



# PRODUCCIÓN DE CAPROLACTAMA



**UAB**  
Universitat Autònoma  
de Barcelona

**e** escola  
d'enginyeria

Laura Molina Gallego  
Pilar Ribatallada Ruiz  
Lara Ruiz Massanet  
Miren Saez Fernández de Gaceo  
Edu Valle Pérez  
**2013**

# INDICE

5.	SEGURIDAD E HIGIENE .....	1
5.1.	Introducción .....	1
5.2.	Clasificación de la planta .....	1
5.3.	Prevención de riesgos laborales .....	1
5.3.1.	Obligaciones del empresario .....	2
5.3.2.	Condiciones constructivas .....	2
5.3.3.	Orden, limpieza y mantenimiento. Señalización. ....	8
5.3.4.	Condiciones ambientales .....	9
5.3.5.	Iluminación de los lugares de trabajo .....	10
5.3.6.	Servicios higiénicos y locales de descanso .....	12
5.3.7.	Información a los trabajadores .....	15
5.4.	Manejo de sustancias químicas .....	16
5.4.1.	Etiquetas .....	16
5.4.2.	Fichas de seguridad .....	17
5.4.3.	Almacenamiento de sustancias químicas .....	39
5.5.	Señalización de la planta .....	44
5.5.1.	Definiciones .....	45
5.5.2.	Qué se debe señalar .....	46
5.5.3.	Colores de seguridad .....	47
5.5.4.	Señales en forma de panel .....	48
5.5.5.	Señales luminosos y acústicos.....	51
5.5.6.	Señales luminosos .....	51
5.5.7.	Señales acústicas .....	52
5.5.8.	Comunicaciones verbales .....	52
5.5.9.	Señales gestuales .....	52
5.5.10.	Diversas señalizaciones .....	55
5.5.11.	Señales emergentes .....	58

5.6.	Equipos de protección individual (EPI's) .....	59
5.6.1.	Descripción de los diferentes EPI's.....	60
5.6.2.	Cantidad y utilización de EPI's en planta .....	61
5.7.	Plan de Emergencia Interno (PEI).....	63
5.7.1.	Análisis del riesgo .....	65
5.7.2.	Medidas y medios de protección .....	66
5.7.3.	Manual de actuación en emergencias .....	66
5.7.4.	Implantación del PEI .....	67
5.7.5.	Simulacros .....	67
5.7.6.	Mantenimiento del PEI.....	67
5.8.	Protección contra incendios .....	68
5.8.1.	Normativa.....	68
5.8.2.	Caracterización del establecimiento industrial en relación con la seguridad contra incendios 70	
5.8.3.	Riesgo intrínseco de cada zona .....	72
5.8.4.	Medidas de prevención y extinción contra incendios.....	74
5.8.5.	Abastecimiento de agua contra incendio.....	82



## **5. SEGURIDAD E HIGIENE**

### **5.1. Introducción**

Dado que se trata de una industria química que emplea, almacena y transporta diferentes reactivos y tiene diferentes secciones como son los laboratorios, lavabos, oficinas, almacén, cuadros eléctricos... es necesario aplicar unas normativas de higiene y seguridad claras de acuerdo con la normativa vigente que garantice la seguridad de los trabajadores y de las infraestructuras.

Para ello será importante especificar, entre otros, la prevención y detección de riesgos laborales, el uso de químicos peligrosos, distancias de seguridad, seguridad contra incendios...

### **5.2. Clasificación de la planta**

Con el fin de identificar los riesgos que se derivan de la planta y así elaborar un plan de seguridad e higiene es preciso conocer cómo se clasifica la planta según la normativa. Para ello se observa en el Real Decreto 2414/1961, de 30 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas.

Según el Anexo II de este decreto la fabricación de caprolactama es una actividad insalubre, nociva y peligrosa, y se clasifica con la referencia 311 43, que se refiere a la obtención de productos por síntesis orgánica.

Mediante este Real Decreto se dan las pautas para evitar que estas actividades produzcan molestias o daños en el medio ambiente, en las persona y en los bienes públicos y privados.

En los siguientes apartados se irán desglosando las diferentes áreas en las que es necesario implantar las normativas vigentes.

### **5.3. Prevención de riesgos laborales**

Para la empresa es muy importante seguir unas normas de trabajo para minimizar el riesgo de sufrir accidentes laborales y garantizar unos mínimos de salubridad. El Real Decreto 486/1997 establece las disposiciones mínimas de seguridad y de salud aplicables a los lugares de trabajo.

La mayoría de los accidentes son evitables, y por tanto es esencial la colaboración de todo el personal, y su formación respecto a los diferentes riesgos. Por tanto, será importante que

periódicamente se les instruya en normativas de la empresa respecto a salud y seguridad, y se repartan fichas de información básica.

### **5.3.1. Obligaciones del empresario**

El empresario deberá adoptar las medidas necesarias para que la utilización de los lugares de trabajo no origine riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores o, si ello no fuera posible, para que tales riesgos se reduzcan al mínimo.

Para ello se basará en las disposiciones mínimas que establece el RD 486/1997, que organizadas en diferentes grupos.

### **5.3.2. Condiciones constructivas**

El diseño y las características constructivas de los lugares de trabajo deberán ofrecer seguridad frente a los riesgos de resbalones o caídas, choques o golpes contra objetos y derrumbamientos o caídas de materiales sobre los trabajadores. También deberán facilitar el control de las situaciones de emergencia, en especial en caso de incendio, y posibilitar, cuando sea necesario, la rápida y segura evacuación de los trabajadores.

Particularmente deberán cumplir los siguientes requisitos:

- Seguridad estructural
  - Los edificios y locales de los lugares de trabajo deberán poseer la estructura y solidez apropiadas a su tipo de utilización. Para las condiciones de uso previstas, todos sus elementos, estructurales o de servicio, incluidas las plataformas de trabajo, escaleras y escalas, deberán:
    - Tener la solidez y la resistencia necesarias para soportar las cargas o esfuerzos a que sean sometidos.
    - Disponer de un sistema de armado, sujeción o apoyo que asegure su estabilidad.
  - Se prohíbe sobrecargar los elementos citados en el apartado anterior. El acceso a techos o cubiertas que no ofrezcan suficientes garantías de resistencia solo podrá autorizarse cuando se proporcionen los equipos necesarios para que el trabajo pueda realizarse de forma segura.
- Espacios de trabajo y zonas peligrosas
  - Las dimensiones de los locales de trabajo deberán permitir que los trabajadores realicen su trabajo sin riesgos para su seguridad y salud y en condiciones ergonómicas aceptables. Sus dimensiones mínimas serán las siguientes:

- a. 3 metros de altura desde el piso hasta el techo. No obstante, en locales comerciales, de servicios, oficinas y despachos, la altura podrá reducirse a 2,5 metros.
  - b. 2 metros cuadrados de superficie libre por trabajador.
  - c. 10 metros cúbicos, no ocupados, por trabajador.
- La separación entre los elementos materiales existentes en el puesto de trabajo será suficiente para que los trabajadores puedan ejecutar su labor en condiciones de seguridad, salud y bienestar. Cuando, por razones inherentes al puesto de trabajo, el espacio libre disponible no permita que el trabajador tenga la libertad de movimientos necesaria para desarrollar su actividad, deberá disponer de espacio adicional suficiente en las proximidades del puesto de trabajo.
- Deberán tomarse las medidas adecuadas para la protección de los trabajadores autorizados a acceder a las zonas de los lugares de trabajo donde la seguridad de los trabajadores pueda verse afectada por riesgos de caída, caída de objetos y contacto o exposición a elementos agresivos. Asimismo, deberá disponerse, en la medida de lo posible, de un sistema que impida que los trabajadores no autorizados puedan acceder a dichas zonas.
- Las zonas de los lugares de trabajo en las que exista riesgo de caída, de caída de objetos o de contacto o exposición a elementos agresivos, deberán estar claramente señalizadas.
  - Suelos, aberturas y desniveles, y barandillas
- Los suelos de los locales de trabajo deberán ser fijos, estables y no resbaladizos, sin irregularidades ni pendientes peligrosas.
- Las aberturas o desniveles que supongan un riesgo de caída de personas se protegerán mediante barandillas u otros sistemas de protección de seguridad equivalente, que podrán tener partes móviles cuando sea necesario disponer de acceso a la abertura. Deberán protegerse, en particular:
  - Las aberturas en los suelos.
  - Las aberturas en paredes o tabiques, siempre que su situación y dimensiones suponga riesgo de caída de personas, y las plataformas, muelles o estructuras similares. La protección no será obligatoria, sin embargo, si la altura de caída es inferior a 2 metros.
  - Los lados abiertos de las escaleras y rampas de más de 60 centímetros de altura. Los lados cerrados tendrán un pasamano, a una altura mínima de 90 centímetros, si la anchura de la escalera es mayor de 1,2 metros; si es menor, pero ambos lados son cerrados, al menos uno de los dos llevará pasamanos.

- Las barandillas serán de materiales rígidos, tendrán una altura mínima de 90 centímetros y dispondrán de una protección que impida el paso o deslizamiento por debajo de las mismas o la caída de objetos sobre personas.
- - Tabiques, ventanas y vanos
- Los tabiques transparentes o translúcidos y, en especial, los tabiques acristalados situados en los locales o en las proximidades de los puestos de trabajo y vías de circulación, deberán estar claramente señalizados y fabricados con materiales seguros, o bien estar separados de dichos puestos y vías, para impedir que los trabajadores puedan golpearse con los mismos o lesionarse en caso de rotura.
- Los trabajadores deberán poder realizar de forma segura las operaciones de abertura, cierre, ajuste o fijación de ventanas, vanos de iluminación cenital y dispositivos de ventilación. Cuando estén abiertos no deberán colocarse de tal forma que puedan constituir un riesgo para los trabajadores.
- Las ventanas y vanos de iluminación cenital deberán poder limpiarse sin riesgo para los trabajadores que realicen esta tarea o para los que se encuentren en el edificio y sus alrededores. Para ello deberán estar dotados de los dispositivos necesarios o haber sido proyectados integrando los sistemas de limpieza.
  - Vías de circulación
- Las vías de circulación de los lugares de trabajo, tanto las situadas en el exterior de los edificios y locales como en el interior de los mismos, incluidas las puertas, pasillos, escaleras, escalas fijas, rampas y muelles de carga, deberán poder utilizarse conforme a su uso previsto, de forma fácil y con total seguridad para los peatones o vehículos que circulen por ellas y para el personal que trabaje en sus proximidades.
- A efectos de lo dispuesto en el apartado anterior, el número, situación, dimensiones y condiciones constructivas de las vías de circulación de personas o de materiales deberán adecuarse al número potencial de usuarios y a las características de la actividad y del lugar de trabajo.
 

En el caso de los muelles y rampas de carga deberá tenerse especialmente en cuenta la dimensión de las cargas transportadas.
- La anchura mínima de las puertas exteriores y de los pasillos será de 80 centímetros y 1 metro, respectivamente.
- La anchura de las vías por las que puedan circular medios de transporte y peatones deberá permitir su paso simultáneo con una separación de seguridad suficiente.
- Las vías de circulación destinadas a vehículos deberán pasar a una distancia suficiente de las puertas, portones, zonas de circulación de peatones, pasillos y escaleras.



- Los muelles de carga deberán tener al menos una salida, o una en cada extremo cuando tengan gran longitud y sea técnicamente posible.
- Siempre que sea necesario para garantizar la seguridad de los trabajadores, el trazado de las vías de circulación deberá estar claramente señalizado.

- Puertas y portones

- Las puertas transparentes deberán tener una señalización a la altura de la vista.
- Las superficies transparentes o translúcidas de las puertas y portones que no sean de material de seguridad deberán protegerse contra la rotura cuando ésta pueda suponer un peligro para los trabajadores.
- Las puertas y portones de vaivén deberán ser transparentes o tener partes transparentes que permitan la visibilidad de la zona a la que se accede.
- Las puertas correderas deberán ir provistas de un sistema de seguridad que les impida salirse de los carriles y caer.
- Las puertas y portones que se abran hacia arriba estarán dotados de un sistema de seguridad que impida su caída.
- Las puertas y portones mecánicos deberán funcionar sin riesgo para los trabajadores. Tendrán dispositivos de parada de emergencia de fácil identificación y acceso, y podrán abrirse de forma manual, salvo si se abren automáticamente en caso de avería del sistema de emergencia.
- Las puertas de acceso a las escaleras no se abrirán directamente sobre sus escalones sino sobre descansos de anchura al menos igual a la de aquéllos.
- Los portones destinados básicamente a la circulación de vehículos deberán poder ser utilizados por los peatones sin riesgos para su seguridad, o bien deberán disponer en su proximidad inmediata de puertas destinadas a tal fin, expeditas y claramente señalizadas.

- Rampas, escaleras fijas y de servicio

- Los pavimentos de las rampas, escaleras y plataformas de trabajo serán de materiales no resbaladizos o dispondrán de elementos antideslizantes.
- En las escaleras o plataformas con pavimentos perforados la abertura máxima de los intersticios será de 8 milímetros.
- Las rampas tendrán una pendiente máxima del 12% cuando su longitud sea menor que 3 metros, del 10% cuando su longitud sea menor que 10 metros o del 8% en el resto de los casos.
- Las escaleras tendrán una anchura mínima de 1 metro, excepto en las de servicio, que será de 55 centímetros.

- Los peldaños de una escalera tendrán las mismas dimensiones. Se prohíben las escaleras de caracol excepto si son de servicio.
- Los escalones de las escaleras que no sean de servicio tendrán una huella comprendida entre 23 y 36 centímetros, y una contrahuella entre 13 y 20 centímetros. Los escalones de las escaleras de servicio tendrán una huella mínima de 15 centímetros y una contrahuella máxima de 25 centímetros.
- La altura máxima entre los descansos de las escaleras será de 3,7 metros. La profundidad de los descansos intermedios, medida en dirección a la escalera, no será menor que la mitad de la anchura de ésta, ni de 1 metro. El espacio libre vertical desde los peldaños no será inferior a 2,2 metros.
- Las escaleras mecánicas y cintas rodantes deberán tener las condiciones de funcionamiento y dispositivos necesarios para garantizar la seguridad de los trabajadores que las utilicen. Sus dispositivos de parada de emergencia serán fácilmente identificables y accesibles.

- Escaleras fijas

- La anchura mínima de las escalas fijas será de 40 centímetros y la distancia máxima entre peldaños de 30 centímetros.
- En las escalas fijas la distancia entre el frente de los escalones y las paredes más próximas al lado del ascenso será, por lo menos, de 75 centímetros. La distancia mínima entre la parte posterior de los escalones y el objeto fijo más próximo será de 16 centímetros. Habrá un espacio libre de 40 centímetros a ambos lados del eje de la escala si no está provista de jaulas u otros dispositivos equivalentes.
- Cuando el paso desde el tramo final de una escala fija hasta la superficie a la que se desea acceder suponga un riesgo de caída por falta de apoyos, la barandilla o lateral de la escala se prolongará al menos 1 metro por encima del último peldaño o se tomarán medidas alternativas que proporcionen una seguridad equivalente.
- Las escalas fijas que tengan una altura superior a 4 metros dispondrán, al menos a partir de dicha altura, de una protección circundante. Esta medida no será necesaria en conductos, pozos angostos y otras instalaciones que, por su configuración, ya proporcionen dicha protección.
- Si se emplean escalas fijas para alturas mayores de 9 metros se instalarán plataformas de descanso cada 9 metros o fracción.

- Vías y salidas de evacuación

- Las vías y salidas de evacuación, así como las vías de circulación y las puertas que den acceso a ellas, se ajustarán a lo dispuesto en su normativa específica.

En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, dichas vías y salidas deberán satisfacer las condiciones que se establecen en los siguientes puntos de este apartado.

- Las vías y salidas de evacuación deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en el exterior o en una zona de seguridad.
- En caso de peligro, los trabajadores deberán poder evacuar todos los lugares de trabajo rápidamente y en condiciones de máxima seguridad.
- El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de evacuación dependerán del uso, de los equipos y de las dimensiones de los lugares de trabajo, así como del número máximo de personas que puedan estar presentes en los mismos.
- Las puertas de emergencia deberán abrirse hacia el exterior y no deberán estar cerradas, de forma que cualquier persona que necesite utilizarlas en caso de urgencia pueda abrirlas fácil e inmediatamente. Estarán prohibidas las puertas específicamente de emergencia que sean correderas o giratorias.
- Las puertas situadas en los recorridos de las vías de evacuación deberán estar señalizadas de manera adecuada. Se deberán poder abrir en cualquier momento desde el interior sin ayuda especial. Cuando los lugares de trabajo estén ocupados, las puertas deberán poder abrirse.
- Las vías y salidas específicas de evacuación deberán señalizarse conforme a lo establecido en el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Esta señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y ser duradera.
- Las vías y salidas de evacuación, así como las vías de circulación que den acceso a ellas, no deberán estar obstruidas por ningún objeto de manera que puedan utilizarse sin trabas en cualquier momento. Las puertas de emergencia no deberán cerrarse con llave.
- En caso de avería de la iluminación, las vías y salidas de evacuación que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.

- Condiciones de protección contra incendios

- Los lugares de trabajo deberán ajustarse a lo dispuesto en la normativa que resulte de aplicación sobre condiciones de protección contra incendios. En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, dichos lugares deberán satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.
- Según las dimensiones y el uso de los edificios, los equipos, las características físicas y químicas de las sustancias existentes, así como el número máximo de personas que

puedan estar presentes, los lugares de trabajo deberán estar equipados con dispositivos adecuados para combatir los incendios y, si fuere necesario, con detectores contra incendios y sistemas de alarma.

- Los dispositivos no automáticos de lucha contra los incendios deberán ser de fácil acceso y manipulación. Dichos dispositivos deberán señalizarse conforme a lo dispuesto en el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y ser duradera.

- **Instalación eléctrica**

- La instalación eléctrica de los lugares de trabajo deberá ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica. En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, dicha instalación deberá satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.
- La instalación eléctrica no deberá entrañar riesgos de incendio o explosión. Los trabajadores deberán estar debidamente protegidos contra los riesgos de accidente causados por contactos directos o indirectos.
- La instalación eléctrica y los dispositivos de protección deberán tener en cuenta la tensión, los factores externos condicionantes y la competencia de las personas que tengan acceso a partes de la instalación.

- **Minusválidos**

Los lugares de trabajo y, en particular, las puertas, vías de circulación, escaleras, servicios higiénicos y puestos de trabajo, utilizados u ocupados por trabajadores minusválidos, deberán estar acondicionados para que dichos trabajadores puedan utilizarlos.

### **5.3.3. Orden, limpieza y mantenimiento. Señalización.**

- Las zonas de paso, salidas y vías de circulación de los lugares de trabajo y, en especial, las salidas y vías de circulación previstas para la evacuación en casos de emergencia, deberán permanecer libres de obstáculos de forma que sea posible utilizarlas sin dificultades en todo momento.
- Los lugares de trabajo, incluidos los locales de servicio, y sus respectivos equipos e instalaciones, se limpiarán periódicamente y siempre que sea necesario para mantenerlos en todo momento en condiciones higiénicas adecuadas. A tal fin, las características de los suelos, techos y paredes serán tales que permitan dicha limpieza y mantenimiento.

Se eliminarán con rapidez los desperdicios, las manchas de grasa, los residuos de

sustancias peligrosas y demás productos residuales que puedan originar accidentes o contaminar el ambiente de trabajo.

- Las operaciones de limpieza no deberán constituir por si mismas una fuente de riesgo para los trabajadores que las efectúen o para terceros, realizándose a tal fin en los momentos, de la forma y con los medios más adecuados.
- Los lugares de trabajo y, en particular, sus instalaciones, deberán ser objeto de un mantenimiento periódico, de forma que sus condiciones de funcionamiento satisfagan siempre las especificaciones del proyecto, subsanándose con rapidez las deficiencias que puedan afectar a la seguridad y salud de los trabajadores. Si se utiliza una instalación de ventilación, deberá mantenerse en buen estado de funcionamiento y un sistema de control deberá indicar toda avería siempre que sea necesario para la salud de los trabajadores. En el caso de las instalaciones de protección, el mantenimiento deberá incluir el control de su funcionamiento.

#### **5.3.4. Condiciones ambientales**

- La exposición a las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no deberá suponer un riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores.
- Asimismo, y en la medida de lo posible, las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no deben constituir una fuente de incomodidad o molestia para los trabajadores. A tal efecto, deberán evitarse las temperaturas y las humedades extremas, los cambios bruscos de temperatura, las corrientes de aire molestas, los olores desagradables, la irradiación excesiva y, en particular, la radiación solar a través de ventanas, luces o tabiques acristalados.
- En los locales de trabajo cerrados deberán cumplirse, en particular, las siguientes condiciones:
  - La temperatura de los locales donde se realicen trabajos sedentarios propios de oficinas o similares estará comprendida entre 17 y 27 °C. La temperatura de los locales donde se realicen trabajos ligeros estará comprendida entre 14 y 25° C.
  - La humedad relativa estará comprendida entre el 30 y el 70%, excepto en los locales donde existan riesgos por electricidad estática en los que el límite inferior será el 50%.
  - Los trabajadores no deberán estar expuestos de forma frecuente o continuada a corrientes de aire cuya velocidad exceda los siguientes límites:
    - Trabajos en ambientes no calurosos: 0,25 m/s.
    - Trabajos sedentarios en ambientes calurosos: 0,5 m/s.

- Trabajos no sedentarios en ambientes calurosos: 0,75 m/s.

Estos límites no se aplicarán a las corrientes de aire expresamente utilizadas para evitar el estrés en exposiciones intensas al calor, ni a las corrientes de aire acondicionado, para las que el límite será de 0,25 m/s en el caso de trabajos sedentarios y 0,35 m/s en los demás casos.

- Sin perjuicio de lo dispuesto en relación a la ventilación de determinados locales en el Real Decreto 1618/1980, de 4 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Calefacción, Climatización y Agua Caliente Sanitaria, la renovación mínima del aire de los locales de trabajo, será de 30 metros cúbicos de aire limpio por hora y trabajador, en el caso de trabajos sedentarios en ambientes no calurosos ni contaminados por humo de tabaco y de 50 metros cúbicos, en los casos restantes, a fin de evitar el ambiente viciado y los olores desagradables.

El sistema de ventilación empleado y, en particular, la distribución de las entradas de aire limpio y salidas de aire viciado, deberán asegurar una efectiva renovación del aire del local de trabajo.

- A efectos de la aplicación de lo establecido en el apartado anterior deberán tenerse en cuenta las limitaciones o condicionantes que puedan imponer, en cada caso, las características particulares del propio lugar de trabajo, de los procesos u operaciones que se desarrollen en él y del clima de la zona en la que esté ubicado. En cualquier caso, el aislamiento térmico de los locales cerrados debe adecuarse a las condiciones climáticas propias del lugar.
- En los lugares de trabajo al aire libre y en los locales de trabajo que, por la actividad desarrollada, no puedan quedar cerrados, deberán tomarse medidas para que los trabajadores puedan protegerse, en la medida de lo posible, de las inclemencias del tiempo.

### **5.3.5. Iluminación de los lugares de trabajo**

La iluminación de los lugares de trabajo deberá permitir que los trabajadores dispongan de condiciones de visibilidad adecuadas para poder circular por los mismos y desarrollar en ellos sus actividades sin riesgo para su seguridad y salud.

- La iluminación de cada zona o parte de un lugar de trabajo deberá adaptarse a las características de la actividad que se efectúe en ella, teniendo en cuenta:
  - Los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores dependientes de las condiciones de visibilidad.
  - Las exigencias visuales de las tareas desarrolladas.

- Siempre que sea posible, los lugares de trabajo tendrán una iluminación natural, que deberá complementarse con una iluminación artificial cuando la primera, por sí sola, no garantice las condiciones de visibilidad adecuadas. En tales casos se utilizará preferentemente la iluminación artificial general, complementada a su vez con una localizada cuando en zonas concretas se requieran niveles de iluminación elevados.
- Los niveles mínimos de iluminación de los lugares de trabajo serán los establecidos en la siguiente tabla:

**Tabla 5.3.1.** Resumen iluminación en diferentes lugares.

<b>Zona o parte del lugar de trabajo</b>	<b>Nivel mínimo de iluminación (lux)</b>
Zonas donde se ejecuten tareas con:	
1.º Bajas exigencias visuales	100
2.º Exigencias visuales moderadas	200
3.º Exigencias visuales altas	500
4.º Exigencias visuales muy altas	1000
Áreas o locales de uso ocasional	50
Áreas o locales de uso habitual	100
Vías de circulación de uso ocasional	25
Vías de circulación de uso habitual	50

- Estos niveles mínimos deberán duplicarse cuando concurren las siguientes circunstancias:
  - En las áreas o locales de uso general y en las vías de circulación, cuando por sus características, estado u ocupación, existan riesgos apreciables de caídas, choques u otros accidentes.
  - En las zonas donde se efectúen tareas, cuando un error de apreciación visual durante la realización de las mismas pueda suponer un peligro para el trabajador que las ejecuta o para terceros o cuando el contraste de luminancias o de color entre el objeto a visualizar y el fondo sobre el que se encuentra sea muy débil.

No obstante lo señalado en los párrafos anteriores, estos límites no serán aplicables en aquellas actividades cuya naturaleza lo impida.
- La iluminación de los lugares de trabajo deberá cumplir, además, en cuanto a su distribución y otras características, las siguientes condiciones:
  - La distribución de los niveles de iluminación será lo más uniforme posible.

- Se procurará mantener unos niveles y contrastes de luminancia adecuados a las exigencias visuales de la tarea, evitando variaciones bruscas de luminancia dentro de la zona de operación y entre ésta y sus alrededores.
  - Se evitarán los deslumbramientos directos producidos por la luz solar o por fuentes de luz artificial de alta luminancia. En ningún caso éstas se colocarán sin protección en el campo visual del trabajador.
  - Se evitarán, asimismo, los deslumbramientos indirectos producidos por superficies reflectantes situadas en la zona de operación o sus proximidades.
  - No se utilizarán sistemas o fuentes de luz que perjudiquen la percepción de los contrastes, de la profundidad o de la distancia entre objetos en la zona de trabajo, que produzcan una impresión visual de intermitencia o que puedan dar lugar a efectos estroboscópicos.
- Los lugares de trabajo, o parte de los mismos, en los que un fallo del alumbrado normal suponga un riesgo para la seguridad de los trabajadores dispondrán de un alumbrado de emergencia de evacuación y de seguridad.
  - Los sistemas de iluminación utilizados no deben originar riesgos eléctricos, de incendio o de explosión, cumpliendo, a tal efecto, lo dispuesto en la normativa específica vigente.

#### **5.3.6. Servicios higiénicos y locales de descanso**

- Agua potable
- Los lugares de trabajo dispondrán de agua potable en cantidad suficiente y fácilmente accesible. Se evitará toda circunstancia que posibilite la contaminación del agua potable. En las fuentes de agua se indicará si ésta es o no potable, siempre que puedan existir dudas al respecto.
- Vestuarios, duchas, lavabos y retretes
- Los lugares de trabajo dispondrán de vestuarios cuando los trabajadores deban llevar ropa especial de trabajo y no se les pueda pedir, por razones de salud o decoro, que se cambien en otras dependencias.
- Los vestuarios estarán provistos de asientos y de armarios o taquillas individuales con llave, que tendrán la capacidad suficiente para guardar la ropa y el calzado. Los armarios o taquillas para la ropa de trabajo y para la de calle estarán separados cuando



ello sea necesario por el estado de contaminación, suciedad o humedad de la ropa de trabajo.

- Cuando los vestuarios no sean necesarios, los trabajadores deberán disponer de colgadores o armarios para colocar su ropa.
- Los lugares de trabajo dispondrán, en las proximidades de los puestos de trabajo y de los vestuarios, de locales de aseo con espejos, lavabos con agua corriente, caliente si es necesario, jabón y toallas individuales u otro sistema de secado con garantías higiénicas. Dispondrán además de duchas de agua corriente, caliente y fría, cuando se realicen habitualmente trabajos sucios, contaminantes o que originen elevada sudoración. En tales casos, se suministrarán a los trabajadores los medios especiales de limpieza que sean necesarios.
- Si los locales de aseo y los vestuarios están separados, la comunicación entre ambos deberá ser fácil.
- Los lugares de trabajo dispondrán de retretes, dotados de lavabos, situados en las proximidades de los puestos de trabajo, de los locales de descanso, de los vestuarios y de los locales de aseo, cuando no estén integrados en éstos últimos.
- Los retretes dispondrán de descarga automática de agua y papel higiénico. En los retretes que hayan de ser utilizados por mujeres se instalarán recipientes especiales y cerrados. Las cabinas estarán provistas de una puerta con cierre interior y de una percha.
- Las dimensiones de los vestuarios, de los locales de aseo, así como las respectivas dotaciones de asientos, armarios o taquillas, colgadores, lavabos, duchas e inodoros, deberán permitir la utilización de estos equipos e instalaciones sin dificultades o molestias, teniendo en cuenta en cada caso el número de trabajadores que vayan a utilizarlos simultáneamente.
- Los locales, instalaciones y equipos mencionados en el apartado anterior serán de fácil acceso, adecuados a su uso y de características constructivas que faciliten su limpieza.
- Los vestuarios, locales de aseos y retretes estarán separados para hombres y mujeres, o deberá preverse una utilización por separado de los mismos. No se utilizarán para usos distintos de aquellos para los que estén destinados.

- Locales de descanso

- Cuando la seguridad o la salud de los trabajadores lo exijan, en particular en razón del tipo de actividad o del número de trabajadores, éstos dispondrán de un local de descanso de fácil acceso.
- Lo dispuesto en el apartado anterior no se aplicará cuando el personal trabaje en despachos o en lugares de trabajo similares que ofrezcan posibilidades de descanso equivalentes durante las pausas.

- Las dimensiones de los locales de descanso y su dotación de mesas y asientos con respaldos serán suficientes para el número de trabajadores que deban utilizarlos simultáneamente.
- Las trabajadoras embarazadas y madres lactantes deberán tener la posibilidad de descansar tumbadas en condiciones adecuadas.
- Los lugares de trabajo en los que sin contar con locales de descanso, el trabajo se interrumpa regular y frecuentemente, dispondrán de espacios donde los trabajadores puedan permanecer durante esas interrupciones, si su presencia durante las mismas en la zona de trabajo supone un riesgo para su seguridad o salud o para la de terceros.
- Tanto en los locales de descanso como en los espacios mencionados en el apartado anterior deberán adoptarse medidas adecuadas para la protección de los no fumadores contra las molestias originadas por el humo del tabaco.
- Cuando existan dormitorios en el lugar de trabajo, éstos deberán reunir las condiciones de seguridad y salud exigidas para los lugares de trabajo en este Real Decreto y permitir el descanso del trabajador en condiciones adecuadas.
  - Locales provisionales y trabajos al aire libre
- En los trabajos al aire libre, cuando la seguridad o la salud de los trabajadores lo exijan, en particular en razón del tipo de actividad o del número de trabajadores, éstos dispondrán de un local de descanso de fácil acceso.
- En los trabajos al aire libre en los que exista un alejamiento entre el centro de trabajo y el lugar de residencia de los trabajadores, que les imposibilite para regresar cada día a la misma, dichos trabajadores dispondrán de locales adecuados destinados a dormitorios y comedores.
- Los dormitorios y comedores deberán reunir las condiciones necesarias de seguridad y salud y permitir el descanso y la alimentación de los trabajadores en condiciones adecuadas.
  - Material y locales de primeros auxilios
- Los lugares de trabajo dispondrán de material para primeros auxilios en caso de accidente, que deberá ser adecuado, en cuanto a su cantidad y características, al número de trabajadores, a los riesgos a que estén expuestos y a las facilidades de acceso al centro de asistencia médica más próximo. El material de primeros auxilios deberá adaptarse a las atribuciones profesionales del personal habilitado para su prestación.
- La situación o distribución del material en el lugar de trabajo y las facilidades para acceder al mismo y para, en su caso, desplazarlo al lugar del accidente, deberán

garantizar que la prestación de los primeros auxilios pueda realizarse con la rapidez que requiera el tipo de daño previsible.

- Sin perjuicio de lo dispuesto en los apartados anteriores, todo lugar de trabajo deberá disponer, como mínimo, de un botiquín portátil que contenga desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, venda, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas y guantes desechables.
- El material de primeros auxilios se revisará periódicamente y se irá reponiendo tan pronto como caduque o sea utilizado.
- Los lugares de trabajo de más de 50 trabajadores deberán disponer de un local destinado a los primeros auxilios y otras posibles atenciones sanitarias. También deberán disponer del mismo los lugares de trabajo de más de 25 trabajadores para los que así lo determine la autoridad laboral, teniendo en cuenta la peligrosidad de la actividad desarrollada y las posibles dificultades de acceso al centro de asistencia médica más próximo.
- Los locales de primeros auxilios dispondrán, como mínimo, de un botiquín, una camilla y una fuente de agua potable. Estarán próximos a los puestos de trabajo y serán de fácil acceso para las camillas.
- El material y locales de primeros auxilios deberán estar claramente señalizados.

#### **5.3.7. Información a los trabajadores**

El empresario deberá garantizar que los trabajadores y los representantes de los trabajadores reciban una información adecuada sobre las medidas de prevención y protección.

## 5.4. Manejo de sustancias químicas

Por ser ésta una planta dedicada a la producción de sustancias químicas se ha de elaborar una lista detallada de todos los reactivos y productos que intervienen en la producción de la caprolactama, para así elaborar un plan de gestión que minimice el riesgo de accidente. Para ello, y en base a sus propiedades, se diseñarán diferentes procedimientos para su almacenamiento, desecho y utilización.

Las sustancias químicas que toman parte en este proceso son las siguientes:

- Reactivos: Ciclohexanona, Hidrógeno, Óleum, Ácido Nítrico, Amoníaco Anhidro.
- Catalizadores e inertes: Catalizador (2% Pd/C Pasta), Tolueno
- Productos: Caprolactama
- Subproductos: Sulfato de amonio

### 5.4.1. Etiquetas

El etiquetado de sustancias químicas es necesario para que queden identificadas y se minimicen los riesgos. Cada etiqueta debe mostrar la siguiente información según el *Reglamento (CE) n° 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008*, en el Capítulo 1, Artículo 17:

- El nombre, la dirección y el número de teléfono del proveedor o proveedores.
- La 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 del producto.
- Cuando proceda los pictogramas de peligro.
- Cuando proceda las palabras de advertencia.
- cuando proceda las indicaciones de peligro.
- Cuando proceda los consejos de prudencia apropiados.
- Cuando proceda, una sección de información suplementaria.

## 5.4.2. Fichas de seguridad

- Ácido nítrico

### ACIDO NITRICO 60% 40 ° BE PRS

Ficha de datos de seguridad (FDS)

Fecha de revisión: 14/4/2008

Página 1 de 6



#### **1. IDENTIFICACIÓN DE LA SUSTANCIA O EL PREPARADO Y DE LA SOCIEDAD O EMPRESA.**

##### **1.1 Identificación de la sustancia o el preparado.**

Nombre: ACIDO NITRICO 60% 40 ° BE PRS  
Código: A0500

##### **1.2 Uso de la sustancia o del preparado.**

##### **1.3 Identificación de la empresa.**

Empresa: Rams-Martínez, S.L. [Group T3]  
Dirección: Torrent d'en Baiell, 36  
Población: SENTMENAT  
Provincia: Barcelona  
Teléfono: +34 937152001  
Fax: +34 937152379  
E-mail: msds@groupt3.com

##### **1.4 Teléfono de urgencias: 915620420**

#### **2. IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS.**

Peligro de fuego en contacto con materias combustibles.  
Provoca quemaduras graves.

#### **3. COMPOSICIÓN/INFORMACIÓN DE LOS COMPONENTES.**

Sustancias peligrosas para la salud o el medio ambiente de acuerdo con la Directiva 67/548/CEE:

<i>nº índice</i>	<i>nº CAS</i>	<i>nº CE</i>	<i>nº registro</i>	<i>Nombre</i>	<i>Concentración</i>	<i>Simbolos</i>	<i>Frases R *</i>
007-004-00-1	7697-37-2	231-714-2		ácido nítrico ... %	20 - 75 %	O C	R8 R35

\* El texto completo de las frases R se detalla en el apartado 16 de esta Ficha de Seguridad.

#### **4. PRIMEROS AUXILIOS.**

En los casos de duda, o cuando persistan los síntomas de malestar, solicitar atención médica. No administrar nunca nada por vía oral a personas que se encuentren inconscientes.

##### **Inhalación.**

Situar al accidentado al aire libre, mantenerle caliente y en reposo, si la respiración es irregular o se detiene, practicar respiración artificial. No administrar nada por la boca. Si está inconsciente, ponerle en una posición adecuada y buscar ayuda médica.

##### **Contacto con los ojos.**

**ACIDO NITRICO 60% 40 ° BE PRS**

Ficha de datos de seguridad (FDS)



Fecha de revisión: 14/4/2008

Página 2 de 6

En caso de llevar lentes de contacto, quitarlas. Lavar abundantemente los ojos con agua limpia y fresca durante, por lo menos, 10 minutos, tirando hacia arriba de los párpados y buscar asistencia médica.

**Contacto con la piel.**

Quitar la ropa contaminada. Lavar la piel vigorosamente con agua y jabón o un limpiador de piel adecuado. **NUNCA** utilizar disolventes o diluyentes.

**Ingestión.**

Si accidentalmente se ha ingerido, buscar inmediatamente atención médica. Mantenerle en reposo. **NUNCA** provocar el vómito.

**5. MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS.****Medios de extinción recomendados.**

Pulverizador o CO<sub>2</sub>. En caso de incendios más graves también espuma resistente al alcohol y agua pulverizada. No usar para la extinción chorro directo de agua.

**Riesgos especiales.**

El fuego puede producir un espeso humo negro. Como consecuencia de la descomposición térmica, pueden formarse productos peligrosos: monóxido de carbono, dióxido de carbono. La exposición a los productos de combustión o descomposición puede ser perjudicial para la salud.

**Equipo de protección contra incendios.**

Según la magnitud del incendio, puede ser necesario el uso de trajes de protección contra el calor, equipo respiratorio autónomo, guantes, gafas protectoras o máscaras faciales y botas.

**Otras recomendaciones.**

Refrigerar con agua los tanques, cisternas o recipientes próximos a la fuente de calor o fuego. Tener en cuenta la dirección del viento. Evitar que los productos utilizados en la lucha contra incendio, pasen a desagües, alcantarillas o cursos de agua.

**6. MEDIDAS A TOMAR EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL.****Precauciones individuales.**

Eliminar los posibles puntos de ignición y ventilar la zona. No fumar. Evitar respirar los vapores. Para control de exposición y medidas de protección individual, ver epígrafe 8.

**Métodos de limpieza.**

Recoger el vertido con materiales absorbentes no combustibles (tierra, arena, vermiculita, tierra de diatomeas...). Verter el producto y el absorbente en un contenedor adecuado. La zona contaminada debe limpiarse inmediatamente con un descontaminante adecuado. Echar el descontaminante a los restos y dejarlo durante varios días hasta que no se produzca reacción, en un envase sin cerrar. Para la posterior eliminación de los residuos, seguir las recomendaciones del epígrafe 13.

**Precauciones para la protección del medio ambiente.**

Evitar la contaminación de desagües, aguas superficiales o subterráneas, así como del suelo. En caso de producirse grandes vertidos o si el producto contamina lagos, ríos o alcantarillas, informar a las autoridades competentes, según la legislación local.

**7. MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO.****7.1 Manipulación.**

Los vapores son más pesados que el aire y pueden extenderse por el suelo. Pueden formar mezclas explosivas con el aire. Evitar la creación de concentraciones del vapor en el aire, inflamables o explosivos; evitar concentraciones del vapor superiores a los límites de exposición durante el trabajo. El preparado sólo debe utilizarse en zonas en las cuales se hayan eliminado toda llama desprotegida y otros puntos de ignición. El equipo eléctrico ha de estar protegido según las normas adecuadas.

El preparado puede cargarse electrostáticamente: utilizar siempre tomas de tierra cuando se trasvase el producto. Los operarios deben llevar calzado y ropa antiestáticos, y los suelos deben ser conductores.

Mantener el envase bien cerrado, aislado de fuentes de calor, chispas y fuego. No se emplearan herramientas que puedan producir chispas.

Evitar que el preparado entre en contacto con la piel y ojos. Evitar la inhalación de vapor y las nieblas que se producen durante el pulverizado.

Para la protección personal, ver epígrafe 8. No emplear nunca presión para vaciar los envases, no son recipientes resistentes a la presión.

En la zona de aplicación debe estar prohibido fumar, comer y beber.

Cumplir con la legislación sobre seguridad e higiene en el trabajo.

**ACIDO NITRICO 60% 40 ° BE PRS**

Ficha de datos de seguridad (FDS)

Fecha de revisión: 14/4/2008

Página 3 de 6

Conservar el producto en envases de un material idéntico al original.

**7.2 Almacenamiento.**

Almacenar según la legislación local. Observar las indicaciones de la etiqueta. Almacenar los envases entre 5 y 35° C, en un lugar seco y bien ventilado, lejos de fuentes de calor y de la luz solar directa. Mantener lejos de puntos de ignición. Mantener lejos de agentes oxidantes y de materiales fuertemente ácidos o alcalinos. No fumar. Evitar la entrada a personas no autorizadas. Una vez abiertos los envases, han de volverse a cerrar cuidadosamente y colocarlos verticalmente para evitar derrames.

**7.3 Usos específicos.****8. CONTROLES DE EXPOSICIÓN/PROTECCIÓN PERSONAL.****8.1 Límites de exposición.**

Límite de exposición durante el trabajo para:

Nombre	VLA-ED *		VLA-EC *	
	ppm	mg/m <sup>3</sup>	ppm	mg/m <sup>3</sup>
ácido nítrico ... %			1	2,6

\* Según la lista de Valores Límite Ambientales de Exposición Profesional adoptados por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) para el año 2007.

**8.2 Controles de la exposición**

Medidas de orden técnico: proveer una ventilación adecuada, lo cual puede conseguirse mediante una buena extracción-ventilación local y un buen sistema general de extracción. Si esto no fuese suficiente para mantener las concentraciones de partículas y vapores del disolvente por debajo del límite de exposición durante el trabajo, debe llevarse un equipo de respiración adecuado.

Protección respiratoria: personal en trabajos de pulverizado : equipo respiratorio con suministro de aire. Resto de operaciones: en zonas bien ventiladas, los equipos respiratorios con suministro de aire pueden reemplazarse por una mascarilla formada por una combinación de un filtro de carbón activo y otro de partículas.

Protección de las manos: para los contactos prolongados o repetidos utilizar guantes del tipo alcohol polivinílico o goma de nitrilo. Las cremas protectoras pueden ayudar a proteger las zonas de la piel expuestas, dichas cremas no deben aplicarse **NUNCA** una vez que la exposición se haya producido.

Protección de los ojos: utilizar gafas protectoras, especialmente diseñadas para proteger contra las salpicaduras de líquidos. Instalar lavaojos de emergencia en las proximidades de la zona de utilización.

Protección de la piel: el personal debe llevar ropas antiestáticas de fibra natural o de fibras sintéticas resistentes a altas temperaturas. Debe lavarse todas las partes del cuerpo que hayan estado en contacto con el preparado.

**9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS.****9.1 Información general.**

Aspecto: Líquido de olor característico  
Olor: Característica acre y sofocante

**9.2. Información importante en relación con la salud, la seguridad y el medio ambiente.**

**ACIDO NITRICO 60% 40 ° BE PRS**

Ficha de datos de seguridad (FDS)

Fecha de revisión: 14/4/2008

Página 4 de 6



pH: <1  
 Punto/intervalo de ebullición: 107 °C  
 Punto de inflamación: °C  
 Inflamabilidad (sólido, gas):  
 Propiedades explosivas:  
 Propiedades comburentes:  
 Presión de vapor: 6.4 KPa (a 20 °C)  
 Densidad relativa: 1.37 g/cm<sup>3</sup> (60%) gr/cm<sup>3</sup>  
 Solubilidad  
 Hidrosolubilidad:  
 Liposolubilidad:  
 Coeficiente de reparto (n-octanol/agua):  
 Viscosidad:  
 Densidad de vapor: 2.2 (aire =1)  
 Velocidad de evaporación:

**10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD.**

Estable bajo las condiciones de manipulación y almacenamiento recomendadas (ver epígrafe 7).  
 En caso de incendio se pueden generar productos de descomposición peligrosos, tales como monóxido y dióxido de carbono, humos y óxidos de nitrógeno.  
 Mantener alejado de agentes oxidantes y de materiales fuertemente alcalinos o ácidos, a fin de evitar reacciones exotérmicas.

**11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA.**

No existen datos disponibles ensayados del preparado. La exposición a concentraciones de los vapores de los disolventes por encima del límite de exposición durante el trabajo puede tener efectos negativos, (por ejemplo irritación de la mucosa y del sistema respiratorio, efectos adversos sobre riñones, hígado y sistema nervioso central). Entre los síntomas cabe citar: dolor de cabeza, vértigos, fatiga, debilidad muscular, somnolencia y, en casos extremos, pérdida de la consciencia.  
 El contacto repetido o prolongado con el preparado, puede causar la eliminación de la grasa de la piel, dando lugar a una dermatitis de contacto no alérgica y a que se absorba el preparado a través de la piel.  
 Las salpicaduras en los ojos pueden causar irritación y daños reversibles

**12. INFORMACIONES ECOLÓGICAS.**

No existen datos disponibles ensayados sobre el preparado. No se debe permitir que el producto pase a las alcantarillas o a cursos de agua.  
 Evitar la penetración en el terreno. Evitar la emisión de disolventes a la atmósfera.

**13. CONSIDERACIONES SOBRE LA ELIMINACIÓN.**

No se permite su vertido en alcantarillas o cursos de agua. Los residuos y envases vacíos deben manipularse y eliminarse de acuerdo con las legislaciones local/nacional vigentes.

**14. INFORMACIÓN RELATIVA AL TRANSPORTE.**

Transportar siguiendo las normas ADR/TPC para el transporte por carretera, las RID por ferrocarril, las IMDG por mar y las ICAO/IATA para transporte aéreo.

**Modo de transporte**

**14.1 Tierra:** Transporte por carretera: ADR 2007, Transporte por ferrocarril: RID

n° ONU: 2031      Clase: 8      Grupo de embalaje: II  
 Etiquetas: 8      Número de peligro: 80



**ACIDO NITRICO 60% 40 ° BE PRS**

Ficha de datos de seguridad (FDS)

Fecha de revisión: 14/4/2008

Página 5 de 6

Documentación de transporte: Carta de porte e Instrucciones escritas

**14.2 Mar:** Transporte por barco: IMDG 33-06

nº ONU: 2031 Clase: 8

Grupo de embalaje: II Etiquetas: 8

FEm - Fichas de emergencia (F – Incendio, S – Derrames): F-A,S-B

Contaminante marino (PP – Contaminante fuerte del mar, P – Contaminante del mar):

Documentación de transporte: Conocimiento de embarque

**14.3 Aire:** Transporte en avión: IATA/ICAO

nº ONU: 2031 Clase: 8

Grupo de embalaje: II

Etiquetas: 8

Documento de transporte: Conocimiento aéreo

**15. INFORMACIÓN REGLAMENTARIA.**Símbolos

Comburente



Corrosivo

## Frases R:

- R8 Peligro de fuego en contacto con materias combustibles.  
 R35 Provoca quemaduras graves.

## Frases S:

- S23 No respirar los gases/humos/vapores/aerosoles [denominación(es) adecuada(s) a especificar por el fabricante].  
 S26 En caso de contacto con los ojos, lávense inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico.  
 S36 Úsele indumentaria protectora adecuada.  
 S45 En caso de accidente o malestar, acúdase inmediatamente al médico (si es posible, muéstrele la etiqueta).  
 S1/2 Consérvese bajo llave y manténgase fuera del alcance de los niños.

**16. OTRAS INFORMACIONES.**

Texto completo de las frases R que aparecen en el epígrafe 3:

- R8 Peligro de fuego en contacto con materias combustibles.  
 R35 Provoca quemaduras graves.

La información facilitada en esta ficha de Datos de Seguridad ha sido redactada de acuerdo con el REGLAMENTO (CE) nº 1907/2006 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 18 de diciembre de 2006 relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH), por el que se crea la Agencia Europea de Sustancias y Preparados Químicos, se modifica la Directiva 1999/45/CE y se derogan el Reglamento (CEE) nº 793/93 del Consejo y el Reglamento (CE) nº 1488/94 de la Comisión así como la Directiva 76/769/CEE del Consejo y las Directivas 91/155/CEE, 93/67/CEE, 93/105/CE y 2000/21/CE de la Comisión.



▪ Ácido sulfúrico o Óleum

### Fichas Internacionales de Seguridad Química

ÁCIDO SULFÚRICO			ICSC: 0362 Febrero 2000
CAS: RTECS: NU: CE Índice Anexo I: CE / EINECS:	7664-93-9 WS5600000 1830 016-020-00-8 231-639-5	Ácido sulfúrico 100% Aceite de vitriolo H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> Masa molecular: 98.1	
TIPO DE PELIGRO / EXPOSICIÓN	PELIGROS AGUDOS / SÍNTOMAS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS / LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	No combustible. Muchas reacciones pueden producir incendio o explosión. En caso de incendio se desprenden humos (o gases) tóxicos e irritantes.	NO poner en contacto con sustancias inflamables. NO poner en contacto con combustibles.	NO utilizar agua. En caso de incendio en el entorno: polvo, espuma, dióxido de carbono.
EXPLOSIÓN	Riesgo de incendio y explosión en contacto con bases, sustancias combustibles, oxidantes, agentes reductores o agua.		En caso de incendio: mantener fríos los bidones y demás instalaciones rociando con agua pero NO en contacto directo con agua.
EXPOSICIÓN		¡EVITAR LA FORMACIÓN DE NIEBLAS DEL PRODUCTO! ¡EVITAR TODO CONTACTO!	¡CONSULTAR AL MÉDICO EN TODOS LOS CASOS!
Inhalación	Corrosivo. Sensación de quemazón. Dolor de garganta.Tos. Dificultad respiratoria. Jadeo. Síntomas no inmediatos (ver Notas).	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo. Posición de semiincorporado. Respiración artificial si estuviera indicada. Proporcionar asistencia médica.
Piel	Corrosivo. Enrojecimiento. Dolor. Ampollas. Quemaduras cutáneas graves.	Guantes de protección. Traje de protección.	Quitar las ropas contaminadas. Aclarar la piel con agua abundante o ducharse. Proporcionar asistencia médica.
Ojos	Corrosivo. Enrojecimiento. Dolor. Quemaduras profundas 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	Corrosivo. Dolor abdominal. Sensación de quemazón. Shock o colapso.	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	
Consultar a un experto. ¡Evacuar la zona de peligro! NO absorber en serrín u otros absorbentes combustibles. Protección personal adicional: traje de protección completo incluyendo equipo autónomo de respiración. NO permitir que este producto químico se incorpore al ambiente.		Envase irrompible; colocar el envase frágil dentro de un recipiente irrompible cerrado. No transportar con alimentos y piensos. Clasificación UE Símbolo: C R: 35 S: (1/2-)26-30-45 Nota: B Clasificación NU Clasificación de Peligros NU: 8 Grupo de Envasado NU: II	
RESPUESTA DE EMERGENCIA		ALMACENAMIENTO	
Ficha de Emergencia de Transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-80S1830 o 80GC1-II+III Código NFPA: H3; F0; R2; W		Separado de sustancias combustibles y reductoras, oxidantes fuertes, bases fuertes, alimentos y piensos, materiales incompatibles. Ver Peligros Químicos. Puede ser almacenado en contenedores de acero inoxidable. Almacenar en un área con suelo de hormigón resistente a la corrosión.	
Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión Europea © CE, IPCS, 2005			
<div><div><p>IPCS International Programme on Chemical Safety</p></div><div><p>WHO</p></div><div><p>UNEP</p></div><div></div><div><p>MINISTERIO DE TRABAJO E INMIGRACIÓN</p></div><div><p>INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO</p></div></div>			

VÉASE INFORMACIÓN IMPORTANTE AL DORSO

## Fichas Internacionales de Seguridad Química

ÁCIDO SULFÚRICO		ICSC: 0362
DATOS IMPORTANTES		
<b>ESTADO FÍSICO; ASPECTO</b> Líquido higroscópico incoloro, aceitoso e inodoro.		<b>VÍAS DE EXPOSICIÓN</b> La sustancia se puede absorber por inhalación del aerosol y por ingestión.
<b>PELIGROS QUÍMICOS</b> La sustancia es un oxidante fuerte y reacciona violentamente con materiales combustibles y reductores. La sustancia es un ácido fuerte, reacciona violentamente con bases y es corrosiva para la mayoría de metales más comunes, originando hidrógeno (gas inflamable y explosivo- ver ICSC 0001). Reacciona violentamente con agua y compuestos orgánicos con desprendimiento de calor (véanse Notas). Al calentar se forman humos (o gases) irritantes o tóxicos (óxido de azufre).		<b>RIESGO DE INHALACIÓN</b> La evaporación a 20°C es despreciable; sin embargo, se puede alcanzar rápidamente una concentración nociva de partículas en el aire por pulverización.
<b>LÍMITES DE EXPOSICIÓN</b> TLV: 0.2 mg/m <sup>3</sup> , Fracción torácica, A2 (sospechoso de ser cancerígeno humano); (ácido sulfúrico contenido en las nieblas de ácidos inorgánicos fuertes) (ACGIH 2005). MAK: (Fracción inhalable) 0.1 mg/m <sup>3</sup> ; Categoría de limitación de pico: I(1); Cancerígeno: categoría 4; Riesgo para el embarazo: grupo C (DFG 2004).		<b>EFFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN</b> Corrosivo. La sustancia es muy corrosiva para los ojos, la piel y el tracto respiratorio. Corrosivo por ingestión. La inhalación del aerosol de esta sustancia puede originar edema pulmonar (ver Notas).
		<b>EFFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA</b> Los pulmones pueden resultar afectados por la exposición prolongada o repetida al aerosol de esta sustancia. Si las exposiciones al aerosol de esta sustancia son repetidas o prolongadas existe el riesgo de presentar erosiones dentales. Las nieblas de ácidos inorgánicos fuertes que contengan esta sustancia son carcinógenas para los seres humanos.
PROPIEDADES FÍSICAS		
Punto de ebullición (se descompone): 340°C Punto de fusión: 10°C Densidad relativa (agua = 1): 1.8 Solubilidad en agua: miscible Presión de vapor, kPa a 146°C: 0.13 Densidad relativa de vapor (aire = 1): 3.4		
DATOS AMBIENTALES		
La sustancia es nociva para los organismos acuáticos.		
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. NO verter NUNCA agua sobre esta sustancia; cuando se deba disolver o diluir, añadiría al agua siempre lentamente. Otros números NU: UN1831 Ácido sulfúrico fumante, clase de peligro 8, riesgo subsidiario 6.1, grupo de envasado I; UN1832 Ácido sulfúrico agotado, clase de peligro 8, grupo de envasado II. Esta ficha ha sido parcialmente actualizada en octubre de 2005, ver Límites de exposición, Respuesta de Emergencia, y en enero de 2008: ver Lucha contra incendios.		
INFORMACIÓN ADICIONAL		
Límites de exposición profesional (INSHT 2012): VLA-ED (niebla). Fracción torácica: 0,05 mg/m <sup>3</sup> Notas: al seleccionar un método adecuado de control de la exposición, deben tomarse en consideración posibles limitaciones e interferencias que pueden surgir en presencia de otros compuestos de azufre. Agente químico que tiene un valor límite indicativo por la UE. Esta sustancia tiene prohibida total o parcialmente su comercialización y uso como fitosanitario y/o biocida. Véase UNE EN 481: "Atmósferas en los puestos de trabajo; Definición de las fracciones por el tamaño de las partículas para la medición de aerosoles".		
<b>NOTA LEGAL</b> 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		

- Amoníaco

### Fichas Internacionales de Seguridad Química

#### AMONIACO (ANHIDRO)

ICSC: 0414

 <p>AMONIACO (ANHIDRO) Trihidruro de nitrógeno <math>\text{NH}_3</math> Masa molecular: 17.03</p> <p>Nº CAS 7664-41-7 Nº RTECS BO0875000 Nº ICSC 0414 Nº NU 1005 Nº CE 007-001-00-5</p> <p></p>			
TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCION	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS
<b>INCENDIO</b>	Inflamable.	Evitar las llamas, NO producir chispas y NO fumar.	En caso de incendio en el entorno: usar medio de extinción adecuado.
<b>EXPLOSION</b>	Las mezclas gas/aire son explosivas.	Sistema cerrado, ventilación, equipo eléctrico y de alumbrado a prueba de explosiones.	En caso de incendio: mantener fría la botella por pulverización con agua.
<b>EXPOSICION</b>		¡EVITAR TODO CONTACTO!	
• <b>INHALACION</b>	Sensación de quemazón, tos, dificultad respiratoria, jadeo, dolor de garganta. (Síntomas de efectos no inmediatos: véanse Notas).	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo, posición de semiincorporado y atención médica. Respiración artificial si estuviera indicado.
• <b>PIEL</b>	Enrojecimiento, quemaduras, dolor, ampollas. EN CONTACTO CON LIQUIDO: CONGELACION.	Guantes aislantes del frío, traje de protección.	EN CASO DE CONGELACION: Aclarar con agua abundante. NO quitar la ropa y solicitar atención médica.
• <b>OJOS</b>	Enrojecimiento, dolor, quemaduras profundas graves.	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 consultar a un médico.
• <b>INGESTION</b>			
DERRAMAS Y FUGAS	ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO	
Evacuar la zona de peligro; consultar a un experto; ventilación. NO verter NUNCA chorros de agua sobre el líquido. Eliminar el gas con agua pulverizada. Protección personal: traje de protección completa incluyendo equipo autónomo de respiración.	A prueba de incendio. Separado de oxidantes, ácidos, halógenos. Mantener en lugar frío y bien ventilado.	Botellas con accesorios especiales. símbolo T símbolo N R: 10-23-34-50 S: (1/2)-9-16-26-36/37/39-45-61 Clasificación de Peligros NU: 2.3 Riesgos subsidiarios de las NU: 8	
			
VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE			
ICSC: 0414		Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión de las Comunidades Europeas © CCE, IPCS, 2005	



## Fichas Internacionales de Seguridad Química










## AMONIACO (ANHIDRO)

ICSC: 0414

D A T O S  I M P O R T A N T E S	<b>ESTADO FISICO; ASPECTO</b> Gas licuado comprimido incoloro, de olor acre.	<b>VIAS DE EXPOSICION</b> La sustancia se puede absorber por inhalación.
	<b>PELIGROS FISICOS</b> El gas es más ligero que el aire.	<b>RIESGO DE INHALACION</b> Al producirse una pérdida de gas se alcanza muy rápidamente una concentración nociva en el aire.
	<b>PELIGROS QUIMICOS</b> Se forman compuestos inestables frente al choque con óxidos de mercurio, plata y oro. La sustancia es una base fuerte, reacciona violentamente con ácidos y es corrosiva (p.ej: Aluminio y zinc). Reacciona violentamente con oxidantes fuertes y halógenos. Ataca el cobre, aluminio, cinc y sus aleaciones. Al disolverse en agua desprende calor.	<b>EFFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION</b> La sustancia es corrosiva para los ojos, la piel y el tracto respiratorio. La inhalación de altas concentraciones puede originar edema pulmonar (véanse Notas). La evaporación rápida del líquido puede producir congelación.
	<b>LIMITES DE EXPOSICION</b> TLV (como TWA): 25 ppm; (como STEL): 35 ppm (ACGIH 2004). MAK: 20 ppm, 14 mg/m³; Categoría de limitación de pico: I(2), Riesgo para el embarazo: grupo C (DFG 2004)	<b>EFFECTOS DE EXPOSICION PROLONGADA O REPETIDA</b>
	<b>PROPIEDADES FISICAS</b>	Punto de ebullición: -33°C Punto de fusión: -78°C Densidad relativa (agua = 1): 0.7 a -33°C Solubilidad en agua: Buena (54 g/100 ml a 20°C) Presión de vapor, kPa a 26°C: 1013
<b>DATOS AMBIENTALES</b>	La sustancia es muy tóxica para los organismos acuáticos.	
<b>NOTAS</b>		
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 spray adecuado por un médico o persona por él autorizada. 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.  Tarjeta de emergencia de transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-20S1005 o 20G2TC Código NFPA: H 3; F 1; R 0;		
<b>INFORMACION ADICIONAL</b>		
FISQ: 1-030 AMONIACO (ANHIDRO)		Los valores LEP pueden consultarse en línea en la siguiente dirección <a href="http://www.insht.es/">http://www.insht.es/</a>
<b>ICSC: 0414</b>		<b>AMONIACO (ANHIDRO)</b>
© CCE, IPCS, 2005		
<b>NOTA LEGAL IMPORTANTE:</b>	Ni la CCE ni la IPCS ni sus representantes son responsables del posible uso de esta información. Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales.	

▪ Caprolactama

### Fichas Internacionales de Seguridad Química

CAPROLACTAMA		ICSC: 0118 Noviembre 2009	
CAS: 105-60-2 RTECS: CM3675000 CE Índice Anexo I: 613-069-00-2 CE / EINECS: 203-313-2		Hexahidro-2-azepin-2-ona Lactama del ácido aminocaproico épsilon-Caprolactama $C_6H_{11}NO$ Masa molecular: 113.2	
		 	
TIPO DE PELIGRO / EXPOSICIÓN	PELIGROS AGUDOS / SÍNTOMAS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS / LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	Combustible. En caso de incendio se desprenden humos (o gases) tóxicos e irritantes.	Evitar las llamas.	Espuma, polvo seco, dióxido de carbono o agua en grandes cantidades.
EXPLOSIÓN			
EXPOSICIÓN		¡EVITAR LA DISPERSIÓN DEL POLVO!	
Inhalación	Tos. Calambres abdominales. Vértigo. Dolor de cabeza. Confusión mental.	Extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo. Proporcionar asistencia médica.
Piel	Enrojecimiento.	Guantes de protección. Traje de protección.	Quitar las ropas contaminadas. Aclarar la piel con agua abundante o ducharse.
Ojos	Enrojecimiento. Dolor.	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). Proporcionar asistencia médica.
Ingestión	Náuseas. Vómitos. Dolor abdominal. Diarrea.	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	Enjuagar la boca. Proporcionar asistencia médica.
DERRAMES Y FUGAS		ENVASADO Y ETIQUETADO	
Dejar solidificar si está fundido. Protección personal: filtro para partículas adaptado a la concentración de la sustancia en aire. Barrer la sustancia derramada e introducirla en un recipiente. Si fuera necesario, humedecer el polvo para evitar su dispersión. Eliminar el residuo con agua abundante.		Clasificación UE Símbolo: Xn R: 20/22-36/37/38 S: (2) Clasificación GHS Atención Nocivo en caso de ingestión. Provoca irritación cutánea. Provoca irritación ocular. Puede provocar somnolencia o vértigo.	
RESPUESTA DE EMERGENCIA		ALMACENAMIENTO	
		Separado de oxidantes fuertes. Mantener en lugar seco.	
Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión Europea © CE, IPCS, 2010			
<div>        </div>			

VÉASE INFORMACIÓN IMPORTANTE AL DORSO

## Fichas Internacionales de Seguridad Química




CAPROLACTAMA		ICSC: 0118
DATOS IMPORTANTES		
<b>ESTADO FÍSICO; ASPECTO</b> Cristales o escamas blancas. Higroscópico.		<b>VÍAS DE EXPOSICIÓN</b> La sustancia se puede absorber por inhalación del aerosol.
<b>PELIGROS QUÍMICOS</b> La sustancia se descompone al calentarla intensamente, produciendo humos tóxicos, incluyendo óxidos de nitrógeno y amoníaco. Reacciona violentamente con oxidantes fuertes produciendo humos tóxicos.		<b>RIESGO DE INHALACIÓN</b> Puede alcanzarse rápidamente una concentración nociva de partículas suspendidas en el aire cuando se dispersa.
<b>LÍMITES DE EXPOSICIÓN</b> TLV: (como fracción inhalable o vapor) 5 mg/m <sup>3</sup> como TWA; A5 (no sospechoso de ser cancerígeno humano); (ACGIH 2009). MAK: (en forma de vapor o polvo) (Fracción inhalable) 5 mg/m <sup>3</sup> ; Categoría de limitación de pico: I(2); Riesgo para el embarazo: grupo C; (DFG 2009).		<b>EFFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN</b> La sustancia irrita la piel, los ojos y el tracto respiratorio. La sustancia puede afectar al sistema nervioso central.
		<b>EFFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA</b> El contacto prolongado o repetido con la piel puede producir dermatitis. La sustancia puede afectar al sistema nervioso y al hígado.
PROPIEDADES FÍSICAS		
Punto de ebullición: 267°C Punto de fusión: 70°C Densidad relativa (agua = 1): 1.02 Solubilidad en agua elevada. Presión de vapor, Pa a 25°C: 0.26 Densidad relativa de vapor (aire = 1): 3.91		Densidad relativa de la mezcla vapor/aire a 20°C (aire = 1): 1.0 Punto de inflamación: 125°C o.c. Temperatura de autoignición: 375°C Límites de explosividad, % en volumen en el aire: 1.4-8 Coeficiente de reparto octanol/agua como log Pow: -0.19
DATOS AMBIENTALES		
Esta sustancia se libera normalmente al medio ambiente; no obstante, debe evitarse cuidadosamente cualquier entrada adicional, p. ej. por una eliminación inadecuada.		
NOTAS		
La sustancia normalmente se utiliza, transporta y almacena en forma licuada (fundida) a una temperatura de 80°C.		
INFORMACIÓN ADICIONAL		
Límites de exposición profesional (INSHT 2011): VLA-ED: (vapor y polvo) 10 mg/m <sup>3</sup> VLA-EC: (vapor y polvo) 40 mg/m <sup>3</sup> Nota: Agente químico que tiene establecido un valor límite establecido por la UE.		
<b>NOTA LEGAL</b>		
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		

- Ciclohexanona

### Fichas Internacionales de Seguridad Química

#### CICLOHEXANONA

ICSC: 0425

 <p style="text-align: center;">CICLOHEXANONA Pimelin cetona <math>C_6H_{10}O</math> Masa molecular: 98.2</p> <p>Nº CAS 108-94-1 Nº RTECS GW1050000 Nº ICSC 0425 Nº NU 1915 Nº CE 606-010-00-7</p> <p style="text-align: right;">INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO</p>			
			
TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCION	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS
<b>INCENDIO</b>	Inflamable.	Evitar llama abierta, NO producir chispas y NO fumar.	Polvos, espuma, dióxido de carbono.
<b>EXPLOSION</b>	Por encima de 44°C: pueden formarse mezclas explosivas vapor/aire.	Por encima de 44°C: sistema cerrado, ventilación y de alumbrado a prueba de explosión. Evitar la generación de cargas electrostáticas.	En caso de incendio: mantener fríos los bidones y demás instalaciones por pulverización con agua.
<b>EXPOSICION</b>			
• <b>INHALACION</b>	Tos, vértigo, somnolencia, dolor de garganta.	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo y someter a atención médica.
• <b>PIEL</b>	¡PUEDE ABSORBERSE! Piel seca, enrojecimiento.	Guantes protectores, traje de protección.	Quitar las ropas contaminadas, aclarar la piel con agua abundante o ducharse y someter a atención médica.
• <b>OJOS</b>	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 consultar a un médico.
• <b>INGESTION</b>	Dolor abdominal, sensación de quemazón.	No comer, beber ni fumar durante el trabajo.	Enjuagar la boca, dar a beber uno o dos vasos de agua y someter a atención médica.
DERRAMAS Y FUGAS	ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO	
Protección personal: filtro para gases y vapores orgánicos adaptado a la concentración de la sustancia en el aire. Traje de protección química. Eliminar toda fuente de ignición. Ventilación. Recoger el líquido procedente de una fuga en recipientes herméticos, absorber el líquido residual en arena o absorbente inerte y trasladarlo a un lugar seguro.	A prueba de incendio. Separado de oxidantes fuertes.	símbolo Xn R: 10-20 S: (2)-25 Clasificación de Peligros NU: 3 Grupo de Envasado NU: III CE:	
			
<b>VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE</b>			
<b>ICSC: 0425</b>		Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión de las Comunidades Europeas © CCE, IPCS, 2007	



## Fichas Internacionales de Seguridad Química


## CICLOHEXANONA

ICSC: 0425

D A T O S  I M P O R T A N T E S	<b>ESTADO FÍSICO; ASPECTO</b> Líquido incoloro viscoso, de olor característico.	
	<b>PELIGROS FÍSICOS</b> El vapor es más denso que el aire. Como resultado del flujo, agitación, etc., se pueden generar cargas electrostáticas.	<b>VIAS DE EXPOSICION</b> La sustancia se puede absorber por inhalación del vapor, a través de la piel y por ingestión.
	<b>PELIGROS QUÍMICOS</b> Reacciona con oxidantes fuertes, como el ácido nítrico, originando riesgo de incendio y explosión.	<b>RIESGO DE INHALACION</b> Por la evaporación de esta sustancia a 20°C se puede alcanzar bastante lentamente una concentración nociva en el aire.
	<b>LIMITES DE EXPOSICION</b> TLV (como TWA): 20 ppm; (como STEL): 50 ppm (piel) A3 (ACGIH 2004). LEP UE: (como TWA): 10 ppm, 40.8 mg/m³; (como STEL): 20 ppm, 81.6 mg/m³ (piel) (UE 2000)	<b>EFFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION</b> El vapor de esta sustancia irrita los ojos, la piel y el tracto respiratorio. La exposición muy por encima del OEL podría causar disminución de la consciencia.
		<b>EFFECTOS DE EXPOSICION PROLONGADA O REPETIDA</b>
<b>PROPIEDADES FÍSICAS</b>	Punto de ebullición: 156°C Punto de fusión: -32.1°C Densidad relativa (agua = 1): 0.95 Solubilidad en agua, g/100 ml a 20°C: 8.7 Presión de vapor, Pa a 20°C: 500	Densidad relativa de vapor (aire = 1): 3.4 Densidad relativa de la mezcla vapor/aire a 20°C (aire = 1): 1.01 Punto de inflamación: 44°C Temperatura de autoignición: 420°C Límites de explosividad, % en volumen en aire: 1.1 (a 100°C)-9.4 Coeficiente de reparto octanol/agua como log Pow: 0.81
<b>DATOS AMBIENTALES</b>		
<b>NOTAS</b>		
Código NFPA: H 1; F 2; R 0;		
<b>INFORMACION ADICIONAL</b>		
FISQ: 1-055 CICLOHEXANONA		Los valores LEP pueden consultarse en línea en la siguiente dirección <a href="http://www.insht.es/">http://www.insht.es/</a>
<b>ICSC: 0425</b>		<b>CICLOHEXANONA</b>
© CCE, IPCS, 2007		
<b>NOTA LEGAL IMPORTANTE:</b>	Ni la CCE ni la IPCS ni sus representantes son responsables del posible uso de esta información. Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales.	

■ Hidrógeno

### Fichas Internacionales de Seguridad Química

HIDROGENO			ICSC: 0001
			Marzo 2002
CAS:	1333-74-0	H <sub>2</sub>	
RTECS:	MW8900000	Masa molecular: 2.0	
NU:	1049		
CE Índice Anexo I:	001-001-00-9		
CE / EINECS:	215-605-7		

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

EXPOSICIÓN			
<b>Inhalación</b>	Asfixia.	Sistema cerrado y ventilación.	Aire limpio, reposo. Respiración artificial si estuviera indicada. Proporcionar asistencia médica.
<b>Piel</b>	Congelación grave.	Guantes aislantes del frío.	Proporcionar asistencia médica.
<b>Ojos</b>		Gafas de protección de seguridad.	
<b>Ingestión</b>			

DERRAMES Y FUGAS	ENVASADO Y ETIQUETADO
Eliminar toda fuente de ignición Evacuar la zona de peligro. Consultar a un experto. Ventilar. Eliminar el vapor con agua pulverizada.	<b>Clasificación UE</b> Símbolo: F+ R: 12 S: (2-)9-16-33 <b>Clasificación NU</b> Clasificación de Peligros NU: 2.1
RESPUESTA DE EMERGENCIA	ALMACENAMIENTO
Ficha de emergencia de transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-20S1049 Código NFPA: H 0; F 4; R 0;	A prueba de incendio. Mantener en lugar fresco.

IPCS  
International  
Programme on  
Chemical Safety



Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión Europea © IPCS, CE 2005

VÉASE INFORMACIÓN IMPORTANTE AL DORSO

## Fichas Internacionales de Seguridad Química

HIDROGENO		ICSC: 0001
DATOS IMPORTANTES		
<b>ESTADO FÍSICO; ASPECTO:</b> Gas comprimido inodoro e incoloro.		<b>VÍAS DE EXPOSICIÓN:</b> La sustancia se puede absorber por inhalación.
<b>PELIGROS FÍSICOS:</b> El gas se mezcla bien con el aire, formándose fácilmente mezclas explosivas. El gas es más ligero que el aire.		<b>RIESGO DE INHALACIÓN:</b> Al producirse una pérdida de gas se alcanza muy rápidamente una concentración nociva de éste en el aire.
<b>PELIGROS QUÍMICOS:</b> El calentamiento intenso puede originar combustión violenta o explosión. Reacciona violentamente con aire, oxígeno, halógenos y oxidantes fuertes, originando peligro de incendio y explosión. Los metales catalizadores tales como el platino o el níquel aumentan este tipo de reacciones.		<b>EFFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN:</b> Asfixiante simple. Véanse Notas.
<b>LÍMITES DE EXPOSICIÓN:</b> TLV: asfixiante simple (ACGIH 2002).		
PROPIEDADES FÍSICAS		
Punto de ebullición: -253 °C Densidad relativa de vapor (aire = 1): 0.07		Punto de inflamación: gas inflamable Temperatura de autoignición: 500-571 °C Límites de explosividad, % en volumen en el aire: 4-76
DATOS AMBIENTALES		
NOTAS		
Altas concentraciones en el aire producen una deficiencia de oxígeno con riesgo de pérdida de conocimiento o muerte. Comprobar el contenido de oxígeno antes de entrar en la zona. A concentraciones tóxicas no hay alerta por el olor. Medir concentraciones de hidrógeno con un detector de gas adecuado (un detector de gas inflamable normal no es adecuado).		
INFORMACIÓN ADICIONAL		
Límites de exposición profesional (INSHT 2011):  Notas: Asfixiante simple		
<b>Nota legal</b>		
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		

- Sulfato de amonio

## Ficha de Seguridad

Sulf-N™ Sulfato de Amonio

### 1. PRODUCTO QUÍMICO E IDENTIFICACIÓN SOCIAL

NOMBRE DEL PRODUCTO	Sulf-N™ Sulfato de Amonio
NOMBRES ADICIONALES/GENÉRICOS:	Sulfato de amonio, sulfato amónico, sulfato diamónico
USO DEL PRODUCTO:	Fertilizante
FABRICANTE:	Honeywell 101 Columbia Road Box 1053 Morristown, New Jersey 07962-1053
<p><b>POR INFORMACIÓN ADICIONAL LLAMAR AL:</b> (Lunes-viernes, 8 hrs. a 5 hrs, hora del este) 1-602-365-2180 (Internacional) 1-800-707-4555 (Estados Unidos)</p> <p><b>EN CASO DE URGENCIA LLAMAR AL:</b> (24 horas/día, 7 días/semana) <b>Emergencias de Transporte:</b> 703-527-3887 (CHEMTREC - Internacional) 800-424-9300 (CHEMTREC - Estados Unidos) <b>Emergencias de Salud:</b> 651-523-0309 (PROSAR - Internacional) 800-498-5701 (PROSAR - Estados Unidos)</p>	

### 2. COMPOSICIÓN/INFORMACIÓN SOBRE LOS INGREDIENTES

NOMBRE DEL INGREDIENTE	# DE CAS	PESO EN %
Sulfato de amonio	7783-20-2	>98.5

También pueden aparecer trazas de impurezas y nombres de materiales adicionales (no mencionados arriba) en la sección #15, hacia el final de esta ficha de seguridad. Estos materiales pueden figurar para cumplir con el "Derecho-a-Saber" local u otros motivos.

### 3. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

**GENERALIDADES EN CASO DE URGENCIA:** Cristales o gránulos incoloros a castaño oscuro. Inodoro. El polvo puede causar irritación en la piel, los ojos, la nariz, la garganta y los pulmones. Evitar respirar el polvo.

#### POSIBLES PELIGROS PARA LA SALUD

PIEL:	Puede ocurrir irritación debido al contacto prolongado con la piel.
OJOS:	El contacto con el polvo o el vaho puede causar irritación en los ojos.
INHALACIÓN:	La inhalación del polvo puede irritar la nariz, la garganta y los pulmones.
INGESTIÓN:	Generalmente, no se considera tóxico. Si se traga, puede surgir irritación en la boca, el esófago, el estómago, etc. El ion sulfato puede ser purgante.
EFFECTOS RETARDADOS:	No se conoce ninguno.

## Ficha de Seguridad

### Sulf-N® Sulfato de Amonio

Los ingredientes que figuran en listas de cancerígenos según OSHA aparecen a continuación.

**Nombre del ingrediente**    **Categoría de NTP**    **Categoría de IARC**    **Lista de OSHA**

No figura ningún ingrediente en esta sección.

#### 4. MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS

<b>PIEL:</b>	Lavar inmediatamente con jabón y agua y enjuagar con agua hasta remover la sustancia química. Quitarse toda ropa contaminada y lavarla antes de volver a usarla. Obtener atención médica para la irritación.
<b>OJOS:</b>	Enjuagar inmediatamente con abundante agua durante por lo menos 15 minutos. Obtener atención médica.
<b>INHALACIÓN:</b>	Llevar la víctima al aire fresco. Si la respiración es dificultosa, dar oxígeno si hay un operario calificado disponible. Obtener atención médica para la irritación o molestia.
<b>INGESTIÓN:</b>	Si la víctima está consciente, darle 2 a 4 vasos de agua e inducir vómito tocando el fondo de la garganta con el dedo.
<b>CONSEJO PARA EL MÉDICO:</b>	No hay consejos específicos. Tratar de acuerdo a los síntomas presentes.

#### 5. MEDIDAS PARA COMBATIR INCENDIOS

<b>PROPIEDADES DE INFLAMACIÓN:</b>	
<b>PUNTO DE INFLAMACIÓN:</b>	No se aplica.
<b>MÉTODO DE INFLAMACIÓN:</b>	No se aplica.
<b>TEMPERATURA DE AUTOIGNICIÓN:</b>	No se aplica.
<b>LÍMITE SUPERIOR DE LLAMAS (% de volumen en el aire):</b>	No se aplica.
<b>LÍMITE INFERIOR DE LLAMAS (% de volumen en el aire):</b>	No se aplica.
<b>ÍNDICE DE PROPOGACIÓN DE LLAMAS (SÓLIDOS):</b>	No se aplica.
<b>CLASE DE INFLAMABILIDAD DE "OSHA":</b>	No es inflamable.
<b>MEDIOS DE EXTINCIÓN:</b>	Se puede usar cualquier agente estándar. Si está involucrado en un incendio, inundar con agua.
<b>PELIGROS INSÓLITOS DE FUEGO Y EXPLOSIÓN:</b>	Se descompone a temperaturas elevadas para producir vapores tóxicos de amoníaco y óxidos de azufre. Si se mezcla con agentes oxidantes fuertes, como el nitrato de amonio o las sales de potasio - nitrito, nitrato, clorato - puede haber una reacción vigorosa o una explosión.
<b>PRECAUCIONES/INDICACIONES ESPECIALES PARA COMBATIR INCENDIOS:</b>	Ya que se pueden liberar gases tóxicos violentamente a temperaturas elevadas, las personas combatiendo incendios deberán usar ropa protectora completa y aparatos respiratorios autónomos aprobados por "NIOSH". Usar agua para enfriar los contenedores expuestos al fuego.

## Ficha de Seguridad

Sulf-N® Sulfato de Amonio

### 6. MEDIDAS A TOMAR EN CASO DE LIBERACIONES ACCIDENTALES

**EN CASO DE DARRAME U OTRO TIPO DE LIBERACIÓN:** (Utilizar siempre el equipo protector personal recomendado.) Recoger los derrames grandes (sustancias químicas secas) con una pala para su uso o eliminación. Barrer los derrames pequeños y recuperar la mayor cantidad posible. Lavar el residuo con agua si lo permiten los reglamentos aplicables sobre la eliminación.

Puede ser necesario informar a las autoridades federales y/o locales acerca de los derrames y las liberaciones. Ver la sección #15 para los requisitos sobre los informes.

### 7. MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

**MANIPULACIÓN NORMAL:** (Usar siempre el equipo protector personal recomendado.) Evitar el contacto con los ojos, la piel y la ropa. Evitar la respiración del polvo. Mantener cerrados los contenedores y evitar el manejo brusco. Seguir las prácticas de buena higiene personal y buenas faenas domésticas. Se recomienda, exclusivamente, el uso de sistemas externos para remover el sulfato de amonio de los vehículos de transporte y/o contenedor de almacenaje. Nunca entrar a un vehículo de transporte y/o contenedor de almacenaje sin antes haber tomado medidas críticas de seguridad.

**RECOMENDACIONES PARA EL ALMACENAMIENTO:** Almacenar en un lugar fresco y seco, lejos de agentes oxidantes fuertes como los cloratos, nitratos y nitritos.

### 8. CONTROLES DE EXPOSICIÓN/PROTECCIÓN PERSONAL

**CONTROLES DE INGENIERÍA:** Proveer escape local si prevalecen condiciones polvorientas.

EQUIPO PROTECTOR PERSONAL			
PROTECCIÓN DÉRMICA:	Para minimizar el contacto dérmico, usar camisa de mangas largas, pantalón y guantes para la manipulación y el uso del producto.		
PROTECCIÓN OCULAR:	Bajo condiciones polvorientas o brumosas, usar gafas de seguridad química. No usar lentes de contacto.		
PROTECCIÓN RESPIRATORIA:	Cuando lo requieran las condiciones polvorientas o brumosas, usar un respirador aprobado por NIOSH para polvo o vaho para la protección necesaria.		
RECOMENDACIONES ADICIONALES:	No se requieren.		

NORMAS DE EXPOSICIÓN			
Nombre del ingrediente	ACGIH TLV	OSHA PEL	Límite adicional
Sulfato de amonio	Polvo molesto: 10 mg/m <sup>3</sup> TLV-total	Polvo molesto: 15 mg/m <sup>3</sup> TLV - total 5 mg/m <sup>3</sup> TLV - respirable	Ninguno

Límites de exposición adicionales para los productos de descomposición: Ninguno.



## Ficha de Seguridad

Sulf-N® Sulfato de Amonio

### 9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

ASPECTO:	Cristales o gránulos incoloros a castaño oscuro.
ESTADO FÍSICO:	Sólido.
PESO MOLECULAR:	132.14
FÓRMULA QUÍMICA:	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
OLOR:	Inodoro.
PESO ESPECÍFICO:	(Agua = 1.0) 1.77
SOLUBILIDAD EN AGUA:	(% peso) 98% solución @ 20°C
pH:	5.5 (solución 1.3%)
PUNTO DE EBULLICIÓN:	No se aplica.
PUNTO DE FUSIÓN:	No se aplica.
PRESIÓN DE VAPOR:	No se aplica.
DENSIDAD DE VAPOR:	(Aire = 1.0) No se aplica.
ÍNDICE DE EVAPORACIÓN:	No se aplica.
% DE VOLÁTILES:	No se aplica.
PUNTO DE INFLAMACIÓN:	No se aplica.

(Datos adicionales de inflamación se encuentran en la sección #5.)

### 10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

¿NORMALMENTE ESTABLE? (Condiciones a ser evitadas)

Estable bajo condiciones normales. Evitar las temperaturas superiores a los 280°C (536°F)  
- se descompone.

INCOMPATIBILIDADES:

Agentes oxidantes; por ejemplo, sales de potasio - nitrito, nitrato, clorato; también cloro e hipoclorito. Evitar el contacto con materiales cubiertos de zinc y cobre o que contengan cobre.

PRODUCTOS DE DESCOMPOSICIÓN PELIGROSA:

Amoníaco y gases de trióxido de azufre y dióxido de azufre.

POLIMERIZACIÓN PELIGROSA:

No ocurre.

## Ficha de Seguridad

Sulf-N® Sulfato de Amonio

### 11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

#### EFFECTOS INMEDIATOS (AGUDOS):

DL<sub>50</sub> (oral-rata): 3000 mg/kg

Irritación dérmica - Una única dosis dérmica de 0.5 mg causó una suave irritación dérmica transitoria (reversible) en conejos.

**EFFECTOS RETARDADOS (SUBCRÓNICOS Y CRÓNICOS):** Irritación ocular - Una única dosis ocular de 100 mg causó una moderada irritación ocular transitoria (reversible) en el conejo. No hubo evidencia de sensibilización dérmica en conejillos de Indias.

**DATOS ADICIONALES:** Ninguno.

### 12. INFORMACIÓN ECOLÓGICA

Degradación - No se aplica.

Toxicidad acuática; *Daphnia magna*:  
 25 hr. TLm: 423 mg/l  
 50 hr. TLm: 433 mg/l  
 100 hr. TLm: 292 mg/l

Emergencia de las plántulas - No hubo señales de fitotoxicidad relacionadas al tratamiento ni se notó efectos adversos en la plántula.

### 13. CONSIDERACIONES PARA LA ELIMINACIÓN

**RCRA:** ¿Es el producto no utilizado un desecho peligroso de RCRA si se elimina? No.  
 De ser afirmativo, el número de identidad de RCRA es: No se aplica.

**CONSIDERACIONES ADICIONALES SOBRE LA ELIMINACIÓN:** un uso común del sulfato de amonio es como fertilizante, por lo que residuos de sulfato de amonio pueden utilizarse como fertilizante. Si se vierte en vías fluviales, puede promover la eutrofización, por lo que su eliminación debe de seguir los reglamentos aplicables. Los usuarios deben de consultar a las agencias reglamentarias apropiadas antes de verter o eliminar el material residual.

La información que se ofrece aquí es para el producto como tal. El uso y/o las alteraciones del producto, como la mezcla con otros materiales, pueden cambiar significativamente las características del material y cambiar la clasificación de RCRA y el método apropiado de eliminación.

### 14. INFORMACIÓN SOBRE TRANSPORTE

**CLASE DE PELIGRO SEGÚN EL DEPARTAMENTO DE TRANSPORTE DE LOS ESTADOS UNIDOS:**  
 No está reglamentado.

**NÚMERO DE IDENTIDAD SEGÚN EL DEPARTAMENTO DE TRANSPORTE DE LOS ESTADOS UNIDOS:** No se aplica.

Para información adicional sobre los reglamentos de transporte que afectan a este material, ponerse en contacto con el número de información de la primera página.



▪ Tolueno

### Fichas Internacionales de Seguridad Química

TOLUENO		ICSC: 0078	
		Octubre 2002	
Metilbenceno Fenilmetano		Toluol	
CAS:	108-88-3	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>3</sub> / C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>	 
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
<b>INCENDIO</b>	Altamente inflamable.	Evitar las llamas, NO producir chispas y NO fumar.	Polvo, AFFF, espuma, dióxido de carbono.
<b>EXPLOSIÓN</b>	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. Utilícense 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)!	
<b>Inhalación</b>	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.
<b>Piel</b>	Piel seca. Enrojecimiento.	Guantes de protección.	Quitar las ropas contaminadas. Aclarar y lavar la piel con agua y jabón. Proporcionar asistencia médica.
<b>Ojos</b>	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.
<b>Ingestión</b>	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.		<b>Clasificación UE</b> Símbolo: F, Xn R: 11-38-48/20-63-65-67 S: (2-)36/37-46-62 <b>Clasificación NU</b> 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.	
<div> <div> <b>IPCS</b>            International Programme on Chemical Safety         </div> <div>     </div> <div>   </div> </div> <p>Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión Europea © IPCS, CE 2003</p>			

VÉASE INFORMACIÓN IMPORTANTE AL DORSO

## Fichas Internacionales de Seguridad Química

<b>TOLUENO</b>	<b>ICSC: 0078</b>
----------------	-------------------

**DATOS IMPORTANTES****ESTADO FÍSICO; ASPECTO:**

Líquido incoloro, de olor característico.

**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.

**PELIGROS QUÍMICOS:**

Reacciona violentamente con oxidantes fuertes, originando peligro de incendio y explosión.

**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/m<sup>3</sup>, 50 ppm como TWA; 384 mg/m<sup>3</sup>, 100 ppm como STEL (piel) (EU 2006).

**VÍAS DE EXPOSICIÓN:**

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

**RIESGO DE INHALACIÓN:**

Por evaporación de esta sustancia a 20 °C se puede alcanzar bastante rápidamente 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 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.

**EFFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA:**

El líquido desengrasa la piel. La sustancia puede afectar al 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.

**PROPIEDADES FÍSICAS**

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

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

**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 2011):

VLA-ED: 50 ppm; 192 mg/m<sup>3</sup>

VLA-EC: 100 ppm, 384 mg/m<sup>3</sup>

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.

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.

### 5.4.3. Almacenamiento de sustancias químicas

El almacenamiento de sustancias químicas es una parte importante en el manejo de éstas ya que un almacenamiento incorrecto podría originar graves daños en los trabajadores y en el medio ambiente.

Por esto, es necesario diseñar un plan que permita guardar las materias primas y los productos acabados conforme a sus características y a las características de la planta. Para ello se han observado las indicaciones comprendidas en el Real Decreto 379/2001, de 6 de abril por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias MIE-APQ-1, MIE-APQ-2, MIE-APQ-3, MIE-APQ-4, MIE-APQ-5, MIE-APQ-6 y MIE-APQ-7. BOE núm. 112 de 10 de mayo de 2001.

Los diferentes compuestos se clasifican de la siguiente forma:

**Tabla 5.4.1.** Distancias de seguridad manejo de amoníaco.

Compuesto	Característica principal	Reglamento
Ácido Nítrico	Líquido corrosivo	APQ-1, APQ-6
Ácido Sulfúrico	Líquido corrosivo	APQ-1, APQ-6
Tolueno	Tóxico, Inflamable, $P_{inf.} = 4^{\circ}\text{C}$	APQ-1
Ciclohexanona	Inflamable, $P_{inf.} = 44^{\circ}\text{C}$	APQ-1
Hidrógeno	Gas licuado, inflamable	APQ-1
Amoníaco	Gas licuado, Tóxico	APQ1, APQ4

#### ▪ Amoníaco

Para conocer la legislación vigente para el manejo del amoníaco nos remontamos a la siguiente instrucción del RD 379/2001: *ITC MIE-APQ-4 “Almacenamiento de amoníaco anhidrido”*

Según este reglamento, el emplazamiento debe ser al aire libre y lejos de instalaciones con riesgo de explosión. Por otro lado, es necesario ponerlo lejos de vías públicas o poner muros. Los alrededores deben estar libres de sustancias combustibles.

En la siguiente tabla extraída de dicha instrucción se muestran las distancias de seguridad que hay que mantener entre el almacenaje del amoníaco y otras estructuras o elementos de importancia:

**Tabla 5.4.2.** Distancias de seguridad manejo de amoniaco.

Vía de comunicación pública de circulación rápida: 20 metros.	
Vía de comunicación pública de tráfico denso y con posibilidad de retenciones: 75 metros.	
Lugar de concentración de personal de la propia factoría (edificio administrativo, comedor, vestuario): 50 metros.	
Lugar de concentración del personal de establecimiento industrial ajeno a la propia factoría: 100 metros.	
Agrupamiento de viviendas: 200 metros.	
Local de pública concurrencia: 500 metros.	
Tanque o depósito de producto inflamable de las clases A o B, según MIE-APQ-1, de capacidad superior a 100 m <sup>3</sup> : Diámetro del tanque o depósito de producto inflamable (mínimo 25 metros).	
Tanque de producto combustible de la clase C, según MIE-APQ-1, de capacidad superior a 100 m <sup>3</sup> : Radio del tanque de producto combustible (mínimo 10 metros).	
<hr/>	
Nota: Para el resto de distancias se aplicarán las establecidas en la ITC-MIE APQ-1, considerando al amoniaco como producto de clase D.	

El recinto en el que se guarden los tanques de almacenamiento del amoníaco estará cercado con una valla resistente de 2,5 metros de altura mínima y dos puertas practicables en caso de emergencia, situadas en lados opuestos.

#### ▪ Hidrógeno

La instrucción de referencia para este compuesto es la siguiente: *ITC MIE-APQ-1 "Almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles"*. Está dentro de la categoría A1 que son gases licuados a temperatura inferior a 0°C.

Las distancias entre almacenes serán las siguientes, teniendo en cuenta que se le aplica el coeficiente de reducción de 0.3 debido a la capacidad de almacenaje.

**Tabla 5.4.3.** Distancias de seguridad manejo de amoniaco.

Distancia(m)	Instalación
30	Locales y establecimientos exteriores de pública concurrencia.
18	Límites de propiedades exteriores en las que pueda edificarse y vías de comunicación públicas.
	Estaciones de bombeo de agua contra incendios.
	Edificios administrativos y sociales, laboratorios, talleres, almacenes y otros edificios independientes.
	Zonas de fuego abierto.
9	Vallado de la planta.
	Balsas separadoras.
	Cargaderos. Clases A, C y D.

▪ Tolueno y Ciclohexanona

Para conocer las características de su manejo nos remitiremos a la *ITC MIE-APQ 1: "Almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles"*. En éste las sustancias se clasifican según su punto de inflamación. En este caso el tolueno es de clase B1 por tener un punto de inflamación de 4°C y la ciclohexanona será de clase B2 por tener punto de inflamación de 44°C. El almacenamiento se hará preferentemente al aire libre, y podrá hacerse en recipientes fijos o móviles. Además, la altura del vallado para almacenes globales superiores a 2000<sup>3</sup> será de 2.5m y preferiblemente de construcción metálica.

En cuanto a las distancias entre otras instalaciones dentro de la fábrica se deducen las siguientes distancias en base a su clasificación dentro del Cuadro II.1:

**Tabla 5.4.4.** Distancias de seguridad manejo líquidos inflamables y combustibles.

Distancia(m)	Instalación
60	Locales y establecimientos exteriores de pública concurrencia.
30	Límites de propiedades exteriores en las que pueda edificarse y vías de comunicación públicas.
	Estaciones de bombeo de agua contra incendios.
	Edificios administrativos y sociales, laboratorios, talleres, almacenes y otros edificios independientes.
	Zonas de fuego abierto.
20	Vallado de la planta.
	Balsas separadoras.
	Cargaderos. Clases A, C y D.

En cuanto a la clasificación entre recipientes, la distancia que deben guardar los de clase B con el resto se calcula con la siguiente fórmula,

$$d = 0.5 D$$

donde la “d” es la distancia entre los recipientes y “D” es el diámetro del recipiente.

A estos recipientes se les aplica un coeficiente de reducción de 0.65 debido a la capacidad de almacenaje.

- Ácido sulfúrico

Debido a su alta corrosividad se sigue la normativa reflejada en *ITC MIE-APQ-6 “Almacenamiento de líquidos corrosivos”*.

Este compuesto se clasificaría como corrosivo de “clase a” debido a su gran poder de corrosión. El almacenamiento se puede hacer tanto en interior como exterior aunque es preferible que sea exterior. En éste caso se cercará con una valla resistente de 2,5 m de altura como mínimo y con una puerta que deberá abrir hacia fuera.

Por otro lado, los recipientes deberán disponer de sistemas de venteo o alivio de presión para prevenir la formación de vacío o presión interna, así evitando la deformación del techo o de las paredes como consecuencia de las variaciones de presión producidas por efecto de los llenados, vaciados o cambios de temperatura.

En cuanto a las distancias entre instalaciones no existen muchos requerimientos. Por un lado, el vallado exterior de la planta estará a 1.5 metros como mínimos de la pared interior de los cubetos. Por otro lado, el resto de las instalaciones de almacenamiento estarán como mínimo a 3 metros del vallado.

En cuanto a la distancias entre los recipientes hay que tener en cuenta varios factores. En primer lugar, la separación de dos recipientes contiguos que contengan líquidos corrosivos debe ser suficiente para garantizar un buen acceso a ellos, con un mínimo de 1 metro. En segundo lugar, los líquidos que además sean inflamables o combustibles podrán almacenarse junto con otros líquidos inflamables o combustibles en las condiciones descritas en la ITC-MIE-APQ1. Por último, los líquidos corrosivos que no sean inflamables ni combustibles podrán almacenarse dentro de cubetos de líquidos inflamables y combustibles, siempre que los recipientes cumplan las exigencias.



- Ácido nítrico

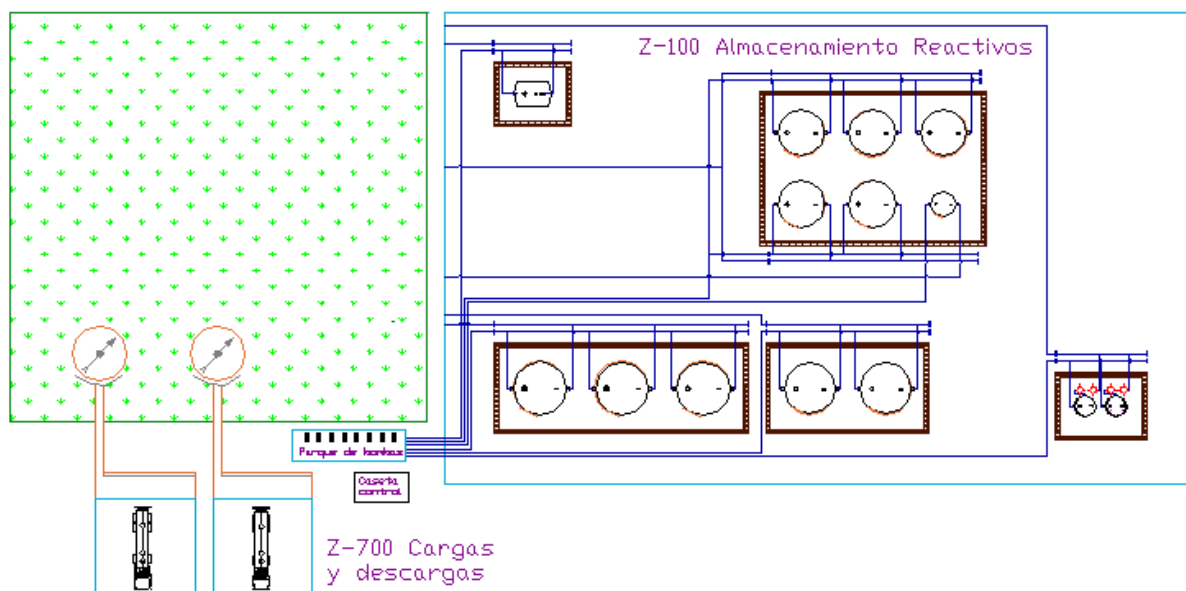
SE almacenará en las mismas condiciones que el ácido sulfúrico, pero se mantendrá en un cubeto diferente porque está diluido en agua, y el ácido sulfúrico reacciona muy violentamente con agua. Por tanto, por seguridad se ha pensado que mantenerlos en diferentes cubetos será menos peligroso.

- Caprolactama y sulfato de amonio

La Caprolactama se almacena de forma sólida en polvo o escamas. Se debe almacenar en almacenes secos y protegidos de luz solar. Es aconsejable mantener la temperatura ambiente en menos de 45°C y humedad relativa del menos del 65%.

- Distribución de la zona 100 de almacenamiento de reactivos

Teniendo en cuenta todo lo expuesto anteriormente acerca del almacenamiento de los diferentes compuestos, y siguiendo los cálculos sobre recipientes y cubetos realizados en el apartado de diseño de los equipos, el parque de tanques y la estación de carga y descarga será el mostrado en la siguiente figura:

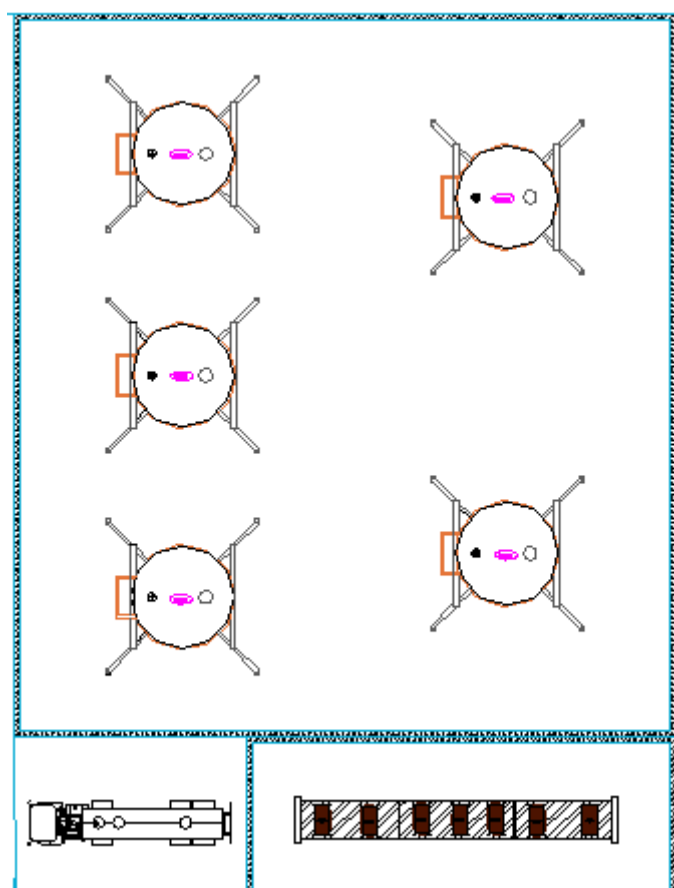


**Figura 5.4.1.** Parque de tanques planta Simio.



- Distribución de la zona 400 de almacenamiento de productos

Los silos de almacenamiento de sulfato de amonio serán en total 5, y también habrá espacio para almacenar los big-bags en los que serán distribuidos:



**Figura 5.4.2.** Parque de silos planta Simio.

## 5.5. Señalización de la planta

El Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, transpone al ordenamiento jurídico español la Directiva europea 92/58/CEE, de 24 de junio de 1992, que establece las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

El ámbito de aplicación objeto de este Real Decreto es la señalización de seguridad y salud en el trabajo, de las áreas de trabajo, locales, vías, zonas de tránsito, peligros derivados de la actividad o de la propia instalación y de los medios de protección, emergencia, socorro y salvamento en los lugares de trabajo, con el fin de salvaguardar la seguridad y salud de los trabajadores.

El Real Decreto trata de establecer criterios uniformes y homogéneos sobre la señalización de seguridad y salud en el trabajo y permitir una información común, independientemente del centro de trabajo y/o de su actividad.

### 5.5.1. Definiciones

A efectos de este Real Decreto se entenderá por:

- a) Señalización de seguridad y salud en el trabajo: una señalización que, referida a un objeto, actividad o situación determinadas, proporcione una indicación o una obligación relativa a la seguridad o la salud en el trabajo mediante una señal en forma de panel, un color, una señal luminosa o acústica, una comunicación verbal o una señal gestual, según proceda.
- b) Señal de prohibición: una señal que prohíbe un comportamiento susceptible de provocar un peligro.
- c) Señal de advertencia: una señal que advierte de un riesgo o peligro.
- d) Señal de obligación: una señal que obliga a un comportamiento determinado.
- e) Señal de salvamento o de socorro: una señal que proporciona indicaciones relativas a las salidas de socorro, a los primeros auxilios o a los dispositivos de salvamento.
- f) Señal indicativa: una señal que proporciona otras informaciones distintas de las previstas en las letras b) a e).
- g) Señal en forma de panel: una señal que, por la combinación de una forma geométrica, de colores y de un símbolo o pictograma, proporciona una determinada información, cuya visibilidad está asegurada por una iluminación de suficiente intensidad.
- h) Señal adicional: una señal utilizada junto a otra señal de las contempladas en el párrafo g) y que facilita informaciones complementarias.
- i) Color de seguridad: un color al que se atribuye una significación determinada en relación con la seguridad y salud en el trabajo.
- j) Símbolo o pictograma: una imagen que describe una situación u obliga a un comportamiento determinado, utilizada sobre una señal en forma de panel o sobre una superficie luminosa.
- k) Señal luminosa: una señal emitida por medio de un dispositivo formado por materiales transparentes o translúcidos, iluminados desde atrás o desde el interior, de tal manera que aparezca por sí misma como una superficie luminosa
- l) Señal acústica: una señal sonora codificada, emitida y difundida por medio de un dispositivo apropiado, sin intervención de voz humana o sintética.
- m) Comunicación verbal: un mensaje verbal predeterminado, en el que se utiliza voz humana o sintética.

- n) Señal gestual: un movimiento o disposición de los brazos o de las manos en forma codificada para guiar a las personas que estén realizando maniobras que constituyan un riesgo o peligro para los trabajadores.

### 5.5.2. Qué se debe señalar

La señalización es una información y, como tal, un exceso de la misma puede generar confusión. Las situaciones que se deben señalar son, entre otras:

- El acceso a todas aquellas zonas o locales en los que por su actividad se requiera la utilización de un equipo o equipos de protección individual (dicha obligación no solamente afecta a quien realiza la actividad, sino a cualquier persona que acceda durante la ejecución de la misma: señalización de obligación).
- Las zonas o locales que, por la actividad que se realiza en los mismos o bien por los equipos o instalaciones que en ellos existan, requieren para su acceso que el personal esté especialmente autorizado (señalización de advertencia de los peligros de la instalación y/o señales de prohibición de uso a personas no autorizadas).
- Señalización en todo el centro de trabajo, que permita a todos sus trabajadores conocer las situaciones de emergencia y/o las instrucciones de protección en su caso. (La señalización de emergencia puede ser también mediante señales acústicas y/o comunicaciones verbales, o bien en las zonas donde la intensidad del ruido ambiental no lo permita o las capacidades físicas auditivas del personal estén limitadas, mediante señales luminosas).
- La señalización de los equipos de lucha contra incendios, las salidas y recorridos de evacuación y la ubicación de primeros auxilios se señalarán en forma de panel, tal como establece el Real Decreto. La señalización de los equipos de protección contra incendios (sistemas de extinción manuales) se deben señalar para su fácil y rápida localización y poder ser utilizados en caso necesario.
- Cualquier otra situación que, como consecuencia de la evaluación de riesgos y de las medidas implantadas (o de la no existencia de las mismas), así lo requiera. En este caso se deberá recurrir al Anexo VII “disposiciones mínimas relativas a diversas señalizaciones”, por si las situaciones presentes se corresponden con situaciones contempladas en dicho Anexo.

**Tabla 5.5.1** Tipos de señalización en el lugar de trabajo

SEÑALIZACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>– SEÑALES EN FORMA DE PANEL</li> <li>– SEÑALES LUMINOSAS</li> <li>– SEÑALES ACÚSTICAS</li> <li>– COMUNICACIONES VERBALES</li> <li>– SEÑALES GESTUALES</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– ADVERTENCIA</li> <li>– PROHIBICIÓN</li> <li>– OBLIGACIÓN</li> <li>– LUCHA CONTRA INCENDIOS</li> <li>– SALVAMENTO O SOCORRO</li> </ul>

### 5.5.3. Colores de seguridad

1. Los colores de seguridad podrán formar parte de una señalización de seguridad o constituirlos por sí mismos. En el siguiente cuadro se muestran los colores de seguridad, su significado y otras indicaciones sobre su uso:

**Tabla 5.5.2** Colores de seguridad

Color	Significado	Indicaciones y precisiones
Rojo	Señal de prohibición	Comportamientos peligrosos.
	Peligro – alarma	Alto, parada, dispositivos de desconexión de emergencia. Evacuación.
	Material y equipos de lucha contra incendios	Identificación y localización.
Amarillo o amarillo anaranjado	Señal de advertencia	Atención, precaución. Verificación.
Azul	Señal de obligación	Comportamiento o acción específica. Obligación de utilizar un equipo de protección individual.
Verde	Señal de salvamento o de auxilio	Puertas, salidas, pasajes, material, puestos de salvamento o de socorro, locales.
	Situación de seguridad	Vuelta a la normalidad.

2. Cuando el color de fondo sobre el que tenga que aplicarse el color de seguridad puede dificultar la percepción de este último, se utilizará un color de contraste que enmarque o se alterne con el de seguridad, de acuerdo con la siguiente tabla:

**Tabla 5.5.3** Colores de contraste

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

3. Cuando la señalización de un elemento se realice mediante un color de seguridad, las dimensiones de la superficie coloreada deberán guardar proporción con las del elemento y permitir su fácil identificación.

#### 5.5.4. Señales en forma de panel

Los pictogramas serán lo más sencillos posible, evitándose detalles inútiles para su comprensión. Podrán variar ligeramente o ser más detallados, siempre que su significado sea equivalente y no existan diferencias o adaptaciones que impidan percibir claramente su significado. Las señales serán de un material que resista lo mejor posible los golpes, las inclemencias del tiempo y las agresiones medioambientales. Las dimensiones de las señales, así como sus características colorimétricas y fotométricas, garantizarán su buena visibilidad y comprensión.

Las señales se instalarán preferentemente a una altura y en una posición apropiadas en relación al ángulo visual, teniendo en cuenta posibles obstáculos, en la proximidad inmediata del riesgo u objeto que deba señalizarse o, cuando se trate de un riesgo general, en el acceso a la zona de riesgo. El lugar de emplazamiento de la señal deberá estar bien iluminado, ser accesible y fácilmente visible. Si la iluminación general es insuficiente, se empleará una iluminación adicional o se utilizarán colores fosforescentes o materiales fluorescentes.

A fin de evitar la disminución de la eficacia de la señalización no se utilizarán demasiadas señales próximas entre sí. Las señales deberán retirarse cuando deje de existir la situación que las justificaba.

- Tipos de señales

- Señales de advertencia.

Forma triangular. Pictograma negro sobre fondo amarillo (el amarillo deberá cubrir como mínimo el 50 por 100 de la superficie de la señal), bordes negros.



**Figura 5.5.1** Señales de advertencia

Como excepción, el fondo de la señal sobre «materias nocivas o irritantes» será de color naranja, en lugar de amarillo, para evitar confusiones con otras señales similares utilizadas para la regulación del tráfico por carretera.

- Señales de prohibición

Forma redonda. Pictograma negro sobre fondo blanco, bordes y banda (transversal descendente de izquierda a derecha atravesando el pictograma a 45° respecto a la horizontal) rojos (el rojo deberá cubrir como mínimo el 35 por 100 de la superficie de la señal).



**Figura 5.5.2** Señales de prohibición

- Señales de obligación

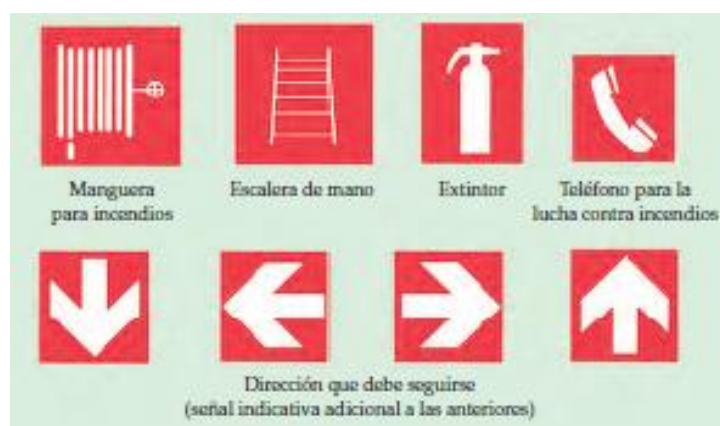
Forma redonda. Pictograma blanco sobre fondo azul (el azul deberá cubrir como mínimo el 50 por 100 de la superficie de la señal).



**Figura 5.5.3** Señales de obligación

- Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios.

Forma rectangular o cuadrada. Pictograma blanco sobre fondo rojo (el rojo deberá cubrir como mínimo el 50 por 100 de la superficie de la señal).

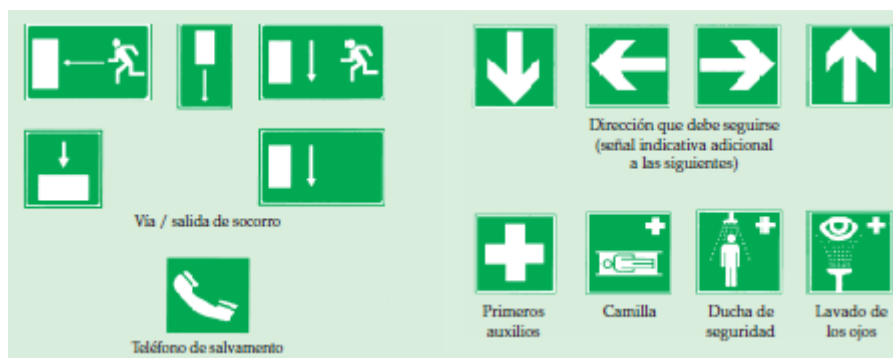


**Figura 5.5.4** Señales de lucha contra incendios

- Señales de salvamento o socorro

Forma rectangular o cuadrada. Pictograma blanco sobre fondo verde (el verde deberá cubrir como mínimo el 50 por 100 de la superficie de la señal).





**Figura 5.5.5** Señales de salvamento o socorro

#### **5.5.5. Señales luminosos y acústicos**

Una señal luminosa o acústica indicará, al ponerse en marcha, la necesidad de realizar una determinada acción, y se mantendrá mientras persista tal necesidad.

Al finalizar la emisión de una señal luminosa o acústica se adoptarán de inmediato las medidas que permitan volver a utilizarlas en caso de necesidad.

La eficacia y buen funcionamiento de las señales luminosas y acústicas se comprobará antes de su entrada en servicio, y posteriormente mediante las pruebas periódicas necesarias.

Las señales luminosas y acústicas intermitentes previstas para su utilización alterna o complementaria deberán emplear idéntico código.

#### **5.5.6. Señales luminosos**

La luz emitida por la señal deberá provocar un contraste luminoso apropiado respecto a su entorno, en función de las condiciones de uso previstas. Su intensidad deberá asegurar su percepción, sin llegar a producir deslumbramientos.

La superficie luminosa que emita una señal podrá ser de color uniforme, o llevar un pictograma sobre un fondo determinado. En el primer caso, el color deberá ajustarse a lo dispuesto en el apartado 1 del anexo II; en el segundo caso, el pictograma deberá respetar las reglas aplicables a las señales en forma de panel definidas en el anexo III.

Si un dispositivo puede emitir una señal tanto continua como intermitente, la señal intermitente se utilizará para indicar, con respecto a la señal continua, un mayor grado de peligro o una mayor urgencia de la acción requerida.

No se utilizarán al mismo tiempo dos señales luminosas que puedan dar lugar a confusión, ni una señal luminosa cerca de otra emisión luminosa apenas diferente.

Cuando se utilice una señal luminosa intermitente, la duración y frecuencia de los destellos deberán permitir la correcta identificación del mensaje, evitando que pueda ser percibida como continua o confundida con otras señales luminosas.

Los dispositivos de emisión de señales luminosas para uso en caso de peligro grave deberán ser objeto de revisiones especiales o ir provistos de una bombilla auxiliar.

#### **5.5.7. Señales acústicas**

La señal acústica deberá tener un nivel sonoro superior al nivel de ruido ambiental, de forma que sea claramente audible, sin llegar a ser excesivamente molesto. No deberá utilizarse una señal acústica cuando el ruido ambiental sea demasiado intenso.

El tono de la señal acústica o, cuando se trate de señales intermitentes, la duración, intervalo y agrupación de los impulsos, deberá permitir su correcta identificación y clara distinción frente a otras señales acústicas o ruidos ambientales.

No deberán utilizarse dos señales acústicas simultáneamente.

Si un dispositivo puede emitir señales acústicas con un tono o intensidad variables o intermitentes, o con un tono o intensidad continuos, se utilizarán las primeras para indicar, por contraste con las segundas, un mayor grado de peligro o una mayor urgencia de la acción requerida.

El sonido de una señal de evacuación deberá ser continuo.

#### **5.5.8. Comunicaciones verbales**

La comunicación verbal se establece entre un locutor o emisor y uno o varios oyentes, en un lenguaje formado por textos cortos, frases, grupos de palabras o palabras aisladas, eventualmente codificados. Los mensajes verbales serán tan cortos, simples y claros como sea posible; la aptitud verbal del locutor y las facultades auditivas del o de los oyentes deberán bastar para garantizar una comunicación verbal segura. La comunicación verbal será directa (utilización de la voz humana) o indirecta (voz humana o sintética, difundida por un medio apropiado).




#### **5.5.9. Señales gestuales**

Una señal gestual deberá ser precisa, simple, amplia, fácil de realizar y comprender y claramente distinguible de cualquier otra señal gestual.

La utilización de los dos brazos al mismo tiempo se hará de forma simétrica y para una sola señal gestual.

Los gestos utilizados, por lo que respecta a las características indicadas anteriormente, podrán variar o ser más detallados que las representaciones recogidas en las siguientes tablas, a condición de que su significado y comprensión sean, por lo menos, equivalentes.

**Tabla 5.5.4** Gestos generales

Significado	Descripción	Ilustración
Comienzo: Atención. Toma de mando.	Los dos brazos extendidos de forma horizontal, las palmas de las manos hacia adelante.	
Alto: Interrupción. Fin del movimiento.	El brazo derecho extendido hacia arriba, la palma de la mano hacia adelante.	
Fin de las operaciones.	Las dos manos juntas a la altura del pecho.	

**Tabla 5.5.5** Movimientos verticales




Significado	Descripción	Ilustración
Izar.	Brazo derecho extendido hacia arriba, la palma de la mano derecha hacia adelante, describiendo lentamente un círculo.	
Bajar.	Brazo derecho extendido hacia abajo, palma de la mano derecha hacia el interior, describiendo lentamente un círculo.	
Distancia vertical.	Las manos indican la distancia.	

Tabla 5.5.6 Movimientos horizontales






Significado	Descripción	Ilustración
Avanzar	Los dos brazos doblados, las palmas de las manos hacia el interior, los antebrazos se mueven lentamente hacia el cuerpo.	
Retroceder	Los dos brazos doblados, las palmas de las manos hacia el exterior, los antebrazos se mueven lentamente alejándose del cuerpo.	
Hacia la derecha: Con respecto al encargado de las señales	El brazo derecho extendido más o menos en horizontal, la palma de la mano derecha hacia abajo, hace pequeños movimientos lentos indicando la dirección.	
Hacia la izquierda: Con respecto al encargado de las señales	El brazo izquierdo extendido más o menos en horizontal, la palma de la mano izquierda hacia abajo, hace pequeños movimientos lentos indicando la dirección.	

Tabla 5.5.7 Movimientos de peligro

Significado	Descripción	Ilustración
Peligro: Alto o parada de emergencia	Los dos brazos extendidos hacia arriba, las palmas de las manos hacia adelante.	
Rápido	Los gestos codificados referidos a los movimientos se hacen con rapidez	
Lento	Los gestos codificados referidos a los movimientos se hacen muy lentamente	

Estas señales gestuales se suelen emplear para guiar los movimientos de maquinaria pesada, maniobras de vehículos, de elementos de elevación con manipulación de cargas o elementos voluminosos y pesados de las instalaciones, por medio de grúas, de maquinaria de movimiento de tierras, etc.

#### 5.5.10. Diversas señalizaciones

- Riesgo de caídas, choques y golpes

Para la señalización de desniveles, obstáculos u otros elementos que originen riesgos de caída de personas, choques o golpes podrá optarse, a igualdad de eficacia, por el panel que corresponda según lo dispuesto en el apartado anterior o por un color de seguridad, o bien podrán utilizarse ambos complementariamente.

La delimitación de aquellas zonas de los locales de trabajo a las que el trabajador tenga acceso con ocasión de éste, en las que se presenten riesgos de caída de personas, caída de objetos, choques o golpes, se realizará mediante un color de seguridad.

La señalización por color referida en los dos apartados anteriores se efectuará mediante franjas alternas amarillas y negras. Las franjas deberán tener una inclinación aproximada de 45° y ser de dimensiones similares de acuerdo con la figura 5.5.6.



**Figura 5.5.6** Señal de riesgo permanente

- Vías de circulación

Cuando sea necesario para la protección de los trabajadores, las vías de circulación de vehículos deberán estar delimitadas con claridad mediante franjas continuas de un color bien visible, preferentemente blanco o amarillo, teniendo en cuenta el color del suelo. La delimitación deberá respetar las necesarias distancias de seguridad entre vehículos y objetos próximos, y entre peatones y vehículos.

Las vías exteriores permanentes que se encuentren en los alrededores inmediatos de zonas edificadas deberán estar delimitadas cuando resulte necesario, salvo que dispongan de barreras o que el propio tipo de pavimento sirva como delimitación.

- Tuberías, recipientes y áreas de almacenamiento

- Los recipientes y tuberías visibles que contengan o puedan contener productos a los que sea de aplicación la normativa sobre comercialización de sustancias o preparados peligrosos deberán ser etiquetados según lo dispuesto en la misma. Se podrán exceptuar los recipientes utilizados durante corto tiempo y aquellos cuyo contenido cambie a menudo, siempre que se tomen medidas alternativas adecuadas, fundamentalmente de formación e información, que garanticen un nivel de protección equivalente.

- Las etiquetas se pegarán, fijarán o pintarán en sitios visibles de los recipientes o tuberías. En el caso de éstas, las etiquetas se colocarán a lo largo de la tubería en número suficiente, y siempre

que existan puntos de especial riesgo, como válvulas o conexiones, en su proximidad. Las características intrínsecas y condiciones de utilización de las etiquetas deberán ajustarse, cuando proceda, a lo dispuesto para los paneles en los apartados 1.3º. y 2 del anexo III.

La información de la etiqueta podrá complementarse con otros datos, tales como el nombre o fórmula de la sustancia o preparado peligroso o detalles adicionales sobre el riesgo.

- El etiquetado podrá ser sustituido por las señales de advertencia contempladas en el anexo III, con el mismo pictograma o símbolo; en el caso del transporte de recipientes dentro del lugar de trabajo, podrá sustituirse o complementarse por señales en forma de panel de uso reconocido, en el ámbito comunitario, para el transporte de sustancias o preparados peligrosos.

- Las zonas, locales o recintos utilizados para almacenar cantidades importantes de sustancias o preparados peligrosos deberán identificarse mediante la señal de advertencia apropiada, de entre las indicadas en el anexo III, o mediante la etiqueta que corresponda, de acuerdo con la normativa mencionada en el apartado 4.1º, colocadas, según el caso, cerca del lugar de almacenamiento o en la puerta de acceso al mismo. Ello no será necesario cuando las etiquetas de los distintos embalajes y recipientes, habida cuenta de su tamaño, hagan posible por sí mismas dicha identificación.

Tabla 5.5.8 Colores de 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	

- Equipos de protección contra incendios

Los equipos de protección contra incendios deberán ser de color rojo o predominantemente rojos, de forma que se puedan identificar fácilmente por su color propio.

El emplazamiento de los equipos de protección contra incendios se señalará mediante el color rojo o por una señal en forma de panel de las indicadas en el apartado 3.4º. del anexo III. Cuando sea necesario, las vías de acceso a los equipos se mostrarán mediante las señales indicativas adicionales especificadas en dicho anexo.

- Situaciones de emergencia

La señalización dirigida a alertar a los trabajadores o a terceros de la aparición de una situación de peligro y de la consiguiente y urgente necesidad de actuar de una forma determinada o de evacuar la zona de peligro, se realizará mediante una señal luminosa, una señal acústica o una comunicación verbal. A igualdad de eficacia podrá optarse por una cualquiera de las tres; también podrá emplearse una combinación de una señal luminosa con una señal acústica o con una comunicación verbal.



- Maniobras peligrosas

La señalización que tenga por objeto orientar o guiar a los trabajadores durante la realización de maniobras peligrosas que supongan un riesgo para ellos mismos o para terceros se realizará mediante señales gestuales o comunicaciones verbales. A igualdad de eficacia podrá optarse por cualquiera de ellas, o podrán emplearse de forma combinada.

### 5.5.11. Señales emergentes

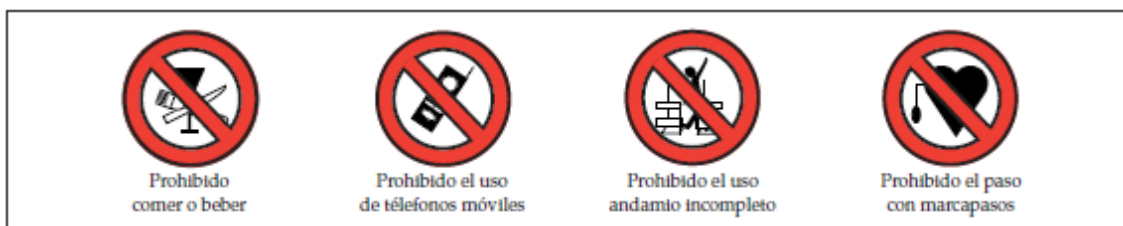
Estas señales, aunque varias de ellas ya poseen una amplia implantación, no han sido regladas, por lo que a título orientativo y con el fin de facilitar su conocimiento y difusión, referiremos algunas de las de uso habitual, clasificándolas según su naturaleza.



Figura 5.5.7 Señales emergentes



Figura 5.5.8 Señal anti-tabaco



**Figura 5.5.9** Señales de prohibición

Debemos tener presente que todas estas señales no regladas deben poseer la estructura y las bases informativas que se indican en el RD 845/1997.

### **5.6. Equipos de protección individual (EPI's)**

Para poder establecer las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización de equipos de protección individual (EPI) utilizaremos la directiva 89/656/CEE. Los EPI's son los dispositivos que un trabajador utiliza para protegerse contra los diferentes riesgos que se pueden producir en el trabajo. Es uno de los conceptos básicos en cuanto a la seguridad en el trabajo y son necesarios ya que los peligros no son eliminados por completo.

Un EPI se define como cualquier equipo destinado a ser portado o sujetado por el trabajador/a para que se proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o salud en el trabajo, así como cualquier complemento o accesorio destinado a la misma finalidad.

Todos los equipos de protección individual estarán regulados por el *R.D. 773/1997 de mayo sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud relativas a la utilización de Protección individual, inscribiéndose asimismo dentro de las normas de desarrollo reglamentario previsto en el Artículo 6º de la Ley 31/95 de Prevención de Riesgos Laborales.*

En el *R.D.777/1997* se indican las obligaciones del empresario a la hora de adquirir los EPI's, que son:

- Identificar la necesidad a la hora de adquirirlos
- Tener en cuenta que proporcionen una protección eficaz
- Condicionar el lugar de trabajo y el trabajador

Todos los EPI's tendrán el marcado "CE" que garantiza la calidad del producto y la buena respuesta delante de una situación de peligro, esta señal se colocará de forma visible durante el período de duración previsible o vida útil.

### 5.6.1. Descripción de los diferentes EPI's

- Protección para la cabeza (cascos)

Los cascos, básicamente proporcionan protección contra impactos y penetraciones de objetos que pudieran caer sobre la cabeza, también protegen de los choques eléctricos y quemaduras. El material de los cascos será polietileno rígido, estarán provistos de arnés regulable y bandas de amortiguación con luz libre desde las mismas a la cima de 221 mm. El uso de cascos será imprescindible para los trabajadores con riesgo de caída de objetos. Es necesario inspeccionarlo periódicamente para detectar desperfectos que reducirían el grado de protección del casco.

- Guantes de seguridad

Los guantes de seguridad utilizados por los empleados serán diferenciados según sea la protección frente a los agentes químicos o frente a agresivos físico. Estarán confeccionados en materiales naturales o sintéticos, no rígidos, que se adapte a la configuración de la mano haciendo confortable su uso. Deberán ser seleccionados de acuerdo a los riesgos a los que el usuario este expuesto (temperatura, corrosividad, aislantes...). Deben mantenerse en buenas condiciones, procurando que no aparezcan orificios, grietas, deformaciones,... que mermen sus propiedades.

- Protección de la cara y ojos (gafas y pantallas)

Las gafas de protección se usarán en los trabajos con riesgo de impacto de partículas, salpicaduras de polvo (cemento, riesgo...), atmósferas contaminadas, etc. El material debe de ser resistente al ataque de sustancias químicas corrosivas o similares, tendrán, además de unos oculares de resistencia adecuada, un diseño de montura y unos elementos adicionales, a fin de proteger el ojo en cualquier dirección.

Las pantallas de protección son necesarias durante la realización de soldaduras. Estas máscaras están provistas de filtro adecuados a la intensidad de radiación existente en el lugar de trabajo.

- Protección auditiva

Este tipo de protección puede ser en forma de tapones o auriculares, es necesario dotar de protección para el oído a los trabajadores cuando el nivel de ruido supera los 85 decibelios, este punto es el nivel máximo para la audición normal.

- Botas de seguridad (reforzadas y impermeables)

La utilización de las botas reforzadas está prevista para ofrecer protección frente al impacto, están compuestas en cuero, la puntera reforzada interiormente con plancha metálica que impida el aplastamiento de los dedos y una suela también metálica que impida el paso de elementos punzantes a través de ella.

Las botas impermeables se utilizarán en caso de encontrarnos en condiciones de trabajo con agua o humedad, estarán compuestas en caucho o goma en una sola pieza y suela revestida de material antideslizante.

- Protección de las vías respiratorias

Este equipo tiene la función de proporcionar al trabajador aire para respirar sin contaminantes o con una concentración muy baja de estos. Los equipos filtrantes se utilizan en trabajos en los que se produzca polvo y en atmósferas con gases o vapores perjudiciales para la salud. Las mascarillas deberán estar homologadas según las Normas de Prevención del Ministerio de Trabajo MT-13.

- Ropa de protección

Para la protección de los operarios del frío y del calor se emplearán trajes aislantes. Para evitar riesgos de colisión y atropellos se utilizarán prendas tales como cinturones, brazaletes y chalecos con bandas refractarias para ser utilizados en lugares de poca iluminación. Está prohibido circular por la planta con indumentaria no adecuada tal como: Pantalones cortos, falda, sin camiseta o en manga corta. Las personas con cabello largo deberán llevarlo recogido a fin de evitar posibles enredos o enganchones.

- Protección contra caídas de altura

Son sistemas de sujeción destinados a sujetar al trabajador mientras se realiza un trabajo en altura. Un sistema de protección individual contra caídas de altura incluye un dispositivo de prensión del cuerpo (arnés) el cual se fija a un punto de anclaje seguro mediante un sistema de conexión que consiste en uno o varios componentes, incluidos normalmente en el sistema, conforme al uso previsto (por ejemplo, elementos de amarre, conectores, dispositivos anticaídas, dispositivos de anclaje).

### **5.6.2. Cantidad y utilización de EPI's en planta**

A continuación se presenta la cantidad de EPI's que la empresa ha de disponer inicialmente, se tiene que tener en cuenta que estos equipos debido a su utilización sufren un desgaste y que por lo tanto se deberán reponer, algunos de estos también tienen fecha de caducidad. Por lo tanto para facilitar la correcta reposición es necesario crear un archivo en el que se recojan datos de fecha de fabricación, fecha de adquisición y fecha de caducidad de cara a proceder a las substituciones y reposiciones que sean necesarias.

- Protección para la cabeza (cascos)

Habrá uno por trabajador y se adquirirán 50 más para posibles visitas. Será obligatoria su utilización en toda la planta excepto en laboratorios y oficinas.

- Guantes de seguridad

Se tendrán tres tipos de guantes en planta, 60 pares de guantes contra agresiones químicas, dos pares contra agresiones de origen eléctrico y 10 pares contra agresiones de origen térmico.

- Protección de la cara y ojos (gafas y pantallas)

Gafas de protección universal habrá una por trabajador más 50 unidades para posibles visitas, su uso será obligatorio en toda la planta excepto en oficinas. Las pantallas para soldadura habrán 2 unidades, su uso está limitado únicamente a el momento de realizar dicho trabajo.

- Protección auditiva

Se dispondrán de protectores para el oído en las zonas de la planta donde el ruido supere los 85 dB.

- Botas de seguridad (reforzadas y impermeables)

Se dispondrá de un par por trabajador, su uso es obligatorio para todos los trabajadores excepto los empleados de oficina, estos últimos también deberán disponer de su par ya que en caso de desplazarse por las diferentes áreas de producción los deberán utilizar.

- Protección de las vías respiratorias

Estarán situadas en las áreas de almacenaje y en el área de reacción, 10 unidades en cada una de estas.

- Ropa de protección

La empresa proporcionará la siguiente indumentaria: bata para los ingenieros o responsables de seguridad y mono de trabajo para los operarios. Para las áreas de almacenaje y reacción se dispondrá de 10 trajes de protección contra agresiones químicas junto con las mascarillas.

- Protección contra caídas de altura

Se dispondrá de dos unidades que se utilizaran exclusivamente durante la realización de trabajos de reparación, mantenimiento o construcción de equipos en altura.

### 5.7. Plan de Emergencia Interno (PEI)

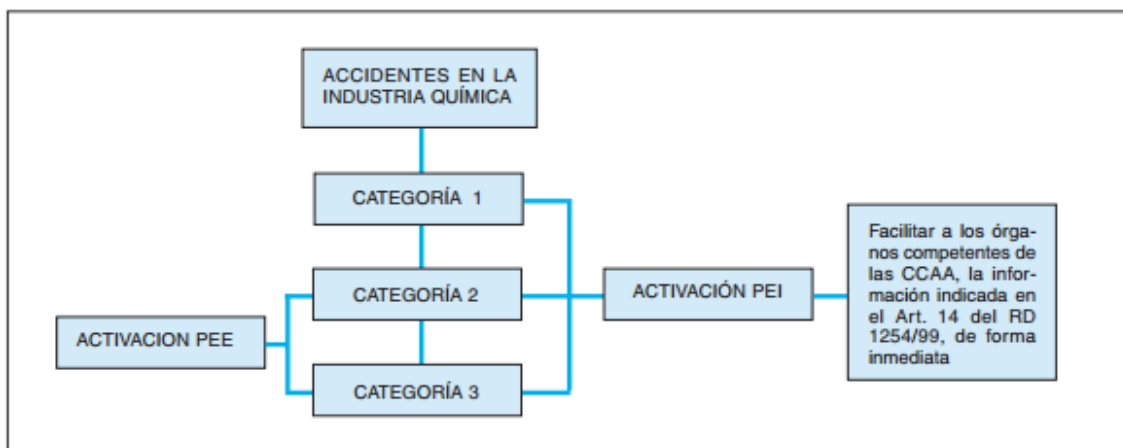
Éste es un plan de autoprotección en el que se define la organización y conjunto de medios y procedimientos de actuación con el fin de prevenir los accidentes de cualquier tipo y, en su caso, limitar los efectos en el interior del establecimiento. Por tanto, este plan lo compondrán un sistema de organización, unos procedimientos de actuación y unos medios materiales que ayuden a la empresa a prevenir accidentes o mitiguen sus consecuencias tanto a la plantilla de trabajadores como al medio ambiente y las infraestructuras o instalaciones. Los detalles de este plan se dan en la *Directriz Básica* y en la *NTP-791 Planes de emergencia interior en la industria química*.

El PEI deberá ser elaborado por el industrial, y en los establecimientos sujetos a las disposiciones del *Real Decreto 1254/1999, de 16 de julio, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas*. En este caso sí se cumple porque se almacenan y forman parte del proceso compuestos peligrosos, inflamables, corrosivos, ...

Las categorías de los accidentes en la Industria Química se determinan de la siguiente forma:

- Categoría 1: Aquellos para los que se prevea, como única consecuencia, daños materiales en el establecimiento accidentado y no se prevean daños de ningún tipo en el exterior de éste.
- Categoría 2: Aquellos para los que se prevea, como consecuencias, posibles víctimas y daños materiales en el establecimiento; mientras que las repercusiones exteriores se limitan a daños leves o efectos adversos sobre el medio ambiente en zonas limitadas.
- Categoría 3: Aquellos para los que se prevea, como consecuencias, posibles víctimas, daños materiales graves o alteraciones graves del medio ambiente en zonas extensas y en el exterior del establecimiento

En el siguiente cuadro extraído de la *NTP-791* se observa los protocolos de activación del Plan de Emergencia Exterior (PEE) y el Plan de Emergencia Interior (PEI):



**Figura 5.7.1.** Condiciones de activación de los planes de emergencia.

El PEI de un establecimiento deberá contemplar la identificación de los accidentes que justifiquen su activación, basándose en un análisis de riesgos acorde con su grado de afectación o el informe de seguridad cuando proceda. A continuación se muestran los posibles sucesos que se tendrán en cuenta:

- Incendio
- Explosión
- Fuga de gases tóxicos
- Vertido incontrolado de productos peligrosos

Dado que se cumple lo descrito en el Art.9 de *Real Decreto 1254/1999* se desarrollará el PEI con amplitud y contendrá los siguientes puntos, debiendo especificarse con mayor detalle las actuaciones concretas para cada accidente grave potencial:



**Tabla 5.7.1.** Contenido del PEI.

1. Análisis del riesgo	Descripción general Evaluación del riesgo Planos de situación
2. Medidas y medios de protección	Medios materiales Equipos humanos Medidas correctoras del riesgo Planos específicos
3. Manual de actuación en emergencias	Objeto y ámbito Estructura organizativa de respuesta Enlace y coordinación con el plan de emergencia exterior Clasificación de emergencias Procedimientos de actuación e información
4. Implantación, simulacros y mantenimiento	Responsabilidades y organización Programa de implantación Programa de formación, adiestramiento y simulacros Programa de mantenimiento Programa de revisiones

Será importante que toda la plantilla de trabajadores conozcan el plan de autoprotección y que los planos de actuación sean visibles para los visitantes.

### **5.7.1. Análisis del riesgo**

La importancia de este paso consiste en identificar las zonas potencialmente peligrosas de la planta y analizarla para extraer los posibles casos de emergencia que pueden ocurrir. Por ejemplo derrames de líquidos corrosivos en la zona de almacenamiento o riesgos de explosión en el almacenamiento de líquidos inflamables.

El estudio de la peligrosidad de origen interno tendrá como características ser sistemático, repetible (estructura formalizada) e involucrar a un número suficiente de personas.

Este apartado hará, por un lado, una descripción general del emplazamiento, características constructivas, zonas con presencia de sustancias peligrosas, ... Por otro lado, hará una evaluación del riesgo, en el que se hará una descripción de la evaluación del riesgo y de posibles

accidentes que puedan necesitar un plan de autoprotección y que indique sus posibles consecuencias. Además todo esto se detallará en un conjunto de planos a escala adecuada.

### **5.7.2. Medidas y medios de protección**

Se considerarán los medios materiales, los equipos humanos, las medidas correctoras del riesgo y los planos específicos.

Entre los medios materiales se encuentran las instalaciones de detección, contra incendios, de contención, señalización,... Entre los equipos humanos, en cambio, se identificarán los recursos humanos y aquellos más directamente relacionados con las actuaciones en emergencias, y se indicará la dependencia organizativa y los procedimientos de movilización.

En cuanto a las medidas correctoras del riesgo se identificarán las medidas de prevención y protección existentes que pudieran contribuir directamente a prevenir los accidentes, todo esto teniendo en cuenta las diferentes situaciones operativas y turnos de trabajo.

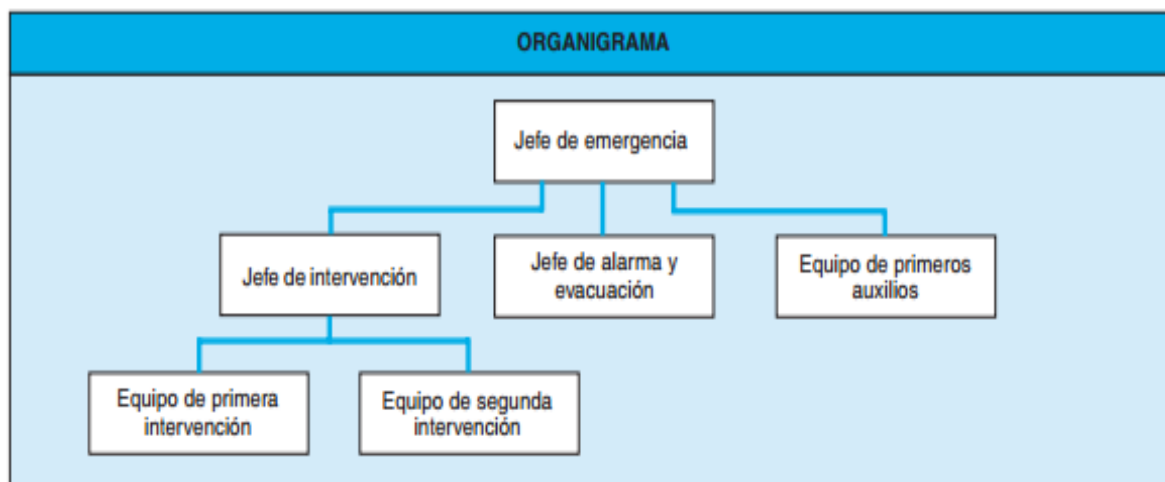
Para finalizar, es importante que los medios y equipos de protección que se pueden utilizar en cada caso y las rutas de evacuación sean perfectamente visibles en los planos específicos que estén estratégicamente colocados en la planta.

### **5.7.3. Manual de actuación en emergencias**

En este manual se recogerán todas las previsiones de actuación para cualquier grado de emergencia y así minimizar los riesgos personales, daños al medio ambiente y a las propias instalaciones de la planta de producción de caprolactama. Los posibles accidentes y los factores de riesgo se clasifican de acuerdo a su posible gravedad: conato de emergencia, emergencia parcial y emergencia general. En el manual se especificarán las condiciones bajo las que puede considerarse la activación de una situación de emergencia, su cambio de clasificación de gravedad y las condiciones para darla por concluida.

Por otra parte, se define la secuencia de las actuaciones a llevar a cabo para el control de la emergencia por el personal que forma parte de la organización de emergencia. Se definirán los siguientes estratos: jefe de emergencia, jefe de intervención, equipos de primera intervención, equipo de segunda intervención, equipo de alarma y evacuación, equipo de primeros auxilios.

En el siguiente organigrama se presenta la organización estructural de dichos estratos:



**Figura 5.7.2.** Propuesta de estrategia jerárquica extraída de NTP-791.

En general, el personal dispondrá de la formación necesaria y del equipamiento necesario para las tareas a cumplir en el plan. También se indicarán las actuaciones para alertar rápidamente del incidente a la autoridad responsable de poner en marcha el PEE.

#### **5.7.4. Implantación del PEI**

Una vez redactado se describirán las etapas previstas de implantación, la asignación de responsabilidades en cada fase y se contemplará la adecuación de posibles deficiencias detectadas. De forma complementaria se crearán unas fichas del PEI resumidas y se repartirán a cada empleado para lograr una mejor divulgación. También se pueden poner carteles en lugares estratégicos de la planta.

#### **5.7.5. Simulacros**

Finalmente se deberá concretar un plan de realización de simulacros con distintos niveles de emergencia para así lograr que el personal se familiarice 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, aunque según el RD 393/2007 deberá ser al menos anual. También hay que tener en cuenta las diferentes ITC del RD 379/2001 mencionado en el apartado de “Manejo de sustancias químicas” y las periodicidades que proponen para algunos tipos de compuestos.

#### **5.7.6. Mantenimiento del PEI**

Habrà que tener en cuenta que algunas zonas como las de contra incendios y emergencias sean las adecuadas según la legislación específica. Se propondrá un programa de mantenimiento

preventivo y otro de pruebas periódicas de las instalaciones de protección (extinción, detección, alarmas,...). Igualmente habrá un sistema de control periódico a través de auditorías y se establecerán procedimientos y responsabilidades para la incorporación de mejoras tecnológicas. También se programarán cursos cortos para formar a los empleados.

## **5.8. Protección contra incendios**

A continuación se muestran todas las disposiciones a seguir para que no se produzca un incendio y en caso de producirse poder actuar de manera rápida y eficaz para minimizar todo tipo de daños. El objetivo de estas medidas son principalmente y por orden de importancia, salvar vidas humanas, minimizar las pérdidas económicas producidas por el fuego y conseguir que las actividades del edificio vuelvan a funcionar en un termino de tiempo lo más corto posible.

### **5.8.1. Normativa**

Se basa en el REAL DECRETO 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. Este reglamento tiene por objeto de conseguir un grado suficiente de seguridad en caso de incendio en los establecimientos e instalaciones de uso industrial.

La presencia del riesgo de incendio en los establecimientos industriales determina la probabilidad de que se desencadenen incendios, generadores de daños y pérdidas para las personas y los patrimonios, que afectan tanto a ellos como a su entorno.

La Norma básica de la edificación, aprobada por el Real Decreto 2177/1996, de 4 de octubre, establece las condiciones que deben reunir los edificios, para proteger a sus ocupantes frente a los riesgos originados por un incendio y para prevenir daños a terceros.

La regulación de las condiciones que deben cumplir los aparatos, equipos y sistemas, así como su instalación y mantenimiento, además de la regulación de los instaladores y mantenedores, está prevista en el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, y en la Orden de 16 de abril de 1998.

Este reglamento tiene por objeto establecer y definir los requisitos que deben satisfacer y las condiciones que deben cumplir los establecimientos e instalaciones de uso industrial para su seguridad en caso de incendio, para prevenir su aparición y para dar la respuesta adecuada, en caso de producirse, limitar su propagación y posibilitar su extinción, con el fin de anular o reducir los daños o pérdidas que el incendio pueda producir a personas o bienes.

Las actividades de prevención del incendio tendrán como finalidad limitar la presencia del riesgo de fuego y las circunstancias que pueden desencadenar el incendio.

Las actividades de respuesta al incendio tendrán como finalidad controlar o luchar contra el incendio, para extinguirlo, y minimizar los daños o pérdidas que pueda generar.

Este reglamento se aplicará, con carácter complementario, a las medidas de protección contra incendios establecidas en las disposiciones vigentes que regulan actividades industriales, sectoriales o específicas, en los aspectos no previstos en ellas, las cuales serán de completa aplicación en su campo.

En este sentido, se considera que las disposiciones de la Instrucción técnica complementaria MIE APQ-1 del Reglamento de almacenamiento de productos químicos, aprobado por el Real Decreto 379/2001, de 6 de abril, y las previstas en las instrucciones técnicas del Reglamento de instalaciones petrolíferas, aprobado por el Real Decreto 2085/1994, de 20 de octubre, son de completa aplicación para el cumplimiento de los requisitos de seguridad contra incendios.

Las condiciones indicadas en este reglamento tendrán la condición de mínimo exigible según lo indicado en el artículo 12.5 de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria.

Los incendios se pueden clasificar en seis clases:

1. Clase A: incendios que implican sólidos inflamables que dejan brasas como madera, tejidos, goma, papel y algunos tipos de plástico.
2. Clase B: incendios que implican líquidos inflamables o sólidos licuables como el petróleo o gasolina, aceites, pintura, algunas ceras y plásticos.
3. Clase C: incendios que implican gases inflamables como el gas natural, el hidrogeno, el propano o el butano.
4. Clase D: incendios que implican metales combustibles como el sodio, magnesio, potasio o muchos otros cuando están reducidos a trozos muy finos.
5. Riesgo de electrocución (Clase E): incendios que implican cualquiera de los materiales de las clases A o B pero con la introducción de electrodomésticos, cableado o cualquier otro objeto bajo tensión eléctrica al lado del fuego, donde existen riesgos de electrocución si se utilizan agentes extintores conductores de electricidad.
6. Clase K: incendios que implican grasas o aceites de cocina. Las altas temperaturas de los aceites en un incendio exceden a las de los otros líquidos inflamables haciendo inefectivos los agentes de extinción normales.

En nuestra planta química se podrán dar tres tipos de incendios, A, B y C, pero al estar rodeados de aparatos eléctricos en muchas ocasiones será de clase E y por lo tanto se tendrá en cuenta la manera de cómo extinguirlo para evitar el riesgo de electrocución.

#### **5.8.2. Caracterización del establecimiento industrial en relación con la seguridad contra incendios**

Se entiende por establecimiento el conjunto de edificios, edificio, zona de este, instalación o espacio abierto de uso industrial o almacén, destinado a ser utilizado bajo una titularidad diferenciada y cuyo proyecto de construcción o reforma, así como el inicio de la actividad prevista, sea objeto de control administrativo.

Las muy diversas configuraciones y ubicaciones que pueden tener los establecimientos industriales se consideran reducidas a dos grupos dependiendo de si están ubicados en un edificio o al aire libre.

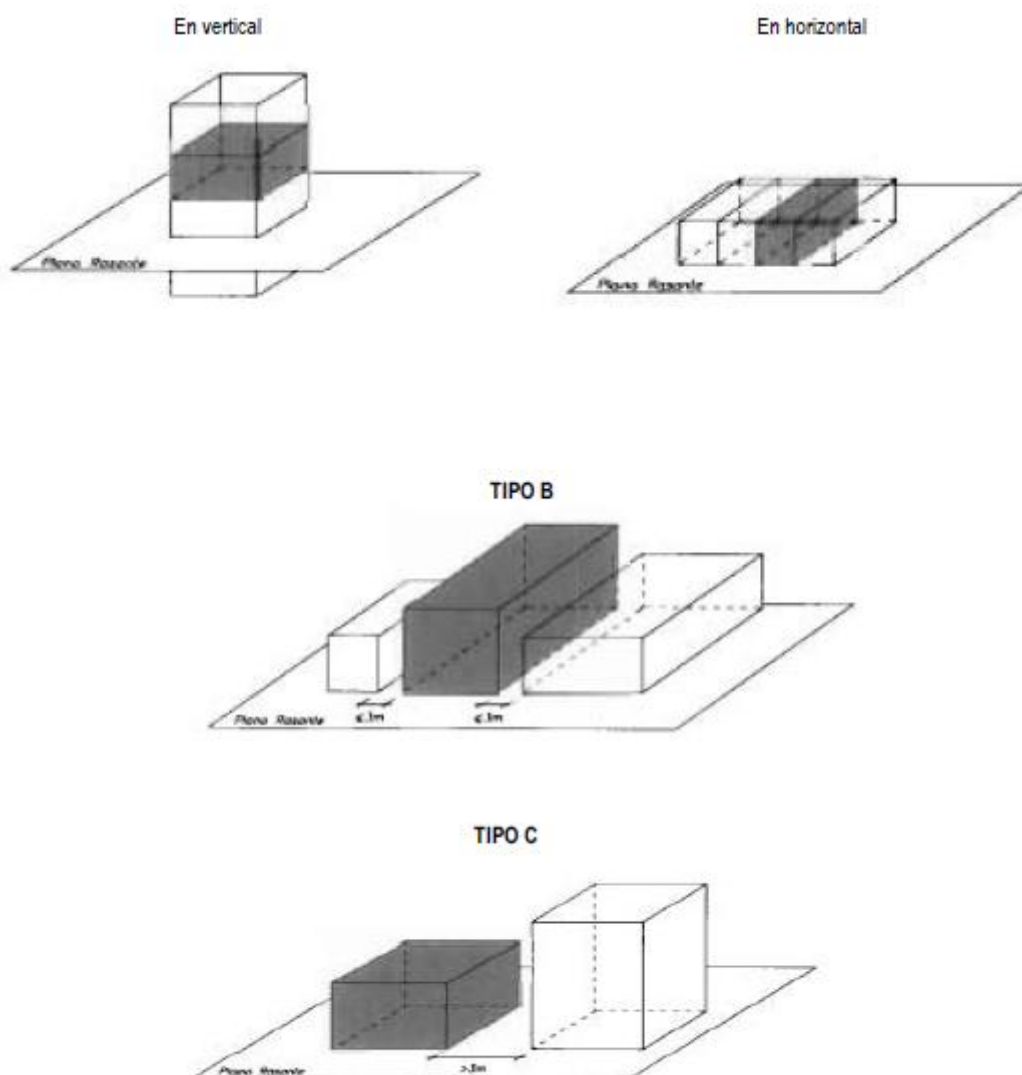
Establecimientos industriales ubicados en un edificio:

TIPO A: el establecimiento industrial ocupa parcialmente un edificio que tiene, además, otros establecimientos, ya sean estos de uso industrial ya de otros usos.

TIPO B: el establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio que está adosado a otro u otros edificios, o a una distancia igual o inferior a tres metros de otro u otros edificios, de otro establecimiento, ya sean estos de uso industrial o bien de otros usos.

Para establecimientos industriales que ocupen una nave adosada con estructura compartida con las contiguas, que en todo caso deberán tener 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 colindantes.

TIPO C: el establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio, o varios, en su caso, que está a una distancia mayor de tres metros del edificio más próximo de otros establecimientos. Dicha distancia deberá estar libre de mercancías combustibles o elementos intermedios susceptibles de propagar el incendio.



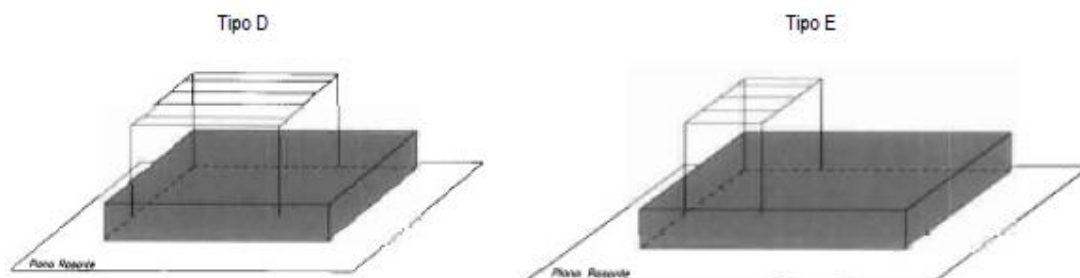
**Figura 5.8.1** Configuración A, B y C

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 cuyas fachadas carece totalmente de cerramiento lateral.

**TIPO E:** el establecimiento industrial ocupa un espacio abierto que puede estar parcialmente cubierto (hasta un 50 por ciento de su superficie), alguna de cuyas fachadas en la parte cubierta carece totalmente de cerramiento lateral.





**Figura 5.8.2** Configuración D y E

Cuando la caracterización de un establecimiento industrial o una parte de este no coincida exactamente con alguno de los tipos definidos, se considerará que pertenece al tipo con que mejor se pueda equiparar o asimilar justificadamente.

En un establecimiento industrial pueden coexistir diferentes configuraciones, por lo se deberán aplicar los requisitos de este reglamento de forma diferenciada para cada una de ellas.

En nuestra planta química se dan varias configuraciones, para la zona de carga y descarga y los silos de almacenaje y los tanques de almacenamiento serán del tipo E, el resto de edificios serán del tipo C.

### 5.8.3. Riesgo intrínseco de cada zona

Por tal de conocer el nivel de riesgo de cada zona se ha calculado la densidad de carga de fuego, según el Real Decreto 2267/2004, está es en función de la cantidad de combustible presente, el poder calorífico de cada combustible y el área que ocupa la zona.

**Tabla 5.8.1** Nivel de riesgo intrínseco

Nivel de riesgo intrínseco	Densidad de carga de fuego ponderada y corregida	
	Mcal/m <sup>2</sup>	MJ/m <sup>2</sup>
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 $3200 < Q_s$	$13600 < Q_s$

En el caso de los tanques de almacenamiento de productos inflamables, como en nuestro caso la ciclohexanona, el tolueno y el hidrogeno, la carga de fuego en vez de estar en función del peso de combustible está en función de la altura de los tanques que los contiene.

Según la tabla 5.8.1 los diferentes grados de riesgo para nuestra planta según el área serán los que se pueden ver en la tabla 5.8.2.

**Tabla 5.8.2** Nivel de riesgo intrínseco por zonas

ABREVIACIÓN	ZONA	Nivel
A-100	Almacén de materias primas	Medio-3
A-200	Área de reacción	Alto-7
A-300	Área de purificación	Alto-7
A-400	Área de almacenamiento del producto	Medio-3
A-500	Área de tratamiento de residuos	Alto-7
A-600	Área de servicios	Bajo-1
A-700	Área de carga y descarga	Medio-3
A-800	Área de control de calidad	Bajo-2
A-900	Área de parking	Bajo-1
A-1000	Área de oficinas	Bajo-2

#### 5.8.4. Medidas de prevención y extinción contra incendios

Todos los aparatos, equipos, sistemas y componentes de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales, así como el diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento de sus instalaciones, cumplirán lo preceptuado en el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, y en la Orden de 16 de abril de 1998, sobre normas de procedimiento y desarrollo de aquel.

Los instaladores y mantenedores de las instalaciones de protección contra incendios, a que se refiere el apartado anterior, cumplirán los requisitos que, para ellos, establece el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, y disposiciones que lo complementan.

- Protección pasiva contra incendios

Las medidas pasivas se centran en conseguir una rápida evacuación de las personas que se encuentran dentro del edificio donde se ha producido el incendio, también incluye un conjunto de medidas que tratan de poner barreras contra el avance del incendio.

Para una rápida evacuación la normativa determina la anchura de los pasillos, escaleras y puertas de evacuación, las distancias máximas a recorrer hasta llegar a un lugar seguro.

Para retardar el avance del fuego se colocan cortafuegos contruidos con materiales ignífugos, con esto conseguimos confinar el fuego en un sector limitando así sus consecuencias.

Un punto para que todo salga de manera correcta es la señalización, por eso se procederá a la señalización de las salidas de uso habitual o de emergencia, así como la de los medios de protección contra incendios de utilización manual, cuando no sean fácilmente localizables desde algún punto de la zona protegida, teniendo en cuenta lo dispuesto en el Reglamento de señalización de los centros de trabajo, aprobado por el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

- Protección activa contra incendios

1. Sistemas automáticos de detección de incendio

En las industrias o lugares de trabajo de gran peligrosidad en que el riesgo de incendio afecte a grupos de trabajadores, la Delegación Provincial de Trabajo podrá imponer la obligación de instalar aparatos de fuego o detectores de incendios, del tipo más adecuado: aerotérmico, termoeléctrico, químico, fotoeléctrico, radiactivo, por ultrasonidos...

Los detectores térmicos actúan por el estímulo de la elevación de temperatura provocada por el calor del incendio. Existe una gran variedad de modelos: termostáticos, termovelocimétricos, combinados y compensados.

Las características y especificaciones de los sistemas automáticos de detección de incendios se ajustaran a la Norma UNE 23007.



**Figura 5.8.3** Detectores de incendio, ultrasonidos, termovelocímetro y aerotérmico

## 2. Sistemas manuales de alarma de incendio

La alarma es utilizada en el campo de la lucha contra el fuego para avisar de forma instantánea mediante señales acústicas. Está constituido por un conjunto de pulsadores que permitirán provocar voluntariamente y transmitir una señal a una central de control y señalización.

Cuando sea requerida la instalación de un sistema manual de alarma de incendio, se situará, en todo caso, un pulsador junto a cada salida de evacuación del sector de incendio, y la distancia máxima a recorrer desde cualquier punto hasta alcanzar un pulsador no debe superar los 25m.



**Figura 5.8.4** Pulsador manual

La señal acústica tiene como finalidad comunicar la existencia de un incendio, así como transmitir las instrucciones previstas en el plano de emergencia. Esta señal permitirá diferenciar si se trata de una alarma por emergencia parcial o por emergencia general, y será preferente el uso de un sistema de megafonía.






### 3. Extintores de incendio

Se instalarán extintores de incendio portátiles en todos los sectores de incendio de los establecimientos industriales.

El agente extintor utilizado será seleccionado de acuerdo con la tabla 5.8.3 del Reglamento de Instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre.

Cuando en el sector de incendio coexistan combustibles de la clase A y de la clase B, se considerará que la clase de fuego del sector de incendio es A o B cuando la carga de fuego aportada por los combustibles de clase A o de clase B, respectivamente, sea, al menos, el 90 por ciento de la carga de fuego del sector. En otro caso, la clase de fuego del sector de incendio se considerará A-B.

**Tabla 5.8.3** *Agente extintor*

	A Agua	AB Agua + Espuma Química	ABC Polvo Químico Seco	BC Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	ABC Halotron 1	D Polvo Químico D	K Potasio
 Sólidos	SI	SI	SI	NO	SI	NO	NO
 Líquidos	NO	SI	SI	SI	SI	NO	NO
 Eléctricos	NO	NO	SI	SI	SI	NO	NO
 Metales	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO
 Grasas	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI

Si la clase de fuego del sector de incendio es A o B, se determinará la dotación de extintores del sector de incendio de acuerdo con la tabla 5.8.4 o con la tabla 5.8.5, respectivamente.

Si la clase de fuego del sector de incendio es A-B, se determinará la dotación de extintores del sector de incendio sumando los necesarios para cada clase de fuego (A y B), evaluados independientemente, según la tabla 3.1 y la tabla 3.2, respectivamente.

Cuando en el sector de incendio existan combustibles de clase C que puedan aportar una carga de fuego que sea, al menos, el 90 por ciento de la carga de fuego del sector, se determinará la dotación de extintores de acuerdo con la reglamentación sectorial específica que les afecte. En otro caso, no se incrementará la dotación de extintores si los necesarios por la presencia de otros combustibles (A y/o B) son aptos para fuegos de clase C.

Cuando en el sector de incendio existan combustibles de clase D, se utilizarán agentes extintores de características específicas adecuadas a la naturaleza del combustible, que podrán proyectarse sobre el fuego con extintores, o medios manuales, de acuerdo con la situación y las recomendaciones particulares del fabricante del agente extintor.

**Tabla 5.8.4** Número de extintores para fuegos de clase A

<i>GRADO DE RIESGO INTRÍNSECO DEL SECTOR DE INCENDIO</i>	<i>EFICACIA MÍNIMA DEL EXTINTOR</i>	<i>ÁREA MÁXIMA PROTEGIDA DEL SECTOR DE INCENDIO</i>
BAJO	21 A	Hasta 600 m <sup>2</sup> (un extintor más por cada 200 m <sup>2</sup> , o fracción, en exceso)
MEDIO	21 A	Hasta 400 m <sup>2</sup> (un extintor más por cada 200 m <sup>2</sup> , o fracción, en exceso)
ALTO	34 A	Hasta 300 m <sup>2</sup> (un extintor más por cada 200 m <sup>2</sup> , o fracción, en exceso)

**Tabla 5.8.5** Número de extintores para fuegos de clase A

VOLUMEN MÁXIMO, V (1), DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS EN EL SECTOR DE INCENDIO (1) (2)				
	$V \leq 20$	$20 < V \leq 50$	$50 < V \leq 100$	$100 < V \leq 200$
EFICACIA MÍNIMA DEL EXTINTOR	113 B	113 B	144 B	233 B

- (1) Cuando más del 50 por ciento del volumen de los combustibles líquidos, V, esté contenido en recipientes metálicos perfectamente cerrados, la eficacia mínima del extintor puede reducirse a la inmediatamente anterior de la clase B, según la Norma UNE-EN 3-7.
- (2) Cuando el volumen de combustibles líquidos en el sector de incendio, V, supere los 200 l, se incrementará la dotación de extintores portátiles con extintores móviles sobre ruedas, de 50 kg de polvo BC, o ABC, a razón de:

Un extintor, si:  $200 \text{ l} < V \leq 750 \text{ l}$ .

Dos extintores, si:  $750 \text{ l} < V \leq 2000 \text{ l}$ .

No se permite el empleo de agentes extintores conductores de la electricidad sobre fuegos que se desarrollan en presencia de aparatos, cuadros, conductores y otros elementos bajo tensión eléctrica superior a 24 V. La protección de estos se realizará con extintores de dióxido de carbono, o polvo seco BC o ABC, cuya carga se determinará según el tamaño del objeto protegido con un valor mínimo de cinco kg de dióxido de carbono y seis kg de polvo seco BC o ABC.

El emplazamiento de los extintores portátiles de incendio permitirá que sean fácilmente visibles y accesibles, estarán situados próximos a los puntos donde se estime mayor probabilidad de iniciarse el incendio y su distribución será tal que el recorrido máximo horizontal, desde cualquier punto del sector de incendio hasta el extintor, no supere 15m.

Se instalarán extintores portátiles en todas las áreas de incendio de los establecimientos industriales (de tipo D y tipo E), excepto en las áreas cuyo nivel de riesgo intrínseco sea



bajo 1. La dotación estará de acuerdo con lo establecido en los apartados anteriores, excepto el recorrido máximo hasta uno de ellos, que podrá ampliarse a 25 m.

#### 4. Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios

##### - Sistemas de bocas de incendio equipadas (BIE)

BIE son las siglas de **Bocas de Incendio Equipadas**, se trata de equipos de material contra incendio fijos anclados a la pared y conectados a una toma de agua. Los BIEs son los armarios con manguera y un cristal que se rompe fácilmente para poder accionar el mecanismo de extinción de incendios.

Estos sistemas contra incendios son apropiados para pequeños incendios, son aconsejables para atacar los fuegos en sus inicios. Pero no demos enfrentarnos a un gran incendio con este equipamiento. Para incendios grandes debemos dejar paso a los equipos de emergencia especializados y al uso de **hidrantes**.

Los elementos que componen los BIEs son los siguientes:

- **Armario:** es un armario normalmente de color rojo que guarda todo el sistema del BIE.
- **Soporte de manguera:** donde se apoya la manguera y se enrolla. Este soporte debe permitir desenrollar la manguera de forma fácil y rápida.
- **Manómetro:** para medir la presión y comprobar que la toma de agua funciona.
- **Válvula:** Conecta el sistema contra incendios con la toma de agua.
- **Manguera:** la manga por la que debe pasar el agua y permite llevarla hasta donde interese para controlar el incendio.



**Figura 5.8.5** Boca de incendio equipada (BIE)

Los BIEs están diseñados para que puedan ser usados por cualquier persona. En caso de necesitar usarlos lo que hay que hacer es romper el cristal protector a continuación extender completamente la manguera y abrir la válvula. A partir de ese momento el agua comenzará a salir por la lanza ya se puede atacar el incendio.

Por normativa siempre encontraremos estas mangueras a una distancia máxima de 5 metros de las puertas de salida. Entre un BIE y otro no puede existir una distancia superior a los 50 metros.

La altura a la que debe estar instalado es siempre de 1,50 metros para ser accesible a cualquier persona adulta.

Además encontraremos una señal luminiscente en el lugar dónde se encuentra el BIE por si el incendio hubiese cortado la corriente eléctrica.

Según la normativa existen 2 tipos de BIE's, aunque son prácticamente iguales externamente existen algunas diferencias en especial en cuanto a caudal de agua que son capaces de suministrar.

- **BIE de 25 MM:** de 25 mm de diámetro con manguera de 20 metros semirrígida con capacidad de suministrar un caudal de 100 litros por minuto a 3,5 bar de presión en punta de lanza.
- **BIE de 45 MM:** en este caso el diámetro es de 45 mm, con manguera flexible de 20 metros capaz de suministrar 200 litros por minuto a 3,5 bar de presión en punta de lanza.

#### - Sistemas de rociadores automáticos de agua

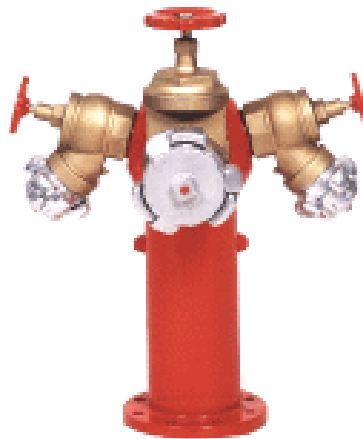
Los rociadores automáticos o regadores automáticos, son uno de los sistemas de extinción de incendios. Generalmente forman parte de un sistema contra incendio basado en una reserva de agua para el suministro del sistema y una red de tuberías de la cual son elementos terminales. Por lo general se activan al detectar los efectos de un incendio, como el aumento de temperatura asociado al fuego, o el humo generado por la combustión.



**Figura 5.8.6** Rociador de agua

-Sistemas de hidrantes exteriores

Los Sistemas de hidrantes consisten en un aparato hidráulico que conectado a una red de abastecimiento de agua que surte de caudal en caso de incendio. Permite la conexión de mangueras y equipos de lucha contra incendios, así como el llenado de agua de los camiones de bomberos.

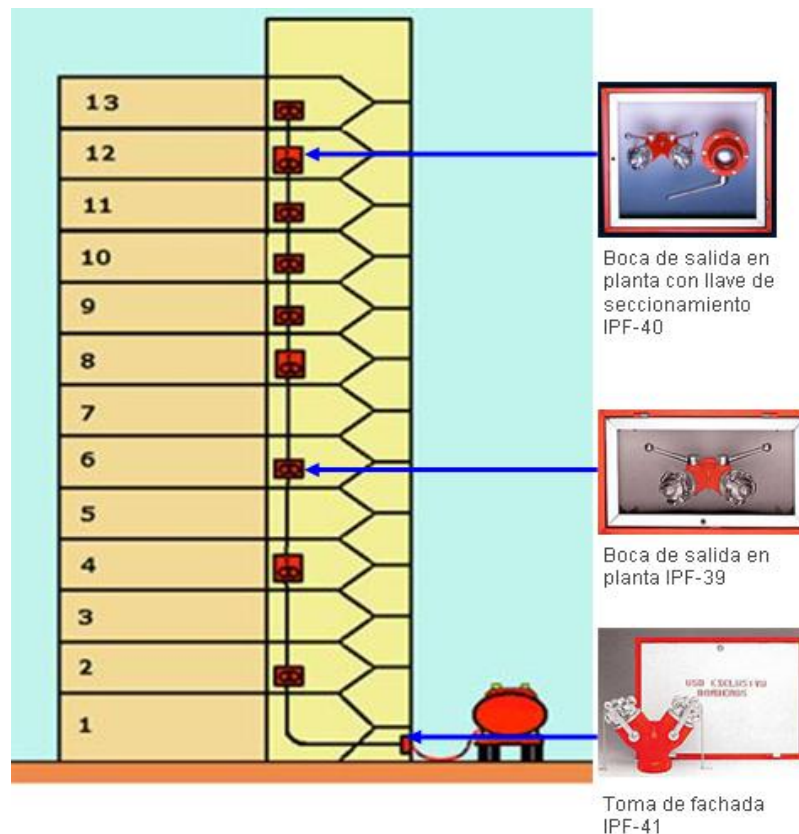


**Figura 5.8.7** Hidrante exterior

-Sistema de columna seca

Se instalarán sistemas de columna seca en los establecimientos industriales si son de riesgo intrínseco medio o alto y su altura de evacuación es de 15 m o superior. La instalación de una columna seca será exclusiva del servicio de extinción y estará formada por una conducción, normalmente vacía, que tiene bocas de salida y alimentación para la conexión de equipos del servicio de extinción.

Tiene como finalidad la disposición de agua en las distintas plantas del edificio.



**Figura 5.8.8** Sistema de funcionamiento de una columna seca

#### 5. Sistemas de extinción por agentes extintores gaseosos

Se instalarán sistemas de extinción por agentes extintores gaseosos en los sectores de incendio de los establecimientos industriales donde se ubiquen equipos electrónicos, centros de cálculo, bancos de datos, centros de control o medida y análogos y la protección con sistemas de agua pueda dañar dichos equipos.

#### **5.8.5. Abastecimiento de agua contra incendio**

Se instalará un sistema de abastecimiento de agua contra incendios para dar servicio, en las condiciones de caudal, presión y reserva calculados, a uno o varios sistemas de lucha contra incendios, tales como red de bocas de incendio equipadas (BIE), red de hidrantes exteriores y rociadores automáticos.

Cuando en una instalación de un establecimiento industrial coexistan varios de estos sistemas, el caudal y reserva de agua se calcularán considerando la simultaneidad de operación mínima.

En nuestro caso, trabajan simultáneamente sistemas de BIE e hidrantes, por lo tanto el caudal necesario será la suma de caudales requeridos para BIE y para hidrantes. La reserva de agua necesaria será la suma para BIE y para hidrantes también.

En la tabla 5.8.6 y 5.8.7 se presentan las necesidades de agua tanto para hidrantes como para BIEs.

**Tabla 5.8.6** Necesidades de agua para hidrantes exteriores

CONFIGURACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL	NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO					
	BAJO		MEDIO		ALTO	
TIPO	CAUDAL (L/MIN)	AUTON. (MIN)	CAUDAL (L/MIN)	AUTON. (MIN)	CAUDAL (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

**Tabla 5.8.7** Necesidades de agua para BIEs

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL	TIPO DE BIE	SIMULTANEIDAD	TIEMPO DE AUTONOMÍA
BAJO	DN 25 mm	2	60 min
MEDIO	DN 45 mm*	2	60 min
ALTO	DN 45 mm*	3	90 min

Cuando en un establecimiento industrial, constituido por configuraciones de tipo C, D o E, existan almacenamientos de productos combustibles en el exterior, los caudales indicados en la tabla 5.8.6 se incrementarán en 500 l/min.

Sabiendo toda esta información podemos calcular tanto el caudal como las reservas de agua.

El caudal de agua utilizada para los hidrantes, teniendo en cuenta que se tiene una configuración del tipo E y un nivel de riesgo alto, es la suma de este caudal más el caudal necesario por tener productos inflamables almacenados.

$$Q_{Hidrantes} = 3000 \text{ l/min} + 500 \text{ l/min} = 3500 \text{ l/min} = 210 \frac{m^3}{h}$$

El caudal de las bocas de incendio equipadas se extrae de la tabla 5.8.7, en este caso en nuestra planta química hay zonas de nivel de riesgo alto, por lo tanto el tipo de BIE a utilizar será el DN-45 MM y actuarán tres en simultáneo. El caudal para este tipo de BIEs es de 3.3 l/s.

$$Q_{BIEs} = 3.3 \text{ l/s} \cdot \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ l}} = 12 \frac{\text{m}^3}{\text{l}} \cdot 3 = 36 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

A continuación como ya se poseen los caudales y teniendo en cuenta que tiempo de autonomía que se ha de garantizar es de 90 minutos para los dos sistemas, se puede calcular la reserva de agua necesaria.

Para abastecer los hidrantes hará falta la siguiente cantidad de agua:

$$Reserva_{H_2O} = 210 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \cdot 1.5 \text{ h} = 315 \text{ m}^3$$

Para abastecer los BIEs hará falta la siguiente cantidad de agua:

$$Reserva_{H_2O} = 36 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \cdot 1.5 \text{ h} = 54 \text{ m}^3$$

Por lo tanto el tanque de almacenamiento de agua como reserva en caso producirse un incendio tendrá que tener una capacidad de  $369 \text{ m}^3$ . A este volumen hay que aplicar un 20% más, por lo tanto el volumen del tanque es de  **$445 \text{ m}^3$** .

El tanque tiene una configuración cilíndrica, estará semienterrado y sus dimensiones serán de 7 metros de altura y 9 metros de diámetro.