir al personal y evitar posibles incidentes.
- **Protección contra caídas de objetos y personas:** Instalación de barandillas, plataformas, pasarelas, escaleras tal y como se menciona en los artículos 17-23 de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el lugar de Trabajo (OGSHT).

Las posibles medidas adoptables son:

1. Redes de protección de caídas
 2. Tapas en aperturas
 3. Barandillas de protección
 4. Pasarelas para facilitar los accesos
 5. Escaleras portátiles
- **Protección de la maquinaria:** dispositivos de seguridad específico de cada máquina. La protección de las maquinas viene regulada por la Directiva de Seguridad en Máquinas (89/292/CEE del 14 de Junio) y del Reglamento de Seguridad de Máquinas (RD 1495/1986 del 26 de Mayo).

5.11 SEGURIDAD ELÉCTRICA

5.11.1 Instalaciones eléctricas

Las características de las instalaciones eléctricas y de sus componentes se deben adaptar a las condiciones operativas de la zona de trabajo.

Por otro lado, se debe tener en cuenta las características conductoras del trabajo, materiales inflamables, ambientes corrosivos, presencia de atmosferas explosivas y cualquier clase de riesgo que presente un incremento del riesgo eléctrico. Los sistemas de protección serán sometidos a un control periódico y mantenimiento para garantizar el buen funcionamiento de los sistemas eléctricos.

En cualquier caso, las instalaciones eléctricas de los lugares de trabajo, su uso y mantenimiento deben de cumplir lo que establece el reglamento de electrotecnia, la normativa general de seguridad y salud sobre lugares de trabajo, equipos y señalización en el trabajo, así como cualquier otra normativa que les sea aplicable.

5.11.2 Trabajos sin tensión

5.11.2.1 Medidas de operación sin tensión

Las operaciones y maniobras para dejar sin tensión una instalación antes de iniciar el “trabajo sin tensión”, y la reposición de la tensión, en finalizar, las realizaran trabajadores autorizados que, en el caso de instalaciones de alta tensión, deben de ser trabajadores cualificados. En este caso solo requerirán instalaciones de baja tensión.

Paso 1. Supresión de la tensión

Una vez identificadas las zonas y los elementos de la instalación donde se va a realizar el trabajo, y a menos que haya razones esenciales para hacerlo de otra manera, se seguirá el proceso que se describe a continuación, resumido en cinco etapas

Tabla 5- 18 Etapas para la supresión de la tensión

ETAPAS	Descripción
Desconectar	La parte de la instalación en la cual se realizara el trabajo se debe aislar de todas las fuentes de alimentación. El aislamiento estará constituido por una distancia en aire, o la interposición de un aislante, suficiente para garantizar eléctricamente el aislamiento. Los condensadores u otros elementos de la instalación que mantengan tensión después de la desconexión se debe descargar mediante dispositivos adecuados.
Prevenir cualquier posible realimentación	Los dispositivos de maniobra usados para desconectar la instalación se deben asegurar contra cualquier reconexión por bloqueo del mecanismo de maniobra y se deberá de colocar una señalización para prohibir la maniobra (en caso necesario).
Verificar la ausencia de tensión	La ausencia de tensión se debe garantizar en todos los elementos activos de la instalación eléctrica en la zona de trabajo. En el caso de alta presión el correcto funcionamiento de los dispositivos de verificación de ausencia de tensión se debe comprobar antes y después de la verificación.
Conexión a tierra y en cortocircuito	Las partes de la instalación donde se vaya a trabajar se debe poner en tierra y cortocircuito: <ul style="list-style-type: none"> • Instalaciones de alta tensión • Instalaciones de baja tensión Estos se deben conectar en primer lugar a la presa de tierra y a continuación a los elementos a poner a tierra, y deben ser visibles desde la zona de trabajo.
Proteger los elementos cercanos en tensión y establecer una señalización de seguridad	Si hay elementos de una instalación cercanos a la zona de trabajo que se hayan de mantener en tensión, se debe adoptar medidas de protección adicionales. Hasta que no se haya completado las cinco etapas no se puede autorizar el inicio de la faena sin tensión y se considera en tensión la parte de la instalación afectada

Paso 2. Reposición de la tensión

El proceso de reposición de la tensión comprende los puntos descritos en la **Tabla 5-19**.

Tabla 5- 19 Puntos que comprenden la reposición de la tensión

Puntos	Descripción
1	Si hay, la retirada de las protecciones adicionales y de la señalización que indica los límites de la zona de trabajo
2	Si hay, la retirada de la puesta en tierra y en cortocircuito
3	El desbloqueo y la retirada de la señalización de los dispositivos de corte
4	El cierre de los circuitos para reponer la tensión

5.11.2.2 Trabajos en tensión

Medidas de operación con tensión

Los trabajos en tensión deberán ser realizados por trabajadores cualificados, siguiendo un procedimiento previamente estudiado y, cuando su complejidad o novedad lo requiera, ensayado sin tensión, que se ajuste a los requisitos indicados a continuación.

El método de trabajo y los quipos y materiales usados deben asegurar la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico, garantizando que el trabajador no pueda contactar accidentalmente cualquier otro elemento o potencial distinto al suyo.

Entre los equipos y materiales recomendados hay:

- Accesorios aislantes (pantallas, cubiertas, vainas, etc.) Para el recubrimiento de partes activas o masas.
- Los utensilios aislantes o los aislantes (utensilios, pinzas, puntas de prueba, etc.)
- Las pértigas aislantes
- Los dispositivos aislantes (banquetes, alfombras, plataformas de trabajo, etc.)
- Los equipos de protección individual frente a los riesgos eléctricos (guantes, gafas, cascos, etc.)

Los equipos y materiales para la realización del trabajo en tensión se debe escoger, entre los concebidos por esta finalidad, teniendo en cuenta las características del trabajo y de los trabajadores, y en partículas, la tensión de servicio, y si se usaran para mantener y revisar siguiendo las instrucciones de su fabricante.

Los trabajadores deben disponer de un soporte sólido y estable, que les permita tener las manos libres, y de una iluminación que les permita hacer su faena en condiciones de visibilidad adecuadas. Los trabajadores no deben llevar objetos conductores, como brazaletes, relojes, cadenas o cierres de cremallera metálicos que puedan contactar accidentalmente con elementos a tensión.

La zona de trabajo debe señalizarse y/o delimitar adecuadamente siempre que haya la posibilidad que otros trabajadores o personas ajenas penetren en esta zona y accedan a elementos a tensión.

Las medidas preventivas para la realización de trabajos al aire libre deben tener en cuenta las posibles condiciones ambientales desfavorables, de manera que el trabajador quede protegido en todo momento, estos estarán suspendidos en caso de tormenta, lluvia o vientos fuertes, nevadas o cualquier otra condición ambiental desfavorable que dificulte la visibilidad o la manipulación de las herramientas.

5.11.3 Trabajos en emplazamientos con riesgo

La instalación eléctrica y los equipos deben garantizar el cumplimiento del reglamento del riesgo de incendio y explosión correspondiente.

5.11.3.1 Trabajos en emplazamientos con riesgo de incendio o explosión

Los trabajadores en instalaciones eléctricas con emplazamiento de riesgo o explosión se realizaran siguiendo un procedimiento que requiera el mínimo de estos riesgos, y por eso se limitará y controlará, la presencia de sustancias inflamables en la zona de trabajo y se evitará la aparición de focos de ignición, en particular, en caso de que exista, o que se pueda formar una atmosfera explosiva. En este caso queda prohibida la realización de trabajos u operaciones en tensión, excepto si se efectúan en

instalaciones y con equipos concebidos para operar en dichas condiciones, que cumplan la normativa específica aplicable.

Antes de realizar el trabajo, se verificará la disponibilidad, adecuación al tipo de fuego previsible y buen estado de los sistemas y equipos de extinción. Si se produce un incendio, se debe desconectar las partes de la instalación que se puedan ver afectadas, a menos que sea necesario dejarlas en tensión para continuar contra el incendio, o que la desconexión conlleve peligros potencialmente más graves que los que pueden derivar del mismo.

5.11.3.2 Electricidad estática

En todo lugar o proceso donde se pueda producir una acumulación de cargas electrostáticas se deben tomar las medidas preventivas necesarias para evitar las descargas peligrosas y la producción de espumas en emplazamientos con riesgos de incendio o explosión. Se debe dedicar especial atención a-

- Los procesos donde se produzca una fricción continua de materiales aislantes o aislantes.
- Los procesos donde se produzca una vaporización o pulverización y almacenaje, transporte o trasvase de líquidos o materiales en forma de polvo, en particular, cuando se trate de sustancias inflamables.

Para evitar la acumulación de cargas electrostáticas se debe tomar alguna de las siguientes medidas, según las posibilidades y circunstancias específicas de cada caso:

- Eliminación o reducción de procesos de fricción.
- Evitar los procesos que produzcan pulverización, aspersion o caída libre.
- Utilización de materiales antiestáticos (poleas, moquetas, calzado, etc.) o aumento de la conductividad por incremento de la humedad relativa, o del uso de aditivos o cualquier otro medio.
- Conexiones a tierra de los materiales susceptibles a adquirir carga, especialmente de los conductores o elementos metálicos aislantes.

5.12 FICHAS DE SEGURIDAD

Fichas Internacionales de Seguridad Química

BENCENO		ICSC: 0015 Mayo 2003	
CAS: RTECS: NU: CE Índice Anexo I: CE / EINECS:	71-43-2 CY1400000 1114 601-020-00-8 200-753-7	Ciclohexatrieno Benzol C ₆ H ₆ Masa molecular: 78.1	 
TIPO DE PELIGRO / EXPOSICIÓN	PELIGROS AGUDOS / SÍNTOMAS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS / LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	Altamente inflamable.	Evitar las llamas, NO producir chispas y NO fumar.	Polvo, AFFF, espuma, dióxido de carbono.
EXPLOSIÓN	Las mezclas vapor/aire son explosivas. Riesgo de incendio y explosión: véanse Peligros Químicos.	Sistema cerrado, ventilación, equipo eléctrico y de alumbrado a prueba de explosión. NO utilizar aire comprimido para llenar, vaciar o manipular. Utilícense herramientas manuales no generadoras de chispas. Evitar la generación de cargas electrostáticas (por ejemplo, mediante conexión a tierra).	En caso de incendio: mantener fríos los bidones y demás instalaciones rociando con agua.
EXPOSICIÓN		¡EVITAR TODO CONTACTO!	
Inhalación	Vértigo. Somnolencia. Dolor de cabeza. Náuseas. Jadeo. Convulsiones. Pérdida del conocimiento.	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo. Proporcionar asistencia médica.
Piel	PUEDA ABSORBERSE! Piel seca. Enrojecimiento. Dolor. (Además, véase Inhalación).	Guantes de protección. Traje de protección.	Quitar las ropas contaminadas. Aclarar la piel con agua abundante o ducharse. Proporcionar asistencia médica.
Ojos	Enrojecimiento. Dolor.	Pantalla facial, o protección ocular combinada con la protección respiratoria.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después proporcionar asistencia médica.
Ingestión	Dolor abdominal. Dolor de garganta. Vómitos. (para mayor información, véase Inhalación).	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	Enjuagar la boca. NO provocar el vómito. Proporcionar asistencia médica.
DERRAMES Y FUGAS		ENVASADO Y ETIQUETADO	
Eliminar toda fuente de ignición. Recoger, en la medida de lo posible, el líquido que se derrama y el ya derramado en recipientes herméticos. Absorber el líquido residual en arena o absorbente inerte y trasladarlo a un lugar seguro. NO verterlo al alcantarillado. NO permitir que este producto químico se incorpore al ambiente. (Protección personal adicional: traje de protección completa incluyendo equipo autónomo de respiración).		No transportar con alimentos y piensos. Clasificación UE Símbolo: F, T R: 45-46-11-36/38-48/23/24/25-65 S: 53-45 Nota: E Clasificación NU Clasificación de Peligros NU: 3 Grupo de Envasado NU: II	
RESPUESTA DE EMERGENCIA		ALMACENAMIENTO	
Ficha de emergencia de transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-30S1114/30GF1-II Código NFPA: H 2; F 3; R 0;		A prueba de incendio. Separado de alimentos y piensos, oxidantes y halógenos.	
Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión Europea © CE, IPCS, 2005			
      			

VÉASE INFORMACIÓN IMPORTANTE AL DORSO

Fichas Internacionales de Seguridad Química

BENCENO		ICSC: 0015
DATOS IMPORTANTES		
<p>ESTADO FÍSICO; ASPECTO Líquido incoloro, de olor característico.</p> <p>PELIGROS FÍSICOS El vapor es más denso que el aire y puede extenderse a ras del suelo; posible ignición en punto distante. Como resultado del flujo, agitación, etc., se pueden generar cargas electrostáticas.</p> <p>PELIGROS QUÍMICOS Reacciona violentamente con oxidantes, ácido nítrico, ácido sulfúrico y halógenos, originando peligro de incendio y explosión. Ataca plásticos y caucho.</p> <p>LÍMITES DE EXPOSICIÓN TLV: 0.5 ppm como TWA; 2.5 ppm como STEL; (piel); A1; BEI establecido (ACGIH 2004). MAK: H; Cancerígeno clase: 1; Mutágeno clase: 3A; (DFG 2004).</p>	<p>VÍAS DE EXPOSICIÓN La sustancia se puede absorber por inhalación, a través de la piel y por ingestión.</p> <p>RIESGO DE INHALACIÓN Por evaporación de esta sustancia a 20°C se puede alcanzar muy rápidamente una concentración nociva en el aire.</p> <p>EFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN La sustancia irrita los ojos, la piel y el tracto respiratorio. La ingestión del líquido puede dar lugar a la aspiración del mismo por los pulmones y la consiguiente neumonitis química. La sustancia puede causar efectos en el sistema nervioso central, dando lugar a disminución de la consciencia. La exposición muy por encima del OEL puede producir pérdida del conocimiento y muerte.</p> <p>EFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA El líquido desengrasa la piel. La sustancia puede afectar a la médula ósea y al sistema inmune, dando lugar a una disminución de células sanguíneas. Esta sustancia es carcinógena para los seres humanos.</p>	
PROPIEDADES FÍSICAS		
<p>Punto de ebullición: 80°C Punto de fusión: 6°C Densidad relativa (agua = 1): 0.88 Solubilidad en agua, g/100 ml a 25°C: 0.18 Presión de vapor, kPa a 20°C: 10 Densidad relativa de vapor (aire = 1): 2.7</p>	<p>Densidad relativa de la mezcla vapor/aire a 20°C (aire = 1): 1.2 Punto de inflamación: -11°C c.c. Temperatura de autoignición: 498°C Límites de explosividad, % en volumen en el aire: 1.2-8.0 Coeficiente de reparto octanol/agua como log Pow: 2.13</p>	
DATOS AMBIENTALES		
La sustancia es muy tóxica para los organismos acuáticos.		
NOTAS		
El consumo de bebidas alcohólicas aumenta el efecto nocivo. Está indicado examen médico periódico dependiendo del grado de exposición. La alerta por el olor es insuficiente. Esta ficha ha sido parcialmente actualizada en octubre de 2004: ver Clasificación UE.		
INFORMACIÓN ADICIONAL		
<p>Límites de exposición profesional (INSHT 2011): VLA-ED: 1 ppm; 3,25 mg/m³</p> <p>C1A (Sustancia carcinogénica de categoría 1A). M1B (Sustancia mutagénica de categoría 1B).</p> <p>Notas: vía dérmica. Es de aplicación el RD 1124/2000, por el que se modifica el RD 665/1997 de agentes cancerígenos. Esta sustancia tiene establecidas restricciones a la fabricación, comercialización o al uso especificadas en el Reglamento REACH.</p> <p>VLB: 0,045 mg/g creatinina en orina de ácido S-Fenilmercaptúrico; 2 mg/L en orina de ácido t,t-Mucónico; 5 µg/L en sangre de benceno total.</p>		
NOTA LEGAL	Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. Su posible uso no es responsabilidad de la CE, el IPCS, sus representantes o el INSHT, autor de la versión española.	
© IPCS, CE 2005		

Fichas Internacionales de Seguridad Química

CLORO		ICSC: 0126 Marzo 2009	
CAS: 7782-50-5 RTECS: FO2100000 NU: 1017 CE Índice Anexo I: 017-001-00-7 CE / EINECS: 231-959-5			
Cl_2 Masa molecular: 70.9			
TIPO DE PELIGRO / EXPOSICIÓN	PELIGROS AGUDOS / SÍNTOMAS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS / LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	No combustible pero facilita la combustión de otras sustancias. Muchas reacciones pueden producir incendio o explosión.	NO poner en contacto con materiales incompatibles (ver Peligros Químicos).	En caso de incendio en el entorno: usar un medio de extinción adecuado.
EXPLOSIÓN	Riesgo de incendio y explosión (ver Peligros Químicos).	NO poner en contacto con materiales incompatibles (ver Peligros Químicos).	En caso de incendio: mantener fría la botella rociando con agua pero NO en contacto directo con agua.
EXPOSICIÓN		¡EVITAR TODO CONTACTO!	¡CONSULTAR AL MÉDICO EN TODOS LOS CASOS!
Inhalación	Tos. Dolor de garganta. Jadeo. Sibilancia. Dificultad respiratoria. Síntomas no inmediatos (ver Notas).	Protección respiratoria. Sistema cerrado y ventilación.	Aire limpio y reposo. Posición de semiincorporado. Proporcionar asistencia médica. Respiración artificial si estuviera indicada. Ver Notas.
Piel	EN CONTACTO CON LÍQUIDO: CONGELACIÓN. Enrojecimiento. Sensación de quemazón. Dolor. Quemaduras cutáneas.	Guantes aislantes del frío. Traje de protección.	Aclarar con agua abundante durante 15 minutos como mínimo, después quitar la ropa contaminada y aclarar de nuevo. Proporcionar asistencia médica.
Ojos	Lacrimógeno. Enrojecimiento. Dolor. Quemaduras.	Pantalla facial y protección ocular combinada con protección respiratoria.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad). Proporcionar asistencia médica inmediatamente.
Ingestión		No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	
DERRAMES Y FUGAS		ENVASADO Y ETIQUETADO	
¡Evacuar la zona de peligro! Consultar a un experto. Protección personal: traje hermético de protección química, incluyendo equipo autónomo de respiración. Ventilar. Cerrar la botella, si es posible; aislar y ventilar el área hasta que el gas se disperse. NO verter NUNCA chorros de agua sobre el líquido. Eliminar el gas con agua pulverizada. NO permitir que este producto químico se incorpore al ambiente.		Botella especial con aislamiento. Contaminante marino. Clasificación UE Símbolo: T, N R: 23-36/37/38-50 S: (1/2)-9-45-61 Clasificación NU Clasificación de Peligros NU: 2.3 Riesgos Subsidiarios de las NU: 8 Clasificación GHS Peligro Contiene gas a presión; puede explotar si se calienta. Mortal si se inhala el gas. Provoca graves quemaduras en la piel y lesiones oculares. Puede provocar irritación respiratoria. Puede causar daños en los pulmones en caso de una exposición prolongada o repetida, si es inhalado. Muy tóxico para los organismos acuáticos.	
RESPUESTA DE EMERGENCIA		ALMACENAMIENTO	
Código NFPA: H4; F0; R0; OX		A prueba de incendio, si está en local cerrado. Medidas para contener el efluente de extinción de incendios. Separado de alimentos y piensos (Ver Peligros Químicos). Mantener en lugar fresco, seco y bien ventilado. Almacenar en un área sin acceso a desagües o alcantarillas.	
Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión Europea © CE, IPCS, 2009			
			

VÉASE INFORMACIÓN IMPORTANTE AL DORSO

Fichas Internacionales de Seguridad Química

CLORO		ICSC: 0126
DATOS IMPORTANTES		
<p>ESTADO FÍSICO; ASPECTO Gas licuado en estado comprimido, de color entre verde y amarillo, y de olor acre.</p> <p>PELIGROS FÍSICOS El gas es más denso que el aire.</p> <p>PELIGROS QUÍMICOS La disolución en agua es un ácido fuerte, reacciona violentamente con bases y es corrosiva. La sustancia es un oxidante fuerte y reacciona violentamente con materiales combustibles y reductores. La sustancia reacciona con la mayoría de los compuestos orgánicos e inorgánicos, causando peligro de incendio y explosión. Ataca a los metales, algunos tipos de plásticos, caucho y revestimientos.</p> <p>LÍMITES DE EXPOSICIÓN TLV: 0.5 ppm como TWA, 1 ppm como STEL; A4 (no clasificable como cancerígeno humano); (ACGIH I 2009). LEP UE: 0.5 ppm, 1.5 mg/m³ como STEL (EU 2006).</p>	<p>VÍAS DE EXPOSICIÓN Efectos locales graves</p> <p>RIESGO DE INHALACIÓN Al producirse una pérdida de gas, se alcanza muy rápidamente una concentración nociva de éste en el aire.</p> <p>EFFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN Lacrimógeno. La sustancia es corrosiva para los ojos, la piel y el tracto respiratorio. La evaporación rápida del líquido puede producir congelación. La inhalación puede originar reacciones asmáticas, neumonitis y edema pulmonar, pero sólo tras producirse los efectos corrosivos iniciales en los ojos o las vías respiratorias. (Ver Notas). La exposición puede producir la muerte.</p> <p>EFFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA La sustancia puede afectar al tracto respiratorio y a los pulmones, dando lugar a inflamaciones crónicas y alteraciones funcionales. La sustancia puede afectar a los dientes, dando lugar a erosión dental.</p>	
PROPIEDADES FÍSICAS		
<p>Punto de ebullición: -34°C Punto de fusión: -101°C Solubilidad en agua, g/100 ml a 20°C: 0.7 Presión de vapor, kPa a 20°C: 673 Densidad relativa de vapor (aire = 1): 2.5</p>		
DATOS AMBIENTALES		
La sustancia es muy tóxica para los organismos acuáticos. Se aconseja firmemente impedir que el producto químico se incorpore al ambiente.		
NOTAS		
Los síntomas del edema pulmonar no se ponen de manifiesto, a menudo, hasta pasadas algunas horas y se agravan por el esfuerzo físico. Reposo y vigilancia médica son, por ello, imprescindibles. Debe considerarse la inmediata administración de un aerosol adecuado por un médico o persona por él autorizada. La alerta por el olor cuando se supera el límite de exposición es insuficiente. NO utilizar cerca de un fuego, de una superficie caliente o mientras se trabaja en soldadura. NO pulverizar con agua sobre la botella que tenga un escape (para evitar la corrosión de la misma). Con el fin de evitar la fuga de gas en estado líquido, girar la botella que tenga un escape manteniendo arriba el punto de escape.		
INFORMACIÓN ADICIONAL		
<p>Límites de exposición profesional (INSHT 2011): VLA-CC: 0,5 ppm, 1,5 mg/m³</p>		
NOTA LEGAL	Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. Su posible uso no es responsabilidad de la CE, el IPCS, sus representantes o el INSHT, autor de la versión española.	
© IPCS, CE 2009		

Fichas Internacionales de Seguridad Química

CLOROBENCENO

ICSC: 0642



Monoclorobenceno
C₆H₅Cl
Masa molecular: 112.6

Nº ICSC 0642
Nº CAS 108-90-7
Nº RTECS CZ0175000
Nº NU 1134
Nº CE 602-033-00-1



TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCION	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	Inflamable. En caso de incendio se desprenden humos (o gases) tóxicos e irritantes.	Evitar las llamas, NO producir chispas y NO fumar.	Polvo, agua pulverizada, espuma, dióxido de carbono.
EXPLOSION	Por encima de 27°C pueden formarse mezclas explosivas vapor/aire.	Por encima de 27°C, sistema cerrado, ventilación y equipo eléctrico a prueba de explosión.	En caso de incendio: mantener fríos los bidones y demás instalaciones rociando con agua.
EXPOSICION			
• INHALACION	Somnolencia. Dolor de cabeza. Náuseas. Pérdida del conocimiento.	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo. Proporcionar asistencia médica.
• PIEL	Enrojecimiento. Piel seca.	Guantes protectores.	Proporcionar asistencia médica.
• OJOS	Enrojecimiento. Dolor.	Gafas ajustadas de seguridad, o protección ocular combinada con la protección respiratoria.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después proporcionar asistencia médica.
• INGESTION	Dolor abdominal. (para mayor información, véase Inhalación).	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	Enjuagar la boca. NO provocar el vómito. Proporcionar asistencia médica.
DERRAMES Y FUGAS	ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO	
Ventilar. Eliminar toda fuente de ignición. Recoger, en la medida de lo posible, el líquido que se derrama y el ya derramado en recipientes herméticos. Absorber el líquido residual en arena o absorbente inerte y trasladarlo a un lugar seguro. NO permitir que este producto químico se incorpore al ambiente. (Protección personal complementaria: Filtro respiratorio para vapores orgánicos y gases.).	A prueba de incendio. Separado de oxidantes fuertes.	NU (transporte): Ver pictogramas en cabecera. Clasificación de Peligros NU: 3 Grupo de Envasado NU: III CE: símbolo Xn símbolo N R: 10-20-51/53 S: 2-24/25-61	
VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE			



ICSC: 0642

Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión Europea © CE, IPCS, 2003

Fichas Internacionales de Seguridad Química

CLOROBENCENO

ICSC: 0642

D A T O S I M P O R T A N T E S	<p>ESTADO FISICO: ASPECTO: Líquido incoloro, de olor característico.</p> <p>PELIGROS QUIMICOS: La sustancia se descompone al calentarla intensamente en contacto con llamas o superficies calientes, produciendo humos tóxicos y corrosivos. Reacciona violentamente con oxidantes fuertes, originando peligro de incendio y explosión. Ataca al caucho y ciertos plásticos.</p> <p>LIMITES DE EXPOSICION: TLV: 10 ppm como TWA; A3; BEI; (ACGIH 2003). MAK: 10 ppm, 47 mg/m³; BAT Categoría de limitación de pico: II(2); Riesgo para el embarazo: grupo C (DFG 2003).</p>	<p>VIAS DE EXPOSICION: La sustancia se puede absorber por inhalación del vapor, a través de la piel y por ingestión.</p> <p>RIESGO DE INHALACION: Por evaporación de esta sustancia a 20°C se puede alcanzar bastante rápidamente una concentración nociva en el aire.</p> <p>EFFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION: La sustancia irrita los ojos y la piel. La ingestión del líquido puede dar lugar a la aspiración del mismo por los pulmones y la consiguiente neumonitis química. La sustancia puede afectar al sistema nervioso central, dando lugar a una disminución del estado de alerta .</p> <p>EFFECTOS DE EXPOSICION PROLONGADA O REPETIDA: El líquido desengrasa la piel. La sustancia puede afectar al hígado y riñón.</p>
	PROPIEDADES FISICAS	<p>Punto de ebullición: 132°C Punto de fusión: -45°C Densidad relativa (agua = 1): 1.11 Solubilidad en agua, g/100 ml a 20°C: 0.05 Presión de vapor, kPa a 20°C: 1.17 Densidad relativa de vapor (aire = 1): 3.88</p>
DATOS AMBIENTALES	<p>La sustancia es nociva para los organismos acuáticos. Evítase efectivamente que el producto químico se incorpore al ambiente.</p>	
NOTAS		
<p>NO utilizar cerca de un fuego, una superficie caliente o mientras se trabaja en soldadura.</p> <p style="text-align: right;">Ficha de emergencia de transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-30S1134 Código NFPA: H 2; F 3; R 0;</p>		
INFORMACION ADICIONAL		
<p>Los valores LEP pueden consultarse en línea en la siguiente dirección: http://www.mtas.es/insht/practice/vlas.htm</p>		<p>Última revisión IPCS: 2003 Traducción al español y actualización de valores límite y etiquetado: 2003 FISQ: 1-063</p>
ICSC: 0642		CLOROBENCENO
© CE, IPCS, 2003		
NOTA LEGAL IMPORTANTE:	<p>Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. Su posible uso no es responsabilidad de la CE, el IPCS, sus representantes o el INSHT, autor de la versión española.</p>	

Fichas Internacionales de Seguridad Química

1,4-DICLOROBENCENO

ICSC: 0037



p-Diclorobenceno
PDCB
 $C_6H_4Cl_2$
Masa molecular: 147

Nº ICSC 0037
Nº CAS 106-46-7
Nº RTECS CZ4550000
Nº NU 3077
Nº CE 602-035-00-2



TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCION	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	Combustible. En caso de incendio se desprenden humos (o gases) tóxicos e irritantes.	Evitar las llamas.	Polvo, agua pulverizada, espuma, dióxido de carbono.
EXPLOSION	Por encima de 86°C pueden formarse mezclas explosivas vapor/aire.	Por encima de 86°C, sistema cerrado, ventilación y equipo eléctrico a prueba de explosión.	En caso de incendio: mantener fríos los bidones y demás instalaciones rociando con agua.
EXPOSICION		¡EVITAR TODO CONTACTO!	
• INHALACION	Sensación de quemazón. Tos. Somnolencia. Dolor de cabeza. Náuseas. Jadeo. Vómitos.	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo. Proporcionar asistencia médica.
• PIEL		Guantes protectores.	Quitar las ropas contaminadas. Aclarar y lavar la piel con agua y jabón.
• OJOS	Enrojecimiento. Dolor.	Gafas ajustadas de seguridad, o protección ocular combinada con la protección respiratoria.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después proporcionar asistencia médica.
• INGESTION	Diarrea. (Para mayor información, véase Inhalación).	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	Dar a beber agua abundante. Proporcionar asistencia médica.

DERRAMES Y FUGAS	ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO
Barrer la sustancia derramada e introducirla en un recipiente; si fuera necesario, humedecer el polvo para evitar su dispersión. Recoger cuidadosamente el residuo, trasladarlo a continuación a un lugar seguro. (Protección personal complementaria: Filtro respiratorio para vapores orgánicos y gases). NO permitir que este producto químico se incorpore al ambiente.	Medidas para contener el efluente de extinción de incendios. Separado de oxidantes fuertes, alimentos y piensos. Mantener en lugar bien ventilado.	No transportar con alimentos y piensos. Contaminante marino. NU (transporte): Ver pictogramas en cabecera. Clasificación de Peligros NU: 9 Grupo de Envasado NU: III CE: símbolo Xn símbolo N R: 36-40-50/53 S: 2-36/37-46-60-61

VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE
ICSC: 0037

Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión Europea © CE, IPCS, 2003



Fichas Internacionales de Seguridad Química

1,4-DICLOROBENCENO

ICSC: 0037

D A T O S I M P O R T A N T E S	ESTADO FÍSICO: ASPECTO: Cristales de incoloro a blanco, de olor característico.	VÍAS DE EXPOSICIÓN: La sustancia se puede absorber por inhalación y por ingestión.
	PELIGROS QUÍMICOS: Por combustión, formación de humos tóxicos y corrosivos, incluyendo cloruro de hidrógeno. Reacciona con oxidantes fuertes.	RIESGO DE INHALACIÓN: Por evaporación de esta sustancia a 20°C se puede alcanzar bastante lentamente una concentración nociva en el aire.
	LÍMITES DE EXPOSICIÓN: TLV: 10 ppm como TWA; A3; (ACGIH 2004). MAK: H; Cancerígeno clase: 2; Mutágeno clase: 3B (DFG 2004).	EFFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN: La sustancia irrita los ojos y el tracto respiratorio. La sustancia puede afectar a la sangre, dando lugar a anemia hemolítica. La sustancia puede afectar al sistema nervioso central. Se recomienda vigilancia médica.
		EFFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA: La sustancia puede afectar hígado, riñón y sangre. Esta sustancia es posiblemente carcinógena para los seres humanos.
PROPIEDADES FÍSICAS	Punto de ebullición: 174°C Punto de fusión: 53°C Densidad: 1.2 g/cm ³ Solubilidad en agua: a 25 °C 80 mg/l Presión de vapor, Pa a 20°C: 170	Densidad relativa de vapor (aire = 1): 5.08 Densidad relativa de la mezcla vapor/aire a 20°C (aire = 1): 1.01 Punto de inflamación: 66°C c.c. Límites de explosividad, % en volumen en el aire: 6.2-16% Coeficiente de reparto octanol/agua como log Pow: 3.37
DATOS AMBIENTALES	La sustancia es tóxica para los organismos acuáticos. Puede producirse una bioacumulación de esta sustancia en peces.	
NOTAS		
Está indicado examen médico periódico dependiendo del grado de exposición. NO llevar a casa la ropa de trabajo. Ficha de emergencia de transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-90GM7-III Código NFPA: H 2; F 2; R 0;		
INFORMACIÓN ADICIONAL		
Los valores LEP pueden consultarse en línea en la siguiente dirección: http://www.insht.es/		Última revisión IPCS: 2004
ICSC: 0037	© CE, IPCS, 2003	1,4-DICLOROBENCENO
NOTA LEGAL IMPORTANTE:	Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. Su posible uso no es responsabilidad de la CE, el IPCS, sus representantes o el INSHT, autor de la versión española.	

Fichas Internacionales de Seguridad Química

COLORURO DE HIDRÓGENO		ICSC: 0163	
		Abril 2000	
Cloruro de hidrógeno, anhidro		Ácido clorhídrico, anhidro	
CAS:	7647-01-0	HCI	
RTECS:	MW4025000	Masa molecular: 36.5	
NU:	1050		
CE Índice Anexo I:	017-002-00-2		
CE / EINECS:	231-595-7		
TIPO DE PELIGRO / EXPOSICIÓN	PELIGROS AGUDOS / SÍNTOMAS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS / LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	No combustible.		En caso de incendio en el entorno: están permitidos todos los agentes extintores.
EXPLOSIÓN			En caso de incendio: mantener fría la botella rociando con agua.
EXPOSICIÓN		¡EVITAR TODO CONTACTO!	¡CONSULTAR AL MEDICO EN TODOS LOS CASOS!
Inhalación	Corrosivo. Sensación de quemazón. Tos. Dificultad respiratoria. Jadeo. Dolor de garganta. Síntomas no inmediatos (véanse Notas).	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo. Posición de semiincorporado. Respiración artificial si estuviera indicada. Proporcionar asistencia médica.
Piel	EN CONTACTO CON LÍQUIDO: CONGELACIÓN. Corrosivo. Quemaduras cutáneas graves. Dolor.	Guantes aislantes del frío. Traje de protección.	Aclarar con agua abundante, después quitar la ropa contaminada y aclarar de nuevo. Proporcionar asistencia médica.
Ojos	Corrosivo. Dolor. Visión borrosa. Quemaduras profundas graves.	Gafas ajustadas de seguridad o protección ocular combinada con la protección respiratoria.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después proporcionar asistencia médica.
Ingestión			
DERRAMES Y FUGAS		ENVASADO Y ETIQUETADO	
Evacuar la zona de peligro. Consultar a un experto. Ventilar. Eliminar el gas con agua pulverizada. (Protección personal adicional: traje de protección completa incluyendo equipo autónomo de respiración).		Clasificación UE Símbolo: T, C R: 23-35 S: (1/2-)9-26-36/37/39-45 Clasificación NU Clasificación de Peligros NU: 2.3 Riesgos Subsidiarios de las NU: 8	
RESPUESTA DE EMERGENCIA		ALMACENAMIENTO	
Ficha de emergencia de transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-20S1050 Código NFPA: H 3; F 0; R 1;		Separado de sustancias combustibles y reductoras, oxidantes fuertes, bases fuertes, metales. Mantener en lugar fresco, seco y bien ventilado.	
IPCS International Programme on Chemical Safety	  		 
Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión Europea © IPCS, CE 2005			

VÉASE INFORMACIÓN IMPORTANTE AL DORSO

Fichas Internacionales de Seguridad Química

CLORURO DE HIDRÓGENO	ICSC: 0163
-----------------------------	-------------------

DATOS IMPORTANTES	
<p>ESTADO FÍSICO; ASPECTO: Gas licuado comprimido incoloro, de olor acre.</p> <p>PELIGROS FÍSICOS: El gas es más denso que el aire</p> <p>PELIGROS QUÍMICOS: La disolución en agua es un ácido fuerte, reacciona violentamente con bases y es corrosiva. Reacciona violentamente con oxidantes formando gas tóxico de cloro (ver ICSC 0126). Ataca a muchos metales en presencia de agua formando gas inflamable/explosivo de hidrógeno (ver ICSC 0001).</p> <p>LÍMITES DE EXPOSICIÓN: TLV: 2 ppm (valor techo); A4 (ACGIH 2004). MAK: 2 ppm, 3 mg/m³, Categoría de limitación de pico: I(2), Riesgo para el embarazo: grupo C (DFG 2004).</p>	<p>VÍAS DE EXPOSICIÓN: La sustancia se puede absorber por inhalación.</p> <p>RIESGO DE INHALACIÓN: Al producirse una pérdida de gas se alcanza muy rápidamente una concentración nociva de éste en el aire.</p> <p>EFFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN: La evaporación rápida del líquido puede producir congelación. La sustancia es corrosiva para los ojos, la piel y el tracto respiratorio. La inhalación de altas concentraciones del gas puede originar neumonitis y edema pulmonar, dando lugar a síndrome de disfunción reactiva de las vías aéreas (RADS) (ver Notas). Los efectos pueden aparecer de forma no inmediata. Se recomienda vigilancia médica.</p> <p>EFFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA: La sustancia puede afectar al pulmón, dando lugar a bronquitis crónica. La sustancia puede causar erosiones dentales.</p>
PROPIEDADES FÍSICAS	
Punto de ebullición: -85°C Punto de fusión: -114°C Densidad: 1.00045 g/l (gas) Solubilidad en agua, g/100 ml a 30°C: 67 Densidad relativa de vapor (aire = 1): 1.3	Coeficiente de reparto octanol/agua como log Pow: 0.25
DATOS AMBIENTALES	
NOTAS	
<p>El valor límite de exposición laboral aplicable no debe superarse en ningún momento de la exposición en el trabajo. Los síntomas del edema pulmonar no se ponen de manifiesto, a menudo, hasta pasadas algunas horas y se agravan por el esfuerzo físico. Reposo y vigilancia médica son, por ello, imprescindibles. Debe considerarse la inmediata administración de un aerosol adecuado por un médico o persona por él autorizada. NO pulverizar con agua sobre la botella que tenga un escape (para evitar la corrosión de la misma). Con el fin de evitar la fuga de gas en estado líquido, girar la botella que tenga un escape manteniendo arriba el punto de escape. Otros números NU: 2186 (líquido refrigerado) clase de peligro: 2.3; riesgo subsidiario: 8; 1789 (ácido clorhídrico) clase de peligro: 8, grupo de envasado II o III. Las disoluciones acuosas pueden contener hasta un 38% de cloruro de hidrógeno. Esta ficha ha sido parcialmente actualizada en abril de 2005: ver Límites de exposición, Respuesta de Emergencia.</p>	
INFORMACIÓN ADICIONAL	
Límites de exposición profesional (INSHT 2011): VLA-ED: 5 ppm; 7,6 mg/m ³ VLA-EC: 10 ppm, 15 mg/m ³ Notas: Agente químico que tiene establecido un valor límite indicativo por la UE.	
Nota legal	Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. Su posible uso no es responsabilidad de la CE, el IPCS, sus representantes o el INSHT, autor de la versión española.
© IPCS, CE 2005	

Fichas Internacionales de Seguridad Química

CLORURO FÉRRICO (ANHIDRO)		ICSC: 1499
		Abril 2004
Cloruro de hierro Tricloruro de hierro Cloruro de hierro (III)		
CAS:	7705-08-0	FeCl₃
RTECS:	LJ9100000	Masa molecular: 162,2
NU:	1773	
CE / EINECS:	231-729-4	

TIPO DE PELIGRO / EXPOSICIÓN	PELIGROS AGUDOS / SÍNTOMAS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS / LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	No combustible. En caso de incendio se desprenden humos (o gases) tóxicos e irritantes.		En caso de incendio en el entorno: usar un medio de extinción adecuado.
EXPLOSIÓN			

EXPOSICIÓN			
Inhalación	Tos. Dolor de garganta.	Extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo. Proporcionar asistencia médica.
Piel	Enrojecimiento. Dolor.	Guantes de protección.	Quitar las ropas contaminadas. Aclarar la piel con agua abundante o ducharse.
Ojos	Enrojecimiento. Dolor. Visión borrosa.	Gafas ajustadas de seguridad	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después proporcionar asistencia médica.
Ingestión	Dolor abdominal. Vómitos. Diarrea. Shock o colapso.	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	Enjuagar la boca. Dar a beber agua abundante. NO provocar el vómito. Proporcionar asistencia médica.

DERRAMES Y FUGAS	ENVASADO Y ETIQUETADO
Barrer la sustancia derramada e introducirla en un recipiente de plástico; si fuera necesario, humedecer el polvo para evitar su dispersión. NO permitir que este producto químico se incorpore al ambiente. Protección personal adicional: respirador de filtro P2 para partículas nocivas.	Clasificación NU Clasificación de Peligros NU: 8 Grupo de Envasado NU: III
RESPUESTA DE EMERGENCIA	ALMACENAMIENTO
Ficha de Emergencia de Transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-80S1773.	Separado de bases fuertes y materiales incompatibles. Ver Peligros Químicos. Mantener en lugar seco. Bien cerrado.
     	Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión Europea © IPCS, CE 2004

VÉASE INFORMACIÓN IMPORTANTE AL DORSO

Fichas Internacionales de Seguridad Química

COLORURO FÉRRICO (ANHIDRO)		ICSC: 1499
DATOS IMPORTANTES		
<p>ESTADO FÍSICO; ASPECTO: Cristales higroscópicos negros a marrones.</p> <p>PELIGROS QUÍMICOS: La sustancia se descompone al calentarla intensamente, a más de 200°C produciendo gases tóxicos y corrosivos, incluyendo cloro y cloruro de hidrógeno. La sustancia se descompone en contacto con agua produciendo cloruro de hidrógeno. La disolución en agua es moderadamente ácida. Reacciona violentamente con metales alcalinos, cloruro de alilo, óxido de etileno, estireno y bases, originando peligro de explosión. Ataca al metal, formando gas combustible (hidrógeno-ver FISQ:0001).</p> <p>LÍMITES DE EXPOSICIÓN: TLV: (sales de hierro solubles, como Fe) 1 mg/m³; (ACGIH 2004). MAK no establecido.</p>	<p>VÍAS DE EXPOSICIÓN: La sustancia se puede absorber por ingestión.</p> <p>RIESGO DE INHALACIÓN: La evaporación a 20°C es despreciable; sin embargo, se puede alcanzar rápidamente una concentración nociva de partículas en el aire cuando se dispersa.</p> <p>EFFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN: La sustancia irrita los ojos, la piel y el tracto respiratorio. Corrosivo por ingestión.</p>	
PROPIEDADES FÍSICAS		
<p>Punto de fusión: 37°C (ver Notas) Densidad: 2,9 g/cm³ Solubilidad en agua, g/100 ml a 20°C: 92 reacciona Presión de vapor, Pa a 20°C: despreciable</p>		
DATOS AMBIENTALES		
La sustancia es nociva para los organismos acuáticos.		
NOTAS		
UN 1773 corresponde a la forma anhidro; UN 2582 corresponde a la disolución. Se indica el punto de fusión aparente originado por pérdida del agua de cristalización. Ficha de Emergencia de Transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-80GC1-II+III, corresponde a la disolución. Nombres comunes: Flores martis y molisita.		
INFORMACIÓN ADICIONAL		
<p>Límites de exposición profesional (INSHT 2010): VLA-ED: (sales de hierro solubles, como Fe) 1 mg/m³</p> <p>Notas: Los términos "soluble" e "insoluble" se entienden con referencia al agua.</p>		
Nota legal	Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. Su posible uso no es responsabilidad de la CE, el IPCS, sus representantes o el INSHT, autor de la versión española.	
© IPCS, CE 2004		

Fichas Internacionales de Seguridad Química

HIDRÓXIDO DE SODIO		ICSC: 0360 Mayo 2010	
CAS: 1310-73-2 Sosa cáustica NU: 1823 Hidrato de sodio CE Índice Anexo I: 011-002-00-6 Sosa CE / EINECS: 215-185-5 NaOH Masa molecular: 40.0			
TIPO DE PELIGRO / EXPOSICIÓN	PELIGROS AGUDOS / SÍNTOMAS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS / LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	No combustible. El contacto con la humedad o con el agua, puede generar calor suficiente para provocar la ignición de materiales combustibles.	NO poner en contacto con el agua.	En caso de incendio en el entorno: usar un medio de extinción adecuado.
EXPLOSIÓN	Riesgo de incendio y explosión en contacto con: (ver Peligros Químicos).	NO poner en contacto con materiales incompatibles. (Ver Peligros Químicos).	
EXPOSICIÓN		¡EVITAR LA DISPERSIÓN DEL POLVO! ¡EVITAR TODO CONTACTO!	¡CONSULTAR AL MÉDICO EN TODOS LOS CASOS!
Inhalación	Tos. Dolor de garganta. Sensación de quemazón. Jadeo.	Extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo. Proporcionar asistencia médica.
Piel	Enrojecimiento. Dolor. Graves quemaduras cutáneas. Ampollas.	Guantes de protección. Traje de protección.	Quitar las ropas contaminadas. Aclarar la piel con agua abundante o ducharse durante 15 minutos como mínimo. Proporcionar asistencia médica.
Ojos	Enrojecimiento. Dolor. Visión borrosa. Quemaduras graves.	Pantalla facial o protección ocular combinada con protección respiratoria.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después proporcionar asistencia médica.
Ingestión	Dolor abdominal. Quemaduras en la boca y la garganta. Sensación de quemazón en la garganta y el pecho. Náuseas. Vómitos. Shock o colapso.	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	Enjuagar la boca. NO provocar el vómito. Dar a beber un vaso pequeño de agua, pocos minutos después de la ingestión. Proporcionar asistencia médica inmediatamente.
DERRAMES Y FUGAS		ENVASADO Y ETIQUETADO	
Protección personal: traje de protección química, incluyendo equipo autónomo de respiración. NO permitir que este producto químico se incorpore al ambiente. Barrer la sustancia derramada e introducirla en un recipiente de plástico. Recoger cuidadosamente el residuo y trasladarlo a continuación a un lugar seguro.		No transportar con alimentos y piensos. Clasificación UE Símbolo: C R: 35 S: (1/2)-26-37/39-45 Clasificación NU Clasificación de Peligros NU: 8 Grupo de Envasado NU: II Clasificación GHS Peligro Nocivo en caso de ingestión. Provoca graves quemaduras en la piel y lesiones oculares. Puede provocar irritación respiratoria.	
RESPUESTA DE EMERGENCIA		ALMACENAMIENTO	
Código NFPA: H3; F0; R1		Separado de alimentos y piensos, ácidos fuertes y metales. Almacenar en el recipiente original. Mantener en lugar seco. Bien cerrado. Almacenar en un área sin acceso a desagües o alcantarillas.	
Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión Europea © CE, IPCS, 2010			
			

VÉASE INFORMACIÓN IMPORTANTE AL DORSO

Fichas Internacionales de Seguridad Química

HIDRÓXIDO DE SODIO		ICSC: 0360
DATOS IMPORTANTES		
<p>ESTADO FÍSICO: ASPECTO Sólido blanco e higroscópico, en diversas formas</p> <p>PELIGROS QUÍMICOS La disolución en agua es una base fuerte que reacciona violentamente con ácidos y es corrosiva con metales tales como: aluminio, estaño, plomo y cinc, formando gas combustible (hidrógeno - ver FISQ:0001). Reacciona con sales de amonio produciendo amoníaco, originando peligro de incendio. El contacto con la humedad o con el agua genera calor. (Ver Notas).</p> <p>LÍMITES DE EXPOSICIÓN TLV: 2 mg/m³ (Valor techo) (ACGIH 2010). MAK: Ilb (no establecido pero hay datos disponibles) (DFG 2009).</p>	<p>VÍAS DE EXPOSICIÓN Efectos locales graves</p> <p>RIESGO DE INHALACIÓN Puede alcanzarse rápidamente una concentración nociva de partículas suspendidas en el aire cuando se dispersa.</p> <p>EFFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN La sustancia es corrosiva para los ojos, la piel y el tracto respiratorio. Corrosivo por ingestión.</p> <p>EFFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA El contacto prolongado o repetido con la piel puede producir dermatitis.</p>	
PROPIEDADES FÍSICAS		
<p>Punto de ebullición: 1388°C Punto de fusión: 318°C Densidad: 2.1 g/cm³</p> <p>Solubilidad en agua, g/100 ml a 20°C: 109 (muy elevada).</p>		
DATOS AMBIENTALES		
Esta sustancia puede ser peligrosa para el medio ambiente. Debe prestarse atención especial a los organismos acuáticos.		
NOTAS		
El valor límite de exposición laboral aplicable no debe ser superado en ningún momento por la exposición en el trabajo. NO verter NUNCA agua sobre esta sustancia; cuando se deba disolver o diluir, añadirla al agua siempre lentamente. Otro nº NU: NU1824 Disolución de hidróxido de sodio, clasificación de peligro 8, grupo de envasado II-III.		
INFORMACIÓN ADICIONAL		
<p>Límites de exposición profesional (INSHT 2011): VLA-EC: 2 mg/m³</p>		
NOTA LEGAL	Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. Su posible uso no es responsabilidad de la CE, el IPCS, sus representantes o el INSHT, autor de la versión española.	
© IPCS, CE 2010		

Fichas Internacionales de Seguridad Química

TOLUENO		ICSC: 0078	
		Octubre 2002	
Metilbenceno Fenilmetano		Toluol	
CAS:	108-88-3	C₆H₅CH₃ / C₇H₈	 
RTECS:	XS5250000	Masa molecular: 92,1	
NU:	1294		
CE Índice Anexo I:	601-021-00-3		
CE / EINECS:	203-625-9		
TIPO DE PELIGRO / EXPOSICIÓN	PELIGROS AGUDOS / SÍNTOMAS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS / LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	Altamente inflamable.	Evitar las llamas, NO producir chispas y NO fumar.	Polvo, AFFF, espuma, dióxido de carbono.
EXPLOSIÓN	Las mezclas vapor/aire son explosivas.	Sistema cerrado, ventilación, equipo eléctrico y de alumbrado a prueba de explosión. Evitar la generación de cargas electrostáticas (p. ej., mediante conexión a tierra). NO utilizar aire comprimido para llenar, vaciar o manipular. Utilicéense herramientas manuales no generadoras de chispas.	En caso de incendio: mantener fríos los bidones y demás instalaciones rociando con agua.
EXPOSICIÓN		¡HIGIENE ESTRICTA! ¡EVITAR LA EXPOSICIÓN DE MUJERES (EMBARAZADAS)!	
Inhalación	Tos. Dolor de garganta. Vértigo. Somnolencia. Dolor de cabeza. Náuseas. Pérdida del conocimiento.	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo. Proporcionar asistencia médica.
Piel	Piel seca. Enrojecimiento.	Guantes de protección.	Quitar las ropas contaminadas. Aclarar y lavar la piel con agua y jabón. Proporcionar asistencia médica.
Ojos	Enrojecimiento. Dolor.	Gafas ajustadas de seguridad	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después proporcionar asistencia médica.
Ingestión	Sensación de quemazón. Dolor abdominal. (Ver Inhalación).	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	Enjuagar la boca. NO provocar el vómito. Proporcionar asistencia médica.
DERRAMES Y FUGAS		ENVASADO Y ETIQUETADO	
¡Evacuar la zona de peligro en caso de grandes derrames! Consultar a un experto en caso de grandes derrames. Eliminar toda fuente de ignición. Ventilar. Recoger el líquido procedente de la fuga en recipientes precintables. Absorber el líquido residual en arena o absorbente inerte y trasladarlo a un lugar seguro. NO verterlo en el alcantarillado. NO permitir que este producto químico se incorpore al ambiente. Protección personal: equipo autónomo de respiración en caso de grandes derrames.		Clasificación UE Símbolo: F, Xn R: 11-38-48/20-63-65-67 S: (2-)36/37-46-62 Clasificación NU Clasificación de Peligros NU: 3 Grupo de Envasado NU: II	
RESPUESTA DE EMERGENCIA		ALMACENAMIENTO	
Ficha de Emergencia de Transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-30S1294. Código NFPA: H2; F3; R0;		A prueba de incendio. Separado de oxidantes fuertes.	
IPCS International Programme on Chemical Safety	   		
Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión Europea © IPCS, CE 2003			

VÉASE INFORMACIÓN IMPORTANTE AL DORSO

Fichas Internacionales de Seguridad Química

TOLUENO	ICSC: 0078
----------------	-------------------

DATOS IMPORTANTES	
<p>ESTADO FÍSICO; ASPECTO: Líquido incoloro, de olor característico.</p> <p>PELIGROS FÍSICOS: El vapor se mezcla bien con el aire, formándose fácilmente mezclas explosivas. Como resultado del flujo, agitación, etc., se pueden generar cargas electrostáticas.</p> <p>PELIGROS QUÍMICOS: Reacciona violentamente con oxidantes fuertes, originando peligro de incendio y explosión.</p> <p>LÍMITES DE EXPOSICIÓN: TLV: 50 ppm como TWA; (piel); A4 (no clasificable como cancerígeno humano); BEI establecido; (ACGIH 2004). MAK: Riesgo para el embarazo: grupo C; (DFG 2004). LEP UE: 192 mg/m³, 50 ppm como TWA; 384 mg/m³, 100 ppm como STEL (piel) (EU 2006).</p>	<p>VÍAS DE EXPOSICIÓN: La sustancia se puede absorber por inhalación, a través de la piel y por ingestión.</p> <p>RIESGO DE INHALACIÓN: Por evaporación de esta sustancia a 20 °C se puede alcanzar bastante rápidamente una concentración nociva en el aire.</p> <p>EFFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN: La sustancia irrita los ojos y el tracto respiratorio. La sustancia puede afectar al sistema nervioso central. La ingestión del líquido puede dar lugar a la aspiración del mismo por los pulmones y a la consiguiente neumonitis química. La exposición a altas concentraciones puede producir arritmia cardíaca y pérdida del conocimiento.</p> <p>EFFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA: El líquido desengrasa la piel. La sustancia puede afectar a sistema nervioso central. La exposición a esta sustancia puede potenciar el daño auditivo causado por la exposición a ruido. La experimentación animal muestra que esta sustancia posiblemente cause efectos tóxicos en la reproducción humana.</p>
PROPIEDADES FÍSICAS	
<p>Punto de ebullición: 111 °C Punto de fusión: -95 °C Densidad relativa (agua = 1): 0,87 Solubilidad en agua: ninguna Presión de vapor, kPa a 25 °C: 3,8 Densidad relativa de vapor (aire = 1): 3,1</p>	<p>Densidad relativa de la mezcla vapor/aire a 20 °C (aire = 1): 1,01 Punto de inflamación: 4 °C c.c. Temperatura de autoignición: 480 °C Límites de explosividad, % en volumen en el aire: 1,1-7,1 Coeficiente de reparto octanol/agua como log Pow: 2,69</p>
DATOS AMBIENTALES	
La sustancia es tóxica para los organismos acuáticos.	
NOTAS	
Está indicado un examen médico periódico dependiendo del grado de exposición. El consumo de bebidas alcohólicas aumenta el efecto nocivo. Esta ficha ha sido parcialmente actualizada en octubre de 2004: ver Clasificación UE, Respuesta de Emergencia, y en octubre de 2006: ver Límites de exposición.	
INFORMACIÓN ADICIONAL	
Límites de exposición profesional (INSHT 2016):	
VLA-ED: 50 ppm; 192 mg/m ³	
VLA-EC: 100 ppm, 384 mg/m ³	
VLB: 0,5 mg/L en orina de o-cresol; 1,6 g/g creatinina en orina de ácido hipúrico; 0,05 mg/L en sangre; 0,08 mg/L en orina.	
Notas: vía dérmica. Esta sustancia tiene establecidas restricciones a la fabricación, comercialización o al uso especificadas en el Reglamento REACH.	
Nota legal	Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. Su posible uso no es responsabilidad de la CE, el IPCS, sus representantes o el INSHT, autor de la versión española.
© IPCS, CE 2003	



DOWTHERM J

Synthetic Organic Heat Transfer Fluid—Liquid and Vapor Phase Data

DOWTHERM® J heat transfer fluid is a mixture of isomers of an alkylated aromatic specially engineered for demanding low-temperature applications in liquid phase pressurized systems. DOWTHERM J fluid offers outstanding low-temperature pumpability and excellent thermal stability for protection against accidental overheating.

Recommended use temperature range: -80°C (-110°F) to 315°C (600°F). DOWTHERM J fluid can also be used in vapor phase systems operating from 180°C (358°F) to 315°C (600°F).

Suitable applications: Single fluid heating and cooling

For health and safety information for this product, contact your Dow sales representative or call the number for your area on the second page of this sheet for a Material Safety Data Sheet (MSDS).

Typical Properties of DOWTHERM J Fluid†

Composition: Mixture of Isomers of an Alkylated Aromatic

Color: Clear, Colorless Solution

Property	SI Units	English Units
Freeze Point	<-81°C	<-100°F
Boiling Point	181°C	358°F
Flash Point ¹	57°C	136°F
Fire Point ²	60°C	140°F
Autoignition Temperature ³	420°C	788°F
Density @ 25°C (75°F)	860 kg/m ³	54.13 lb/ft ³
Surface Tension in Air @25°C (77°F)		0.28 Dynes/cm
Estimated Critical Temperature	383°C	721°F
Estimated Critical Pressure	28.4 bar	28 atm
Estimated Critical Volume	3.65 l/kg	0.0585 ft ³ /lb
Average Molecular Weight	134	
Heat of Combustion	41,400kJ/kg	17,800 Btu/lb

¹ Not to be construed as specifications

² Closed Cup

³ C.O.C.

³ The old ASTM procedure, D-2155-86, has been withdrawn by the testing society and replaced by ASTM E659-78

Specific Heat, Density, Thermal Conductivity and Viscosity of DOWTHERM J Fluid Below 0°F

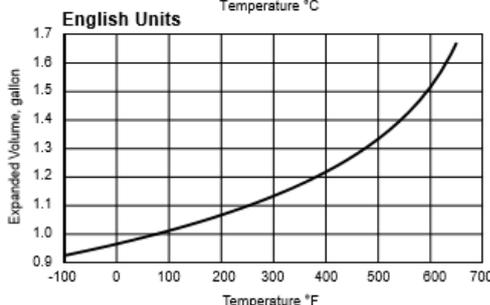
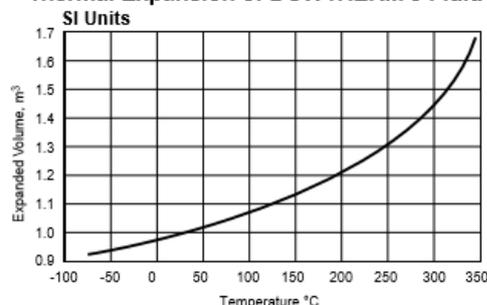
SI Units

Temp. °C	Specific Heat kJ/kgK	Density kg/m ³	Thermal Conductivity W/mk	Viscosity mPa·s
0	1.769	878.5	0.1326	1.23
-20	1.714	892.9	0.1368	1.80
-40	1.663	907.0	0.1411	2.88
-60	1.616	921.0	0.1453	5.12
-80	1.584	931.3	0.1485	8.43

English Units

Temp. °F	Specific Heat Btu/(lb)(°F)	Density lb/ft ³	Thermal Conductivity Btu/hr ft ² (°F/ft)	Viscosity cP
0	0.411	55.64	0.0788	1.72
-20	0.404	56.14	0.0802	2.19
-40	0.397	56.63	0.0816	2.88
-60	0.391	57.11	0.0829	3.91
-80	0.385	57.59	0.0843	5.50
-100	0.379	58.07	0.0856	7.96

Thermal Expansion of DOWTHERM J Fluid



DOWTHERM J Synthetic Organic Heat Transfer Fluid

Saturated Liquid Properties of
DOWTHERM J Fluid (SI Units)

Temp. °C	Specific Heat kJ/kg K	Density kg/m ³	Thermal Conduc. W/mK	Viscosity mPa sec	Vapor Pressure bar
-80	1.584	931.3	0.1485	8.43	
0	1.769	878.5	0.1326	1.23	
80	2.023	817.4	0.1156	0.47	0.03
160	2.315	749.2	0.0987	0.28	0.58
240	2.636	668.8	0.0817	0.20	3.59
320	3.040	560.4	0.0647	0.16	12.79

Saturated Liquid Properties of
DOWTHERM J Fluid (English Units)

Temp. °F	Specific Heat mPa sec	Density W/mK	Thermal Conduc. kJ/kg K	Viscosity c _p /c _v	Vapor Pressure psia
-100	0.379	58.07	0.0856	7.96	
60	0.434	54.13	0.0747	0.96	0.01
220	0.504	49.79	0.0638	0.39	1.33
380	0.584	44.80	0.0529	0.24	19.63
540	0.676	38.53	0.0420	0.18	106.87

Saturated Vapor Properties of DOWTHERM J Fluid (SI Units)

Temp. °C	Vapor Pressure bar	Liquid Enthalpy kJ/kg	Latent Heat kJ/kg	Vapor Enthalpy kJ/kg	Vapor Density kg/m ³	Z _{vapor}	Vapor Viscosity mPa·s	Vapor Therm. Cond. W/mK	Spec. Heat (c _p) kJ/kg K	Ratio of Spec. Heats c _p /c _v
-80										
-40										
0										
40	0.004	26.5	375.1	401.6	0.02	0.999	0.011	0.006	1.385	1.047
80	0.033	102.5	357.5	460.0	0.15	0.014	0.996	0.007	1.553	1.042
120	0.163	185.9	338.5	524.3	0.69	0.017	0.987	0.007	1.713	1.040
160	0.576	275.8	317.5	593.3	2.23	0.020	0.966	0.008	1.868	1.041
200	1.578	371.7	294.2	665.9	5.76	0.024	0.931	0.009	2.023	1.046
240	3.587	473.3	267.4	740.8	12.78	0.028	0.878	0.010	2.186	1.056
280	7.116	580.8	235.6	816.4	25.76	0.032	0.803	0.011	2.374	1.079
320	12.794	695.1	195.0	890.1	49.87	0.036	0.698	0.013	2.647	1.136

Saturated Vapor Properties of DOWTHERM A Fluid (English Units)

Temp. °F	Vapor Pressure psia	Liquid Enthalpy Btu/lb	Latent Heat Btu/lb	Vapor Enthalpy Btu/lb	Vapor Density lb/ft ³	Z _{vapor}	Vapor Viscosity cP	Vapor Therm. Cond. Btu/hr ft ² (°F/ft)	Spec. Heat (c _p) Btu/lb °F	Ratio of Spec. Heats c _p /c _v
-100										
-20										
60										
140	0.18	27.3	157.6	185.0	0.0037	0.0072	0.9982	0.006	0.351	1.044
220	1.33	65.7	148.9	214.5	0.0249	0.0091	0.9913	0.007	0.395	1.041
300	6.06	107.6	139.2	246.8	0.1031	0.0112	0.9732	0.008	0.436	1.041
380	19.63	152.9	128.3	281.2	0.3109	0.0134	0.9380	0.009	0.477	1.045
460	49.90	201.1	115.7	316.9	0.7656	0.0158	0.8811	0.010	0.520	1.055
540	106.87	252.5	100.5	353.0	1.669	0.0184	0.7977	0.011	0.570	1.081
600	174.52	293.4	86.1	379.5	2.892	0.0205	0.7114	0.012		

For further information, call...

In The United States And Canada: 1-800-447-4369 • Fax: 1-517-832-1465

In Europe: +31 20691 6268 • Fax: +31 20691 6418

In The Pacific: +886 22 547 8731 • Fax: +886 22 713 0092

In Other Global Areas: 1-517-832-1556 • Fax: 1-517-832-1465

<http://www.dow.com/heattrans>

NOTICE: No freedom from any patent owned by Seller or others is to be inferred. Because use conditions and applicable laws may differ from one location to another and may change with time, Customer is responsible for determining whether products and the information in this document are appropriate for Customer's use and for ensuring that Customer's workplace and disposal practices are in compliance with applicable laws and other governmental enactments. Seller assumes no obligation or liability for the information in this document. NO WARRANTIES ARE GIVEN; ALL IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE ARE EXPRESSLY EXCLUDED.

Published April 1998



Fichas Internacionales de Seguridad Química

ETILEN GLICOL		ICSC: 0270	
		Marzo 1999	
1,2-Etanodiol		1,2-Dihidroxietano	
CAS:	107-21-1	HOCH₂CH₂OH	
RTECS:	KW2975000	Masa molecular: 62.1	
CE Índice Anexo I:	603-027-00-1		
CE / EINECS:	203-473-3		

TIPO DE PELIGRO / EXPOSICIÓN	PELIGROS AGUDOS / SÍNTOMAS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS / LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	Combustible.	Evitar las llamas.	Polvo, espuma resistente al alcohol, agua pulverizada, dióxido de carbono.
EXPLOSIÓN			

EXPOSICIÓN		¡EVITAR LA FORMACIÓN DE NIEBLAS DEL PRODUCTO!	
Inhalación	Tos. Vértigo. Dolor de cabeza.	Ventilación.	Aire limpio, reposo. Respiración artificial si estuviera indicada. Proporcionar asistencia médica.
Piel	Piel seca.	Guantes de protección.	Quitar las ropas contaminadas. Aclarar la piel con agua abundante o ducharse.
Ojos	Enrojecimiento. Dolor.	Gafas ajustadas de seguridad	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después proporcionar asistencia médica.
Ingestión	Dolor abdominal. Embotamiento. Náuseas. Pérdida del conocimiento. Vómitos.	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	Enjuagar la boca. Provocar el vómito (¡ÚNICAMENTE EN PERSONAS CONSCIENTES!). Proporcionar asistencia médica. Si no hay personal médico disponible y el paciente está consciente, la ingestión de una bebida alcohólica puede evitar el fallo renal.

DERRAMES Y FUGAS	ENVASADO Y ETIQUETADO
Recoger, en la medida de lo posible, el líquido que se derrama y el ya derramado en recipientes herméticos. Eliminar el residuo con agua abundante. Protección personal: filtro respiratorio para gases y vapores orgánicos.	Clasificación UE Símbolo: Xn R: 22 S: (2)
RESPUESTA DE EMERGENCIA	ALMACENAMIENTO
Código NFPA: H1; F1; R0;	Separado de oxidantes fuertes, bases fuertes. Mantener en lugar seco. Ventilación a ras del suelo.
<p>IPCS International Programme on Chemical Safety</p>  <p>Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión Europea © IPCS, CE 2005</p>	

VÉASE INFORMACIÓN IMPORTANTE AL DORSO

Fichas Internacionales de Seguridad Química

ETILEN GLICOL

ICSC: 0270

DATOS IMPORTANTES

ESTADO FÍSICO; ASPECTO:

Líquido higroscópico, viscoso, incoloro e inodoro.

PELIGROS QUÍMICOS:

Por combustión, formación de gases tóxicos. Reacciona con oxidantes fuertes y bases fuertes.

LÍMITES DE EXPOSICIÓN:TLV: 100 mg/m³ (Valor techo); A4 (no clasificable como cancerígeno humano) (ACGIH 2004).MAK: 10 ppm, 26 mg/m³; Categoría de limitación de pico: I(2); H (absorción dérmica); Riesgo para el embarazo: grupo C (DFG 2004).**VÍAS DE EXPOSICIÓN:**

La sustancia se puede absorber por inhalación y a través de la piel.

RIESGO DE INHALACIÓN:

Por evaporación de esta sustancia a 20 °C se puede alcanzar bastante lentamente una concentración nociva en el aire.

EFFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN:

La sustancia irrita los ojos y el tracto respiratorio. La sustancia puede afectar al riñón y sistema nervioso central, dando lugar a fallo renal y daño cerebral. La exposición podría causar disminución del estado de alerta.

EFFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA:

La sustancia puede afectar a sistema nervioso central, dando lugar a movimientos anormales de los ojos (nistagmo).

PROPIEDADES FÍSICAS

Punto de ebullición: 198 °C
 Punto de fusión: -13 °C
 Densidad relativa (agua = 1): 1.1
 Solubilidad en agua: miscible
 Presión de vapor, Pa a 20 °C: 7
 Densidad relativa de vapor (aire = 1): 2.1

Densidad relativa de la mezcla vapor/aire a 20 °C (aire = 1): 1.00
 Punto de inflamación: 111 °C (c.c.)
 Temperatura de autoignición: 398 °C
 Límites de explosividad, % en volumen en el aire: 3.2-15.3
 Coeficiente de reparto octanol/agua como log Pow: -1.93

DATOS AMBIENTALES

NOTAS

El valor límite de exposición laboral aplicable no debe ser superado en ningún momento por la exposición en el trabajo. Esta ficha ha sido parcialmente actualizada en octubre de 2005: ver Límites de exposición, Respuesta de Emergencia

INFORMACIÓN ADICIONAL

Límites de exposición profesional (INSHT 2012):

VLA-ED: 20 ppm; 52 mg/m³

VLA-EC: 40 ppm, 104 mg/m³

Notas: vía dérmica. Agente químico que tiene un valor límite indicativo por la UE.

Nota legal

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

© IPCS, CE 2005

5.13 SEÑALIZACIÓN

5.13.1 Señalización general

Todo el contenido relacionado con la señalización se ha extraído del RD 485/1997 del 14 de Abril.

La señalización requerida en el ámbito de seguridad e higiene, en el campo de trabajo se entenderá como toda aquella señalización que abastezca situaciones determinadas, objetos o actividades de trabajo, en las cuales se indica una obligación, prohibición o indicación relativa a la seguridad e higiene del personal que trabaja. Esta señalización puede ser representada de forma lumínica, acústica o con un panel de color o comunicación gestual o verbal.

Para poder escoger la señalización adecuada en cada caso, se tiene que tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Características de las señales
- Los riesgos presentes en cada situación y elementos que se hayan de señalar
- Extensión de la zona a cubrir
- El número de trabajadores que se verán implicados

Los tipos de señales que se disponen son las siguientes:

- **Señal de prohibición:** prohíbe un comportamiento susceptible de provocar un peligro.
- **Señal de obligación:** obliga un comportamiento determinado
- **Señal de salvamento o socorro:** proporciona inclinaciones relativas a las salidas de socorro, a los primeros auxilios o a los dispositivos de salvamento.
- **Señal indicativa:** proporciona otras informaciones diferentes de las previstas en las señales anteriores.

Los colores de seguridad pueden formar parte de una señalización de seguridad. En el siguiente cuadro se muestran los colores de seguridad, su significado y otras indicaciones sobre su uso.

Tabla 5- 20: Colores de seguridad

COLOR	SIGNIFICADO	INDICACIONES Y PRECISIONES
Rojo	Señal de prohibición Peligro – Alarma	Comportamientos peligrosos Parada, dispositivos de desconexión de emergencia. Evacuación
Amarillo o amarillo anaranjado	Material y equipos contra incendios Señal de advertencia	Identificación y localización Atención, precaución, verificación
Azul	Señal de obligación	Comportamiento o acción específica. Obligación de usar un equipo de protección individual
Verde	Señal de salvamento o socorro Situación de seguridad	Puertas, salidas, pasajes, material, sitios de salvamento o socorro, locales. Vuelta a la normalidad

Cuando el color del fondo sobre el cual se haya de aplicar el color de seguridad, pueda dificultar la percepción de éste último, se usará un color de contraste que enmarque o se alterne con el de seguridad, de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 5-21: Colores de contraste

COLOR	Color de contraste
Rojo	Blanco
Amarillo o amarillo anaranjado	Negro
Azul	Blanco
Verde	Blanco

5.13.1.1 Señales en forma de panel

La forma del panel y color de estas señales viene determinado en función del riesgo a indicar. Los pictogramas deben ser sencillos y fáciles de entender. Los materiales de la señalización serán resistentes a los golpes, fenómenos meteorológicos o agresiones ambientales. Será importante que los paneles sean sometidos a un mantenimiento para poder garantizar que estos mantengan la visibilidad adecuada y alargar la vida del panel. Además, las dimensiones de las señales deben garantizar una buena visibilidad y comprensión.

Por lo tanto deberán cumplir los siguientes requisitos:

- ✓ Paneles instalados a una altura y posición apropiadas teniendo en cuenta la visibilidad
- ✓ Buena iluminación y accesibilidad del panel
- ✓ Para mantener la eficacia de las señalizaciones no se aglomerarán muchos paneles
- ✓ Se retirará la señalización una vez el riesgo en cuestión deje de existir

5.13.2 Tipos de señales

5.13.2.1 Señales de advertencia:

Como se puede observar en la **Figura 5-8** las señalizaciones de advertencia se caracterizan por la forma triangular del panel con el pictograma de color negro, fondo amarillo y borde negro.

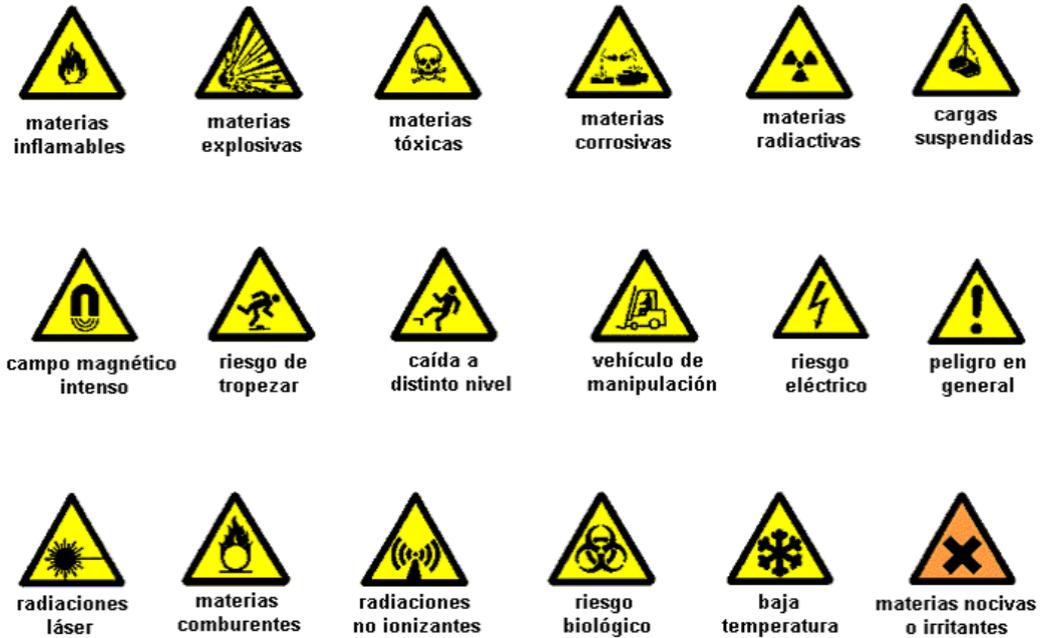


Figura 5- 8: Señales de advertencia

La única excepción presente en las señales de advertencia es el panel de “materias nocivas o irritantes” que tiene el fondo de color naranja en vez de amarillo, con el objetivo de evitar posibles confusiones con alguna señalización similar de carretera.

5.13.2.2 Señales de prohibición

La forma característica de este tipo de señalización es la redonda. Tiene los bordes de color rojo con el fondo blanco y los pictogramas en color negro.



Figura 5- 9: Señales de prohibición

5.13.2.3 Señales de obligación

Tienen forma redonda con el fondo azul y el pictograma en color blanco.



Figura 5- 10: Señales de obligación

5.13.2.4 Señales relativas a los equipos contra incendios

Representadas con una forma cuadrada o rectangular con el fondo de color rojo y el pictograma en blanco.



Figura 5- 11: Señales relacionadas con los equipos contra incendios

5.13.2.5 Señales de salvamento o socorro

Son de forma rectangular o cuadrada con el fondo verde y el pictograma en blanco.



Figura 5- 12: Señales de salvamento o socorro

5.13.3 Señalización referente a las tuberías

Es imprescindible señalar las tuberías indicando la clase de sustancia que circula en el interior y su sentido de circulación. Esto permitirá mantener medidas de seguridad necesarias para prevenir cualquier incidente.

En caso de incidente será posible identificar con rapidez la sustancia de la que se trata y actuar en función de este hecho permitiendo solucionar el incidente de forma segura y no agravar la situación. Finalmente, esto podrá restablecer la normalidad y seguridad de la zona.

En la **Tabla 5-22** se muestran los colores representativos de las sustancias que circulan en el interior en función de su estado y tipo de fluido.

Tabla 5- 22: Colores para señalar las tuberías

Fluido	Color Básico	Estado Fluido	Color Complementario	Ejemplo
ACEITES	Marrón	Gas-oil	Amarillo	
		De alquitrán	Negro	
		Bencina	Rojo	
		Benzol	Blanco	
*ÁCIDO	Naranja	Concentrado	Rojo	
AIRE	Azul	Caliente	Blanco	
		Comprimido	Rojo	
		Polvo carbón	Negro	
AGUA	Verde	Potable	Verde	
		Caliente	Blanco	
		Condensada	Amarillo	
		A presión	Rojo	
		Salada	Naranja	
		Uso industrial	Negro	
		Residual	Negro • Negro	
ALQUITRÁN	Negro			
BASES	Violeta	Concentrado	Rojo	
GAS	Amarillo	Depurado	Amarillo	
		Bruto	Negro	
		Pobre	Azul	
		Alumbrado	Rojo	
		De agua	Verde	
		De aceite	Marrón	
		* Acetileno	Blanco • Blanco	
		* Ácido carbónico	Negro • Negro	
		* Oxígeno	Azul • Azul	
		* Hidrógeno	Rojo • Rojo	
		* Nitrógeno	Verde • Verde	
* Amoníaco	Violeta • Violeta			
VACÍO	Gris			
VAPOR	Rojo	De alta	Blanco	
		De escape	Verde	

5.14 PLAN DE EMERGENCIA INTERIOR (P.E.I)

Toda industria química debe estar dotada de un plan de emergencia interior para poder solucionar los posibles incidentes desde dentro de la propia planta. Esto viene determinado por la NTP/791 que determina las medidas necesarias que se deben cubrir.

Los objetivos del PEI son, principalmente, controlar y contener la situación para poder erradicar la emergencia lo más rápido posible. Por otro lado, debe conseguir proteger el personal que pueda verse afectado por el incidente.

Uno de los motivos por los que es necesaria la rápida y eficaz actuación mediante el EPI es la minimización de los posibles efectos que puedan ocasionar al medio ambiente y a las instalaciones de la industria. Estos últimos representaran unos costes en reparaciones menores más adelante.

5.14.1 Plan de Actuación en caso de emergencia

En el caso de que surja algún tipo de emergencia en la planta se debe seguir un protocolo para poder actuar con rapidez y controlar la emergencia consiguiendo que no acabe generando una situación incontrolable.

Los conceptos a tener en cuenta son:

- ✓ Secuencia de emergencia y notificación de emergencia en cuestión
- ✓ Evacuación en caso de emergencia y punto de reunión
- ✓ Método para el recuento de personal evacuado
- ✓ Como recibe primeros auxilios en el caso de sufrir algún tipo de incidente
- ✓ Personal asignado que ejerzan algún papel principal en la gestión de emergencias

5.14.2 Organigrama del personal que gestiona las emergencias

Para poder mantener una organización correcta en los casos de emergencia, se establece el organigrama del personal que gestiona el plan de actuación.

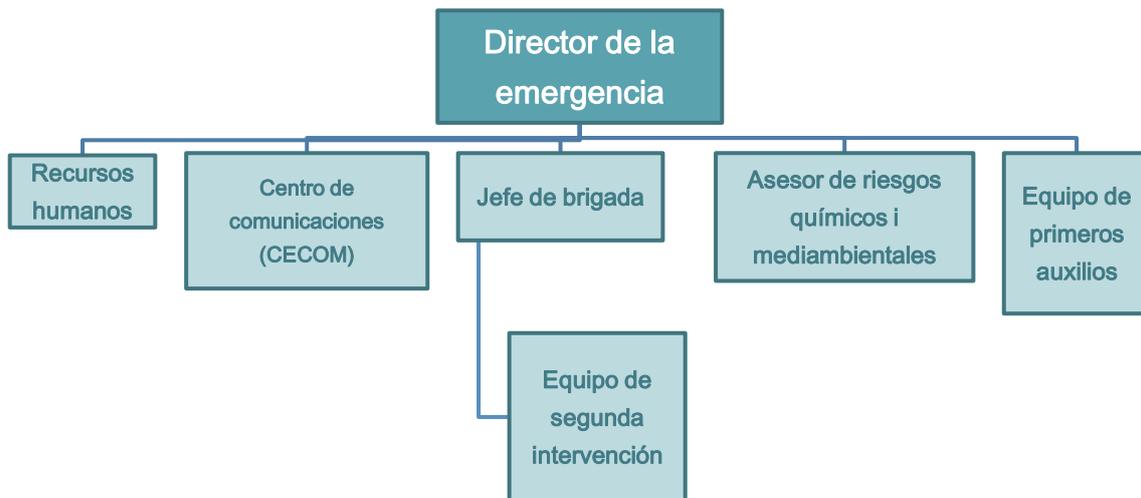
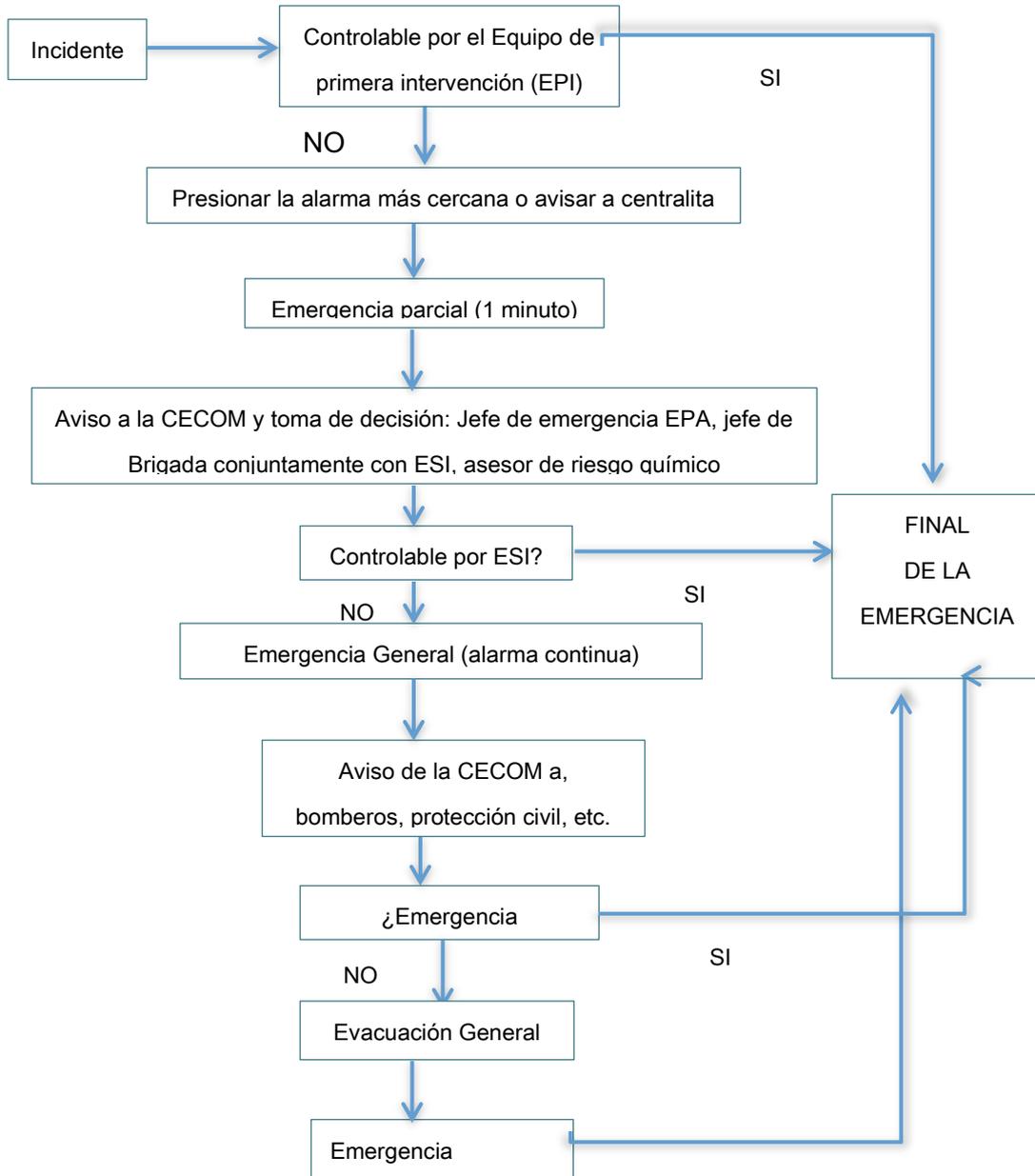


Figura 5- 13: Organigrama

Cada sector realizara un papel distinto dentro la emergencia, y por tanto, se debe seguir una organización para poder solucionar la emergencia de forma rápida y eficiente.

5.14.3 Notificación de las emergencias

En caso de emergencia se plantea la siguiente secuencia de actuación (**Figura 5-14**) para poder mantener un orden y evitar esfuerzos innecesarios. La complejidad en la actuación aumenta cuando más grave es el incidente y más compleja es la situación debido a este.



5.14.4 Primeros auxilios

En el caso de necesitar primeros auxilios se debe acudir al laboratorio. Allí se realizarán las primeras curas del personal de la planta que les requiera. El personal de la planta tiene que estar bien informado de los integrantes del Equipo de Primeros Auxilios (EPA) para poder acudir a ellos rápidamente durante cualquier urgencia.

Por otro lado, es importante informar de las lesiones y accidentes ocurridos en la planta al responsable de seguridad.

5.14.5 Iluminado de emergencia

El iluminado de emergencia se activará en caso de que falle la iluminación general, se activa de forma automática garantizando una evacuación rápida, segura y sencilla de los ocupantes del edificio. Parte de esta iluminación de emergencia específica para la señalización de puertas, salidas y pasadizos. Esta iluminación tiene que ser continua para poder señalar en todo momento el recorrido de evacuación.

5.14.6 Recuento del personal

En caso de evacuación de la planta se realizará un recuento de personal por parte de recursos humanos. Esto permitirá, conjuntamente con el registro de entrada del personal, saber si todo el personal que se encontraba en la planta se ha evacuado correctamente.

5.14.7 Categorización de los accidentes

Según el abaste del accidente, estos se clasifican en tres categorías para poder actuar correctamente y poder controlar el accidente lo más rápido posible y con los mínimos daños posibles.

- **Categoría 1:** esos por los cuales se prevenga, como única consecuencia, daños materiales en el establecimiento accidentado y no se prevengan daños de ningún tipo en el exterior de este.
- **Categoría 2:** esos por los cuales se prevenga, como consecuencias, posibles víctimas y daños materiales en el establecimiento, mientras que las repercusiones exteriores limiten a daños leves o efectos adversos sobre el medio ambiente en zonas limitadas.
- **Categoría 3:** aquellos por los cuales se prevenga, como consecuencias, posibles víctimas, daños materiales graves o alteraciones graves para el medio ambiente en zonas extensas y en el exterior del establecimiento.

Según el abaste que comporte el accidente también puede ser necesario el uso del plan de Emergencia Exterior de Tarragona, PLASEQTA.

PLASEQTA, se activara en el caso que se produzca un accidente en una industria química que tenga, o pueda tener, repercusiones al exterior de la instalación, y que por lo tanto pueda comportar daños a las personas y/o efectos adversos al medio ambiente. En caso de que el accidente sólo provoque daños en la instalación industrial, la empresa activará su Plan de Emergencia Interior (PEI), siempre, pero, se comunicara a las autoridades.

Seguidamente se muestra el organigrama a seguir para poder determinar la actuación de los planes de Emergencia Exterior e Interior según la categoría del accidente:

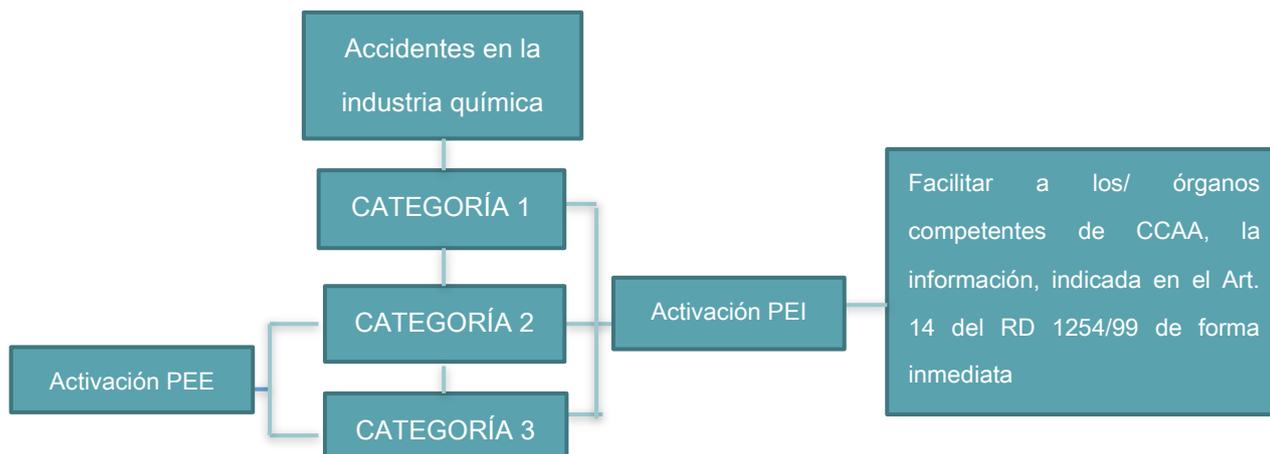


Figura 5- 15: Activación de los dos planes de emergencia según la categoría de accidente

5.14.8 Mantenimiento de la operatividad del PEI

5.14.8.1 Difusión y localización del PEI

Para la difusión del Plan de Emergencia a todo el personal, se recomienda la realización de un cursillo de formación / información al cual asistirá todo el personal de las instalaciones.

5.14.8.1 Mantenimiento de la documentación

A) Actualización de la documentación a causa de variaciones o modificaciones del PEI

B) Revisión del PEI: hace falta una revisión completa del Plan de Emergencia cada año, a fin de introducir las innovaciones tecnológicas en materia de seguridad, cambios organizativos estructurales, etc.

- Programa de formación del personal integrante del EPI (Equipo de Primera Intervención)
- Realización de ejercicios y simulacros de actividad del PEI

5.15 ANÁLISIS DEL RIESGO

Tal y como se ha visto en el apartado de seguridad en planta, se debe llevar a cabo un análisis de los riesgos a los cuales puede estar sometida la planta química, siguiendo el R.D 1254/1999 y que aprueba las medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves de los cuales intervengan sustancias químicas.

El análisis de riesgo es ampliamente usado como gestión en estudios financieros y de seguridad para identificar riesgos (métodos cualitativos) y otras maneras de evaluar riesgos (generalmente de naturaleza cuantitativa).

Según la NTP 238 del *Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales* de España, todos los procesos químicos y físicos deben desarrollarse en condiciones de trabajo determinadas, siendo la composición de las sustancias químicas, la cantidad de estas, la presión y la temperatura algunas de las variables fundamentales del sistema que exigen ser perfectamente controladas. De la misma manera, las instalaciones deben estar diseñadas para adecuarse a las condiciones normales de trabajo, pero deben ser capaces de soportar alteraciones previsibles, aunque sean ocasionales, sin generar daños a personas o bienes.

5.15.1 Análisis de riesgo HAZOP

El método de análisis de riesgo más usado y que también está plasmado en la NTP 238 es el método HAZOP (Hazard and Operability), es decir, son los análisis de peligros y de operatividad en instalaciones en proceso (AFO).

Algunas de las causas en accidentes o instalaciones de proceso, dejando al margen las injerencias de los agentes externos al proceso y a las fuerzas naturales, se dividen en tres grupos.

5.15.1.1 Medidas y medios de protección

Se consideran los medios materiales, los equipos humanos, las medidas correctoras de riesgo y los planos específicos.

- **MEDIOS MATERIALES**

Se detallarán las características de los medios de prevención y protección disponibles en el establecimiento, como es el caso de las instalaciones de detección contra incendios, de contención, señalización, etc. y se identificarán sus posibles deficiencias de funcionamiento o diseño. Así mismo, se describirán si es necesario, los medios materiales de nueva implantación que resulten necesarios de acuerdo con la normativa aplicable.

- **EQUIPOS HUMANOS**

Se identificarán los recursos humanos y esos que estén más directamente relacionados con las actuaciones en emergencias, indicando la dependencia organizativa y los procedimientos de movilización, teniendo en cuenta todas las situaciones posibles (jornadas habituales de trabajo, variaciones, turnos de trabajo y otras posibles variaciones)

- **MEDIDAS CORRECTORAS DEL RIEGO**

Se identificarán las medidas de prevención y protección existentes que puedan contribuir directamente a prevenir los accidentes y, si es necesario, disminuir los efectos de estos. Se describirán los medios dispuestos para el control y contención de las consecuencias de posibles accidentes y el grado de efectividad dependiendo de las distintas situaciones operativas y turnos de trabajo.

- **PLAN ESPECÍFICO**

Se localizarán a un nivel de detalle adecuado los medios y equipos de protección utilizables en caso de accidente, así como las posibles rutas de evacuación.

5.15.1.2 Manual de actuación

El objetivo del manual de actuación en emergencias es disponer de unas pautas por escrito de las previsiones de actuación en caso de accidente. En este manual, de acuerdo con el grado del accidente, se tendrán diferentes niveles de personas que deben actuar de manera organizada para minimizar los daños estructurales, personales y del medio ambiente. Los posibles accidentes se clasifican de acuerdo con su gravedad: conato de emergencia, emergencia parcial i emergencia general.

En el manual se especificaran las condiciones bajo las que se puede considerarse la activación de una situación de emergencia, también se especificaran su cambio de clasificación de seguridad y las condiciones de darlas por cerradas.

Tal y como se ha mencionado anteriormente, de acuerdo con el grado del accidente habrán personas de diferentes niveles. En el manual se definirán las actuaciones para el control de la emergencia, por el personal que forma parte íntegramente de la estructura de la organización de emergencias.

La jerarquía de actuación del personal es la que se presenta a continuación. La **Figura 5-X** se ha extraído de la NTP -791

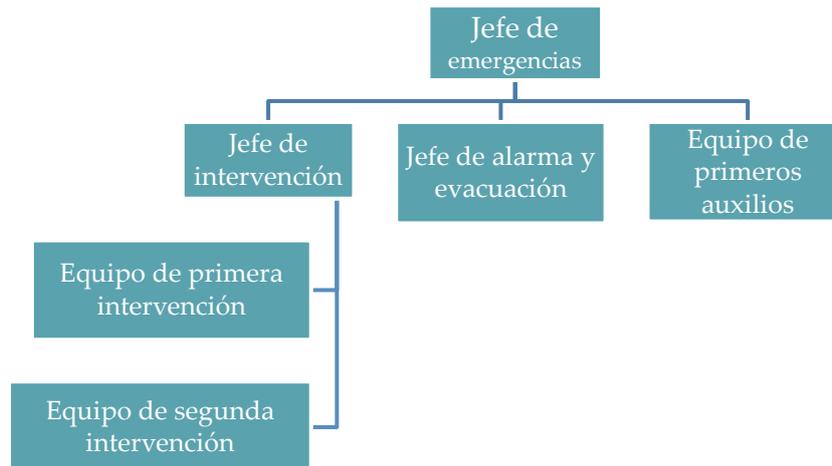


Figura 5- 16: Organigrama de la Jerarquía de actuación

Una vez

redactado el PEI, se describirán las etapas previstas para la implantación, asignación de responsabilidades en cada fase y se contemplará la adecuación de posibles deficiencias detectadas. Se realizará la denominación, formación en función de las misiones asignadas al personal adscrito a este y a todos los trabajadores en general y el correspondiente adiestramiento.

Para conseguir una mejor divulgación de las actuaciones a seguir por el personal de la empresa se pueden resumir y redactar las medidas preventivas a adoptar y las medidas de actuación en caso de emergencia para cada empleado, en forma de fichas. Se redactaran también las consignas para los componentes de los equipos del plan de emergencia, contratistas y visitantes.

Se puede además realizar un plan de divulgación y promoción del PEI fijando carteles con un resumen de lo mismo, como en los lugares más visibles de la planta. Se organizaran reuniones informativas para todo el personal.

5.15.1.3 Simulacros

Finalmente se deberá de concretar un plan de realización de simulacros con distintos niveles de emergencia, con el objetivo de familiarizar al personal con el contenido del plan y las actuaciones previstas en el mismo. Se deberá realizar un simulacro con una

periodicidad mínima de 3 años de acuerdo con la directriz básica, si bien en aplicación del *Real Decreto 393/2007*.

5.15.1.4 Mantenimiento del PEI

Se debe partir de que los medios contra incendios y emergencias son los adecuados según las normas y valoración de riesgo realizada. Se tendrá un programa de mantenimiento preventivo y otro de pruebas periódicas de las instalaciones de protección como extinción, detección y alarmas. Además habrá un sistema de control periódico a través de auditorías y se establecerán procedimientos y responsabilidades para la incorporación de mejoras tecnológicas.

Se deberá de realizar un plan de formación permanente que incluya cursos cortos para el personal en general y otros específicos para los componentes de los equipos del plan de emergencia, incluyendo el entrenamiento necesario para el Grupo Permanente contra incendios y emergencias.

Cualquier modificación de las instalaciones deberá ir con un estudio previo de seguridad tipo HAZOP o similar.

La actuación del PEI se realizara de forma continua, cuando sea procedente, añadiendo las modificaciones de las instalaciones y de la organización interna del personal que puedan afectar al plan.

5.15.2 Análisis HAZOP

5.15.2.1 Fallo de componentes

Se definen por:

- Un diseño inapropiado frente una presión interna, fuerza externa, corrosión del medio y la temperatura.
- Un fallo de elementos tales como bombas, compresores, ventiladores, agitadores...
- Fallo del sistema de control (sensores de presión y temperatura, controladores de nivel, reguladores de reflujo, unidades de control computarizados...)

- Fallo en sistemas específicos de seguridad (válvulas de seguridad, disco de ruptura, sistema de alivio de presiones, sistemas de neutralización, avisadores...)
- Un fallo de juntas y conexiones.

5.15.2.2 Desviaciones en las condiciones normales de operación

- Las alteraciones incontroladas de los parámetros fundamentales del proceso (presión, temperatura, flujo y concentraciones)
- Fallo en la adición manual de compuestos químicos.
- Fallo en los servicios.
 - Un insuficiente enfriamiento de las reacciones exotérmicas
 - Insuficiencia de aporte de calor
 - Corte del suministro eléctrico
 - Ausencia de nitrógeno o de agente inerte
 - Ausencia de aire comprimido
- Fallo en los procedimientos de parada o puesta en marcha.
- Formación de subproductos, residuos o impurezas, causantes de reacciones colaterales indeseadas.

5.15.2.3 Errores humanos y de organización

- Errores de operación
- Desconexión de los sistemas de seguridad a causa de las frecuentes falsas alarmas.
- Confusión de sustancias peligrosas
- Errores de comunicación
- La incorrecta reparación o trabajo de mantenimiento
- La realización de trabajos no autorizados (soldadura, entrada en espacios confinados)

Hace falta destacar que los errores pueden suceder por alguno de los siguientes motivos:

- Desconocimiento de los riesgos y de su prevención
- Insuficiencia de formación y adiestramiento de trabajo
- Una carga psíquica excesiva

5.15.2.4 Palabras guía

Un estudio HAZOP sigue una metodología rigurosa con la aplicación de palabras clave que ayudan a la estructuración del estudio.

Tabla 5- 6: Palabras guía del HAZOP

PALABRA GUÍA	SIGNIFICADO	EJEMPLO DE DESVIACIÓN	EJEMPLO DE CAUSA
No	Ausencia total. No se consigue las intenciones de diseño	Sin flujo en una línea	Fallo de la bomba
Inverso	Opuesto total. Se consigue lo opuesto a las intenciones de diseño	El flujo circula en el sentido contrario	Fallo de la válvula de antiretorno
Más	Aumento cuantitativo	Aumento del caudal	Fallo del control
Menos	Disminución cuantitativa	Disminución del caudal	Fallo del control
Además	Aumento cualitativo. Se consigue algo más que las intenciones de diseño	Mayor concentración de producto	Temperatura alta en el reactor
A parte	Disminución cualitativa. Se consigue parte de las intenciones de diseño	Menor concentración de producto	Catalizador envenenado
Diferente de	Actividad diferente a la de operación normal	Estado del fluido diferente al previsto	Fallo del control



 CHLORBEN		HAZOP		Hoja 1 de 2		PLANTA DE PRODUCCIÓN DE CLOROBENCENO	
		Bombas con las respectivas válvulas		Fecha: 31/05/17		Localidad: Igualada	
PALABRA GUÍA	DESVIACIÓN	CAUSAS	CONSECUENCIAS	SEÑALIZACIÓN	ACCIONES		
NO	Caudal	Fallo de la bomba	Acumulación de fluidos en los equipos anteriores	Indicador de presión	Usar la bomba doblada		
		Fallo de las válvulas que la acompañan	Acumulación de fluidos en los equipos anteriores	Indicador de presión	Usar la bomba doblada		
		Obstrucción de la tubería de aspiración	Acumulación de fluidos en los equipos anteriores	Indicador de presión	Usar la bomba doblada		
MENOS	Caudal	Fallo de la bomba	Acumulación de fluidos en los equipos anteriores	Indicador de presión	Usar la bomba doblada		
		Fallo de las válvulas que la acompañan	Acumulación de fluidos en los equipos anteriores	Indicador de presión	Sustitución de la bomba y utilización de la bomba doblada		
INVERSO	Caudal	Fallo de la bomba	Contaminación de los corrientes i desviación del corriente de retorno	Indicador de presión	Sustitución de la bomba y utilización de la bomba doblada		
		Fallo de las válvulas que la acompañan	Contaminación de los corrientes i desviación del corriente de retorno	Indicador de presión	Sustitución de la bomba y utilización de la bomba doblada		
		Fallo mecánico de la bomba	No hay flujo de materia prima	Indicador de presión	Sustitución de la bomba y utilización de la bomba doblada		



		HAZOP		Hoja 1 de 2		PLANTA DE PRODUCCIÓN DE CLOROBENCENO	
		COLUMNA DE DESTILACIÓN		Fecha: 31/05/17		Localidad: Igualada	
PALABRA GUÍA	DESVIACIÓN	CAUSAS	CONSECUENCIAS	SEÑALIZACIÓN	ACCIONES		
NO	Caudal de alimento	Fallo del control de la entrada	Parada de la separación de los productos	Alarma de control	Usar las válvulas auxiliares e instalar una válvula manual		
		Fallo de las válvulas del control de entrada	Parada de la separación de los productos	Alarma de control	Usar las válvulas auxiliares e instalar una válvula manual		
	Caudal de salida del gas	Fallo de la válvula de salida	Aumento de presión en la columna	Indicador de presión	Usar las válvulas auxiliares e instalar una válvula manual		
	Caudal de reflujo	Obstrucción de la bomba de reflujo	Aumento de la temperatura de la columna y descomposición térmica	Indicador de temperatura	Usar las bombas auxiliares		
MENOS	Temperatura del condensador de columna	Obstrucción de las tuberías de refrigerante y caída de presión en la red de agua	Los vapores no condensan y aumenta la presión en la columna por exceso de vapor	Indicador de temperatura	Usar válvulas auxiliares		
	Temperatura de reboiler de la columna	Reboiler dañado	Mala separación con una calidad baja del producto de interés	Indicador de temperatura	Mantenimiento de las tuberías y alarmas de advertencia		
	Concentración de destilado deseado	Platos de columna dañados o condensadores o reboilers dañados	Pérdida de producto y poco aprovechamiento de las materias primas	Indicador de temperatura	Revisar la relación entre reflujo y caudal de refrigerante		



 CHLORBEN		HAZOP		Hoja 2 de 2		PLANTA DE PRODUCCIÓN DE CLOROBENCENO	
		COLUMNA DE DESTILACIÓN		Fecha: 31/05/17		Localidad: Igualada	
PALABRA GUÍA	DESVIACIÓN	CAUSAS	CONSECUENCIAS	SEÑALIZACIÓN	ACCIONES		
MÁS	Presión	Caudal del alimento alto	Disminución del producto deseado	Indicador de presión	Revisar los sensores de caudal		
		Aumento de vapores	Composición del destilado baja	Indicador de presión	Revisar los sensores de presión máxima		



		HAZOP		Hoja 1 de 2		PLANTA DE PRODUCCIÓN DE CLOROBENCENO	
		TANQUES DE ALMACENAJE		Fecha: 31/05/17		Localidad: Igualada	
PALABRA GUÍA	DESVIACIÓN	CAUSAS	CONSECUENCIAS	SEÑALIZACIÓN	ACCIONES		
NO	Venteo	Fallo de la válvula de venteo	Aumento o disminución de la presión debido a la carga o descarga de materia	Indicador	Parar las operaciones de carga y descarga		
	Caudal de salida de materia	Fallo de la válvula de salida	No llega la materia prima a la planta de proceso	Indicador	Operar con el resto de tanques si es posible		
		Tanque vacío	No llega la materia prima a la planta de proceso	Indicador de nivel	Operar con el resto de tanques si es posible		
	Caudal de entrada de materia	Fallo de la válvula de entrada al tanque	No se llena el tanque	Indicador de presión	Operar con el resto de tanques si es posible		
		Fallo de la bomba de llenado	No se llena el tanque	Indicador de presión	Operar con el resto de tanques si es posible		
INVERSO	Venteo	La presión del venteo es superior a la del tanque	No se puede aliviar la presión del tanque	Indicador de presión	Reparar el venteo lo más pronto posible		



		HAZOP		Hoja 2 de 2		PLANTA DE PRODUCCIÓN DE CLOROBENCENO	
		TANQUES DE ALMACENAJE		Fecha: 31/05/17		Localidad: Igualada	
PALABRA GUÍA	DESVIACIÓN	CAUSAS	CONSECUENCIAS	SEÑALIZACIÓN	ACCIONES		
MÁS	Caudal de salida de materia	Fallo de la bomba que llega hasta el proceso	Aumento del nivel del tanque	Indicador de nivel	Usar la segunda bomba instalada		
	Venteo	Fallo de las válvulas de venteo	Aumento de la presión	Indicador de presión	Detener las operaciones y usar los equipos doblados		
	Presión	Aumento de la presión en el tanque	Problemas en el sistema de venteo	Indicador de presión	Revisión del sistema de venteo e instalación de discos de ruptura		
A PARTE DE	Entrada de materia prima que no es la del tanque	Materia prima contaminada	Disminución de la producción y reacciones imprevistas	Indicador de nivel	Cambiar de proveedor		
DIFERENTE DE	Entrada de materia prima que no es la del tanque	Error de protocolo	Contaminación de la materia prima	Indicador de nivel	Usar otro tanque si es posible		



		HAZOP		Hoja 1 de 2		PLANTA DE PRODUCCIÓN DE CLOROBENCENO	
		CALDERAS DE VAPOR		Fecha: 31/05/17		Localidad: Igualada	
PALABRA GUÍA	DESVIACIÓN	CAUSAS	CONSECUENCIAS	SEÑALIZACIÓN	ACCIONES		
MÁS	Presión	Vaporización instantánea y expansión brusca del agua contenida en la caldera	Rupturas de las partes de la caldera	Sensor de presión	Válvulas de control de presión o válvulas de alivio de presión		
		La combustión instantánea de los vapores del combustible acumulados	Ruptura de la caldera	Sensor de presión	Válvulas de seguridad de control de presión		
		Disminución del espesor de las paredes	Explosión de la caldera	Sensor de presión	Válvulas de seguridad de control de presión		
	Temperatura	Temperatura superior a la temperatura de diseño como falta de agua o incrustaciones del fluido	Explosión de la caldera	Sensor de temperatura	Válvulas de control de temperatura con sensores automatizados o corte de la temperatura		
		Alta temperatura del fluido	Explosión de la caldera	Sensor de temperatura	Tapón fusible		



 CHLORBEN		HAZOP		Hoja 2 de 2		PLANTA DE PRODUCCIÓN DE CLOROBENCENO	
		CALDERAS DE VAPOR		Fecha: 31/05/17		Localidad: Igualada	
PALABRA GUÍA	DESVIACIÓN	CAUSAS	CONSECUENCIAS	SEÑALIZACIÓN	ACCIONES		
MÁS	Flujo	Válvula de flujo de agua deteriorada	Llama de combustible inestable	Sensor de caudal	Alarma Shutdown		
	Nivel	Válvula de nivel de agua deteriorada	Inundaciones en la caldera	Sensor de nivel	Indicador de nivel de fluido, sistema de control de nivel o alarma Shutdown		
MENOS	Presión	Disminución del espesor de las paredes	Implosión de la caldera	Sensor de presión	Válvulas de seguridad de control de presión		
	Mantenimiento	Corrosión y/o erosión de las paredes de la caldera	Ruptura de las paredes de la caldera	Supervisión del equipo	Realizar reparaciones al equipo		



		HAZOP		Hoja 1 de 2	PLANTA DE PRODUCCIÓN DE CLOROBENCENO
		SEPARADOR DE FASES		Fecha: 31/05/17	Localidad: Igualada
PALABRA GUÍA	DESVIACIÓN	CAUSAS	CONSECUENCIAS	SEÑALIZACIÓN	ACCIONES
MENOS	Presión	Disminución de la temperatura de alimento	Aumento del nivel del líquido del separador	Indicador de temperatura	Revisar la entrada de alimento
		Fuga dentro del separador	Poca recuperación del vapor	Indicador de temperatura	Revisar la entrada de alimento
	Nivel del líquido	Obstrucción del flujo de entrada	Poca recuperación del vapor	Indicador de temperatura	Revisar la entrada de alimento
		Corriente de entrada caliente	No hay separación entre el líquido y vapor	Indicador de temperatura	Revisar la entrada de alimento
	Flujo de materia	Válvula abierta	No hay separación entre el líquido y vapor	Indicador de temperatura	realizar inspecciones diarias
MÁS	Presión	Aumento de la temperatura de alimento	Disminución del nivel del líquido en el separador	Indicador de temperatura	Revisar la entrada de alimento
	Nivel del líquido	obstrucción del corriente vapor	No hay separación entre líquido y vapor	Indicador de temperatura	Revisar la entrada de alimento



 CHLORBEN		HAZOP		Hoja 2 de 2		PLANTA DE PRODUCCIÓN DE CLOROBENCENO	
		SEPARADOR DE FASES		Fecha: 31/05/17		Localidad: Igualada	
PALABRA GUÍA	DESVIACIÓN	CAUSAS	CONSECUENCIAS	SEÑALIZACIÓN	ACCIONES		
MÁS	Nivel del líquido	Corriente de entrada frio	No hay separación entre el líquido y el vapor	Indicador de temperatura	Revisar la entrada del alimento		
	Flujo de materia	Válvula cerrada o muy pequeña	Caudal de producto muy pequeño	Indicador de temperatura	Instalar bombas		



		HAZOP		Hoja 1 de 2	PLANTA DE PRODUCCIÓN DE CLOROBENCENO
		INTERCAMBIADOR DE CALOR		Fecha: 31/05/17	Localidad: Igualada
PALABRA GUÍA	DESVIACIÓN	CAUSAS	CONSECUENCIAS	SEÑALIZACIÓN	ACCIONES
NO	Flujo de fluido refrigerante /calefactor	Fallo de la válvula de entrada del fluido refrigerante/calefactor	La temperatura del corriente de proceso no se regula	Sensor de temperatura	Usar una válvula auxiliar
		Fallo del equipo de suministro del servicio	La temperatura del corriente de proceso no se regula	Sensor de temperatura	Reparación del equipo de servicio inmediatamente
MÁS	Caudal de fluido refrigerante / calefactor	Fallo de la válvula de entrada del fluido refrigerante/calefactor	La temperatura del corriente de proceso es inferior/superior a la deseada	Sensor de temperatura	Uso de una válvula auxiliar
		Fallo del control de temperatura	La temperatura del fluido del corriente de proceso es inferior /superior a la deseada	Error de control	Uso de una válvula auxiliar
	Caudal de fluido de proceso	Fallo de la válvula de entrada de fluido de proceso	La temperatura del corriente de proceso es superior /inferior a la deseada	Sensor de temperatura	Uso de una válvula auxiliar
	Temperatura del fluido	Fallo del equipo de suministro del servicio	La temperatura del corriente de proceso es superior /inferior a la deseada	Sensor de temperatura	Reparación del equipo de servicio inmediatamente



		HAZOP		Hoja 2 de 2	PLANTA DE PRODUCCIÓN DE CLOROBENCENO
		INTERCAMBIADOR DE CALOR		Fecha: 31/05/17	Localidad: Igualada
PALABRA GUÍA	DESVIACIÓN	CAUSAS	CONSECUENCIAS	SEÑALIZACIÓN	ACCIONES
ADEMÁS DE	Aumento de componentes volátiles en el corriente de proceso	Mala separación previa o contaminación del corriente	Condiciones no previstas para el diseño, mal funcionamiento del intercambiador	Sensor de temperatura	Encontrar la fuente de contaminación o el equipo de separación con mal funcionamiento
	Impurezas en los fluidos de servicio	Mal funcionamiento de los equipos de servicio	Ensuciamiento de las partes del intercambiador provocando un bajo rendimiento	Sensor de temperatura	Encontrar la fuente de las impurezas y el mantenimiento del intercambiador
MENOS	Caudal del fluido refrigerante/cal efactor	Fallo de la válvula de entrada de fluido de proceso	La temperatura del corriente de proceso es superior /inferior a la deseada	Sensor de temperatura	Uso de una válvula auxiliar
		Fallo del control de temperatura	La temperatura del fluido del corriente de proceso es inferior /superior a la deseada	Error de control	Uso de una válvula auxiliar
	Caudal de fluido de proceso	Fallo de la válvula de entrada de fluido de proceso	La temperatura del corriente de proceso es superior /inferior a la deseada	Sensor de temperatura	Uso de una válvula auxiliar
	Temperatura del fluido	Fallo del equipo de suministro del servicio	La temperatura del corriente de proceso es superior /inferior a la deseada	Sensor de temperatura	Reparación del equipo de servicio inmediatamente



		HAZOP		Hoja 1 de 8	
		REACTOR		Fecha: 31/05/17	
		PLANTA DE PRODUCCIÓN DE CLOROBENCENO			
		Localidad: Igualada			
PALABRA GUÍA	DESVIACIÓN	CAUSAS	CONSECUENCIAS	SEÑALIZACIÓN	ACCIONES
NO	Caudal de agua refrigerante	Fallo de la válvula de control	Fallo de la refrigeración. Sistema potencialmente fuera de control	Alarma de alta temperatura	Abrir manualmente la válvula en cuestión
		Media caña/Camisa refrigerante obstruida	Fallo de la refrigeración. Sistema potencialmente fuera de control	Alarma de bajo caudal de refrigerante. Alarma de alta temperatura	Instalar filtro con procedimiento de mantenimiento periódico. Instalar alarma in-situ para alertar al operario
		Fallo en el servicio de agua refrigerante	Fallo de la refrigeración. Sistema potencialmente fuera de control	Alarma de bajo caudal de refrigerante. Alarma de alta temperatura	Control periódico del funcionamiento del servicio del agua refrigerante
		Fallo del controlador y cierre de la válvula	Fallo de la refrigeración. Sistema potencialmente fuera de control	Alarma de bajo caudal de refrigerante. Alarma de alta temperatura	Efectuar revisiones periódicas al controlador. Derivar la línea de agua refrigerante por la línea paralela
		Fallo de la presión de aire y cierre de la válvula	Fallo de la refrigeración. Sistema potencialmente fuera de control	Alarma de bajo caudal de refrigerante. Alarma de alta temperatura	Abrir manualmente la valvular en cuestión y revisar el suministro de aire comprimido



		HAZOP		Hoja 2 de 8	PLANTA DE PRODUCCIÓN DE CLOROBENCENO	
		REACTOR		Fecha: 31/05/17	Localidad: Igualada	
PALABRA GUÍA	DESVIACIÓN	CAUSAS	CONSECUENCIAS	SEÑALIZACIÓN	ACCIONES	
NO	Caudal de Cl ₂	Fallo de la válvula de control	No entra gas al sistema, la reacción no se produce. Presión del sistema baja.	Alarma de caudal de entrada de Cl ₂ baja. Alarma de baja presión	Abrir manualmente la válvula en cuestión. Derivar la línea de Cl ₂ por la línea paralela	
		Obstrucción de los agujeros de los difusores	No entra gas al sistema, la reacción no se produce. Presión del sistema baja.	Alarma de baja presión	Instalar filtro con un procedimiento de mantenimiento	
		Fallo en el servicio de Cl ₂	No entra gas al sistema, la reacción no se produce. Presión del sistema baja.	Alarma de caudal de entrada de Cl ₂ bajo. Alarma de baja presión	Comprobar periódicamente el estado del servicio de Cl ₂	
		Fallo en el controlador y cierre de la válvula	No entra gas al sistema, la reacción no se produce. Presión del sistema baja.	Alarma de caudal de entrada de Cl ₂ baja. Alarma de baja presión	Efectuar revisiones periódicas al controlador. Derivar la línea de agua refrigerante por la línea paralela	
		Fallo en la presión de aire y cierre de la válvula	No entra gas al sistema, la reacción no se produce. Presión del sistema baja.	Alarma de caudal de entrada de Cl ₂ bajo. Alarma de baja presión	Abrir manualmente la válvula en cuestión. Derivar la línea de Cl ₂ por la línea paralela. Revisar el suministro de aire comprimido.	

		HAZOP	Hoja 3 de 8	PLANTA DE PRODUCCIÓN DE CLOROBENCENO
---	--	-------	-------------	--------------------------------------



		REACTOR	Fecha: 31/05/17	Localidad: Igualada	
PALABRA GUÍA	DESVIACIÓN	CAUSAS	CONSECUENCIAS	SEÑALIZACIÓN	ACCIONES
NO	Caudal de benceno y el catalizador disuelto	Fallo de la válvula de control	No entra benceno ni catalizador al sistema, la reacción no se produce. Nivel de líquido bajo.	Alarma de caudal de entrada de benceno bajo. Alarma de nivel bajo	Abrir manualmente la válvula en cuestión. Derivar la línea de benceno por la línea paralela.
		Obstrucción en la tubería de entrada	No entra benceno ni catalizador al sistema, la reacción no se produce. Nivel de líquido bajo.	Alarma de nivel bajo	Instalar un filtro con un procedimiento de mantenimiento
		Fallo en el servicio de benceno y catalizador	No entra benceno ni catalizador al sistema, la reacción no se produce. Nivel de líquido bajo.	Alarma de caudal de entrada de la mezcla de benceno y catalizador bajo. Alarma de nivel bajo	Comprobar periódicamente el estado del servicio de la mezcla de benceno y catalizador
		Bomba no suministra la solución de benceno y catalizador	No entra benceno ni catalizador al sistema, la reacción no se produce. Nivel de líquido bajo.	Alarma de caudal de entrada de la mezcla de benceno y catalizador bajo. Alarma de nivel bajo	Comprobar que la bomba este correctamente encebada y revisar el suministro eléctrico hacia la bomba
		No entra la solución de benceno y catalizador al sistema. La reacción no se produce. Nivel de líquido bajo.	No entra benceno ni catalizador al sistema, la reacción no se produce. Nivel de líquido bajo.	Alarma de caudal de entrada de la mezcla de benceno y catalizador bajo. Alarma de nivel bajo	Efectuar revisiones periódicas al controlador. Derivar la línea de la solución de benceno y catalizador por la línea paralela
		HAZOP	Hoja 4 de 8	PLANTA DE PRODUCCIÓN DE CLOROBENCENO	



		REACTOR	Fecha: 31/05/17	Localidad: Igualada	
PALABRA GUÍA	DESVIACIÓN	CAUSAS	CONSECUENCIAS	SEÑALIZACIÓN	ACCIONES
NO	Caudal de benceno y el catalizador disuelto	Fallo en la presión de aire y cierre de la válvula	No entra benceno ni catalizador al sistema, la reacción no se produce. Nivel de líquido bajo.	Alarma de entrada de mezcla de benceno y catalizador bajo. Alarma de nivel bajo.	Abrir manualmente la válvula en cuestión. Derivar la línea de mezcla por la línea paralela. Revisar el suministro de aire comprimido
MÁS	Caudal de Cl ₂	Fallo del compresor del suministro del gas	Disminución de la conversión. Aumento de la presión	Alarma de presión alta	Actuación de los sistemas de alivio de presión
		Fallo en el control del caudal de Cl ₂	Disminución de la conversión. Aumento de la presión	Alarma de presión alta	Actuación de los sistemas de alivio de presión
	Caudal de mezcla de benceno y catalizador	Fallo del control del caudal de entrada	Aumento de la presión. Nivel del líquido superior al de diseño. Disminución de la conversión	Alarma de alto nivel. Alarma de presión alta. Alarma de caudal de entrada de mezcla alta.	Revisión periódica del sistema de control
		Fallo de la bomba de suministro de mezcla	Aumento de la presión. Nivel del líquido superior al de diseño. Disminución de la conversión	Alarma de alto nivel. Alarma de presión alta. Alarma de caudal de entrada de mezcla alta.	Revisión del motor de variación de frecuencia de la bomba. Suministrar la mezcla a través de la línea paralela doblada

	HAZOP	Hoja 5 de 8	PLANTA DE PRODUCCIÓN DE CLOROBENCENO
---	--------------	-------------	---



		REACTOR	Fecha: 31/05/17	Localidad: Igualada	
PALABRA GUÍA	DESVIACIÓN	CAUSAS	CONSECUENCIAS	SEÑALIZACIÓN	ACCIONES
MÁS	Presión	Fallo del sistema de control de presión	Disminución de la conversión. Aumento de la presión. Aumento de la temperatura. Sistema potencialmente peligroso	Alarma de presión alta. Alarma de temperatura alta	Actuación de los sistemas de alivio de presión. Actuación de los sistemas de refrigeración. Revisión periódica del sistema de control
		Fallo de la válvula de control	Disminución de la conversión. Aumento de la presión. Aumento de la temperatura. Sistema potencialmente peligroso	Alarma de presión alta. Alarma de temperatura alta	Desviación del corriente por la línea paralela. Revisión de la línea de aire comprimido
		Obstrucción de la salida de gases del reactor	Disminución de la conversión. Aumento de la presión. Aumento de la temperatura. Sistema potencialmente peligroso	Alarma de presión alta.	Actuación de los sistemas de alivio de presión. Actuación de los sistemas de refrigeración. Actuación del sistema de control de presión
	Temperatura	Fallo del sistema de refrigeración	Aumento de la presión. Disminución de la conversión. Descomposición del producto. Sistema potencialmente peligroso	Alarma de alto nivel. Alarma de presión alta. Alarma de caudal de entrada de mezcla alta.	Revisión periódica del sistema de control
		Fallo de la bomba de suministro de mezcla	Aumento de la presión. Nivel del líquido superior al de diseño. Disminución de la conversión	Alarma de presión alta. Alarma de temperatura alta	Actuación de los sistemas de control de presión. Revisión del servicio de agua refrigerante



		HAZOP		Hoja 6 de 8		PLANTA DE PRODUCCIÓN DE CLOROBENCENO	
		REACTOR		Fecha: 31/05/17		Localidad: Igualada	
PALABRA GUÍA	DESVIACIÓN	CAUSAS	CONSECUENCIAS	SEÑALIZACIÓN	ACCIONES		
MÁS	Temperatura	Aumento de la presión	Disminución de la conversión. Aumento de la presión. Aumento de la temperatura. Sistema potencialmente peligroso	Alarma de nivel alto. Alarma de presión alta. Alarma de caudalímetro de la bomba alta	Revisión del motor de la variación de frecuencia de la bomba. Suministrar la mezcla de fluidos a través de la línea doblada		
	MENOS	Caudal de Cl ₂	Fallo del compresor de suministro de Cl ₂	Disminución de la conversión. Disminución de la presión	Alarma de presión alta.	Derivar la línea de suministro de Cl ₂ por la línea paralela	
Fallo en el control de caudal de entrada de Cl ₂			Disminución de la conversión. Disminución de la presión	Alarma de caudal de entrada del cCl ₂	Revisión periódica del sistema de control		
Caudal de la solución benceno y catalizador		Fallo del control del caudal de entrada	Disminución de la presión. Nivel de líquido inferior al de diseño. Disminución de la conversión	Alarma de nivel bajo. Alarma de presión baja, Alarma de caudal de entrada de solución baja	Revisión periódica del sistema de control		
		Fallo de la bomba de suministro de la solución	Disminución de la presión. Nivel de líquido inferior al de diseño. Disminución de la conversión	Alarma de nivel bajo. Alarma de presión baja, Alarma de caudalímetro de la bomba bajo	Revisión del motor de variación de frecuencia de la bomba. Suministro de la solución a través de la línea doblada		



 CHLORBEN		HAZOP		Hoja 7 de 8		PLANTA DE PRODUCCIÓN DE CLOROBENCENO	
		REACTOR		Fecha: 31/05/17		Localidad: Igualada	
PALABRA GUÍA	DESVIACIÓN	CAUSAS	CONSECUENCIAS	SEÑALIZACIÓN	ACCIONES		
MENOS	Presión	Fallo del sistema de control de presión	Disminución de la conversión. Disminución de la presión. Disminución de la temperatura.	Alarma de presión baja. Alarma de temperatura baja	Revisión periódica del sistema de control		
		Fallo de la válvula de control	Disminución de la conversión. Disminución de la presión. Disminución de la temperatura.	Alarma de presión baja. Alarma de temperatura baja	Desviación del corriente por la línea paralela. Revisión del suministro de aire comprimido		
	Temperatura	Refrigerante entra a menos temperatura	Disminución de la conversión.	Alarma de temperatura baja	Actuación del sistema de control de temperatura		
		Fallo de la válvula de control, refrigerante entra en mayor proporción	Disminución de la conversión.	Alarma de caudal de refrigerante. Alarma de temperatura baja	Desviar el corriente de refrigerante por la línea paralela.		
PARTE DE	Presencia de impurezas en los reactivos	Pureza de los reactivos insuficiente	Disminución de la conversión.	n.a	Control de calidad de las materias primas		



 CHLORBEN		HAZOP		Hoja 8 de 8		PLANTA DE PRODUCCIÓN DE CLOROBENCENO	
		REACTOR		Fecha: 31/05/17		Localidad: Igualada	
PALABRA GUÍA	DESVIACIÓN	CAUSAS	CONSECUENCIAS	SEÑALIZACIÓN	ACCIONES		
INVERSO	Equilibrio desfavorable	Disminución del caudal de entrada del alimento	Disminución de la conversión	Alarma de caudal de entrada de alimento bajo	Actuación del sistema de control del alimento		
		Variación de la proporción de entrada de los alimentos	Disminución de la conversión. Disminución de la presión. Disminución de la temperatura.	Señalización en pantalla del caudal de entrada de cada reactivo	Actuación del sistema de control del alimento		
	Flujo de retorno	Fallo de la bomba de impulsión	Posible malbaratamiento de la bomba	Alarma de presión de la bomba	Instalación de válvulas anti-retorno a la salida de cada bomba		



 CHLORBEN		HAZOP		Hoja 1 de 2		PLANTA DE PRODUCCIÓN DE CLOROBENCENO	
		COLUMNA FALLING FILM		Fecha: 31/05/17		Localidad: Igualada	
PALABRA GUÍA	DESVIACIÓN	CAUSAS	CONSECUENCIAS	SEÑALIZACIÓN	ACCIONES		
NO	Caudal de servicio	Fallo del control de temperatura	La columna pasa a ser adiabática. Parte del agua hierve. Disminuye la eficiencia de absorción.	Error de control	Uso de válvula de regulación auxiliar		
		Fallo de las válvulas de la línea de servicio	La columna pasa a ser adiabática. Parte del agua hierve. Disminuye la eficiencia de absorción.	Indicador de temperatura	Uso de la válvula de regulación auxiliar		
		Fallo de servicio	La columna pasa a ser adiabática. Parte del agua hierve. Disminuye la eficiencia de absorción...	Indicador de temperatura	Si no se para el servicio rápidamente se deberá paralizar la columna		
	Caudal de agua	Fallo en el equipo de descalcificación	Acumulación de HCl gas en el sistema .Aumento de presión. Puede que el sistema de scrubbers no pueda hacer frente al aumento de venteo	Indicador de temperatura. Indicador de caudal	Hacer un bypass y usar agua de red directamente		
		Fallo en un control o válvula	Acumulación de HCl gas en el sistema .Aumento de presión. Puede que el sistema de scrubbers no pueda hacer frente al aumento de venteo	Indicador de temperatura Indicador de caudal	Uso de válvula auxiliar		

	HAZOP	Hoja 2 de 2	PLANTA DE PRODUCCIÓN DE CLOROBENCENO
---	--------------	-------------	--------------------------------------



		COLUMNA FALLING FILM		Fecha: 31/05/17	Localidad: Igualada
PALABRA GUÍA	DESVIACIÓN	CAUSAS	CONSECUENCIAS	SEÑALIZACIÓN	ACCIONES
INVERSO	Caudal de entrada y salida de gas	Fallo absorbedor adiabático	Acumulación de vapor en el absorbedor. Aumento de presión por encima de la presión de entrada	Indicador de temperatura	Uso de válvula manual del absorbedor para aliviar la presión
		Fallo de las válvulas de la línea de servicio	Se enfría la columna. Disminución de la producción. Puede aparecer condensado.	Indicador de temperatura	Uso de la válvula de regulación auxiliar
	Caudal de salida de líquido	Fallo en el control de nivel del separador	Inundación del separador. Inundación del absorbedor. Detención de la operación de absorción	Indicador de nivel	Uso de la válvula auxiliar del control de nivel del separador
MAS	Temperatura de salida	Fallo del control de temperatura	Parte del agua hierbe Disminuye la eficiencia de la columna	Error de control	Uso de la válvula de regulación auxiliar
		Fallo de las válvulas de la línea de servicio	Parte del agua hierbe Disminuye la eficiencia de la columna	Indicador de temperatura	Uso de la válvula de regulación auxiliar
		Fallo de servicio	Parte del agua hierbe Disminuye la eficiencia de la columna	Indicador de presión	Si no se repara el servicio rápidamente se deberá paralizar la columna
ADEMAS DE	Caudal de entrada de HCl vapor contiene HCl líquido	Fallo del evaporador o separador previo	Parte del agua hierbe y también parte del HCl líquido. Disminuye la eficiencia de la absorción	Indicador de temperatura	Disminución del caudal de entrada de HCl hasta que se resuelva el problema



		ABSORBEDOR ADIABÁTICO		Fecha: 31/05/17	
				Localidad: Igualada	
PALABRA GUÍA	DESVIACIÓN	CAUSAS	CONSECUENCIAS	SEÑALIZACIÓN	ACCIONES
NO	Entrada de agua descalcificada	Fallo control de densidad	Acumulación de HCl. Aumento de presión. Venteo	Error de control	Uso de válvula de regulación auxiliar
		Fallo de la válvula de control de densidad	Acumulación de HCl. Aumento de presión. Venteo	Indicador de caudal	Uso de la válvula de regulación auxiliar
		Fallo de servicio de descalcificación	Acumulación de HCl. Aumento de presión. Venteo	Indicador de caudal	Bypass con agua de red
	Venteo	Fallo del control de presión	Aumento o disminución de la presión	Error de control	Control manual de las válvulas de venteo
		Fallo de las válvulas del venteo partido	Aumento o disminución de la presión	Indicador de presión	Control manual de las válvulas de venteo auxiliares
INVERSO	Venteo	La red de venteo está a una presión superior a la del tanque	No se puede aliviar la presión. Al intentar hacer venteos la presión en el tanque aumenta. Posible contaminación	Indicador de presión del tanque y del sistema de venteo	Paralizar operaciones de venteo y esperar a que se solucionen el problema del sistema de venteo



		HAZOP		Hoja 1 de X	PLANTA DE PRODUCCIÓN DE CLOROBENCENO
		ABSORBEDOR ADIABÁTICO		Fecha: 31/05/17	Localidad: Igualada
PALABRA GUÍA	DESVIACIÓN	CAUSAS	CONSECUENCIAS	SEÑALIZACIÓN	ACCIONES
MÁS	Caudal de agua	Fallo control de densidad	Puede que se inunde la columna	Error de control	Uso de válvula de regulación auxiliar
		Fallo de la válvula de control de densidad	Acumulación de HCl. Aumento de presión. Venteo	Indicador de caudal	Uso de la válvula de regulación auxiliar
	Caudal de HCl	Fallo en el absorbedor isoterma	Puede que se inunde la columna	Indicador de presión	Disminuir la producción de HCl acuoso hasta solventar el problema
	Presión	Fallo del control de presión	Detención de la circulación de HCl por el área	Error de control	Control manual de las válvulas de venteo auxiliares
Fallo de las válvulas del venteo partido		Detención de la circulación de HCl por el área	Indicador de presión	Control manual de las válvulas de venteo auxiliares	
ADEMÁS DE	Agua descalcificada contaminada	Mal funcionamiento del servicio de descalcificación	El producto no tendrá la calidad deseada	Análisis periódico del producto	Disminuir la producción de HCl acuoso hasta solventar el problema
		Bypass con agua de red por fallida del servicio	El producto no tendrá la calidad deseada	Análisis periódico del producto	Disminuir la producción de HCl acuoso hasta solventar el problema

5.16 BIBLIOGRAFIA

- (1) **BOE.** Ministerio de la Presidencia, Boletín Oficial del Estado. *Gobierno de España*. Agencia Estatal, 2016. www.boe.es
- (2) **INSHT.** Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. www.insht.es
- (3) **Artículo 17 y 18.** Reglamento del almacenamiento de sustancias químicas. www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/TextosLegales/RD/2001/379_01/PDFs/ITC-MIE-APQ-1.pdf
- (4) **Sigma-aldrich. Seguridad de la planta** [en línea]. [Consulta: abril y mayo 2017]
<http://www.sigmaaldrich.com/spain.html>