

# APARTADO 5



## SEGURIDAD E HIGIENE





## 5 SEGURIDAD E HIGIENE ..... 7

## 5.1 INTRODUCCIÓN ..... 7

## 5.2 LEGISLACIÓN ..... 8

5.2.1	LEGISLACIÓN GENERAL	8
5.2.2	LEGISLACIÓN PARA LA PREVENCIÓN DE INCENDIOS	8
5.2.3	LEGISLACIÓN PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS	8
5.2.4	LEGISLACIÓN PARA MAQUINARIA	9
5.2.5	LEGISLACIÓN PARA EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI)	9
5.2.6	NORMAS	9

## 5.3 CLASIFICACIÓN DE LA PLANTA ..... 10

5.3.1	CLASIFICACIÓN DE LAS ÁREAS DE LA PLANTA	10
-------	---	----

## 5.4 SUSTANCIAS QUÍMICAS ..... 13

5.4.1	CLASIFICACIÓN DE LAS SUSTANCIAS	13
5.4.2	ENVASADO Y ETIQUETADO	14
5.4.3	FICHAS DE SEGURIDAD DE LAS SUSTANCIAS	15

## 5.5 SEÑALIZACIÓN ..... 36

5.5.1	SEÑALIZACIÓN POR ÁREAS	36
5.5.1.1	SEÑALES VISUALES	36
5.5.1.2	SEÑALES ACÚSTICAS	37
5.5.2	SEÑALIZACIÓN EN EL TRANSPORTE	37

## 5.6 ESTACIÓN DE CARGA Y DESCARGA ..... 39

## 5.7 RIESGOS DE LA INDÚSTRIA ..... 40

5.7.1	FUENTES DE RIESGO	40
5.7.2	RIESGO DE INCENDIO	41



5.7.3	RIESGO DE EXPLOSIÓN .....	41
5.7.4	RIESGO DE FUGA .....	42
5.7.5	RIESGO A LA EXPOSICIÓN A PRODUCTOS QUÍMICOS .....	42
5.7.6	RIESGO ELÉCTRICO .....	43
<b>5.8</b>	<b>ANÁLISIS DE RIESGOS .....</b>	<b>44</b>
5.8.1	OBLIGACIÓN LEGAL DEL ANÁLISIS DE RIESGOS .....	44
<b>5.9</b>	<b>ANÁLISIS DE FUEGO Y EXPLOSIÓN .....</b>	<b>45</b>
5.9.1	INTRODUCCIÓN AL FUEGO Y LAS EXPLOSIONES .....	45
5.9.2	DISTINCIÓN ENTRE INCENDIOS Y EXPLOSIONES .....	45
5.9.3	MECANISMOS DE UN INCENDIO Y DE UNA EXPLOSIÓN .....	45
5.9.4	TRIANGULO DE FUEGO .....	46
5.9.5	FUENTES Y CAUSAS DE FUEGO Y EXPLOSIÓN EN LA PLANTA DE CUMENO .....	47
5.9.5.1	FUENTES DE COMBUSTIBLE .....	47
5.9.5.2	FUENTES DE IGNICIÓN .....	47
5.9.5.2	FUENTES DE OXÍGENO .....	48
5.9.6	CÓMO IDENTIFICAR FUENTES POTENCIALES DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN .....	48
5.9.6.1	FUENTES DE COMBUSTIBLES HIDROCARBONADOS: IDENTIFICACIÓN Y DOCUMENTACIÓN DE PELIGROS .....	50
5.9.6.1.1	Evaluación de las liberaciones de combustible controladas y el potencial de las liberaciones no controladas .....	50
5.9.6.2	FUENTES DE OXÍGENO: IDENTIFICACIÓN Y DOCUMENTACIÓN DE PELIGROS .....	51
5.9.6.3	FUENTES DE ENERGÍA DE IGNICIÓN: IDENTIFICACIÓN Y DOCUMENTACIÓN DE PELIGROS .....	51
5.9.7	RAZONES POR LAS QUE NO ES POSIBLE ELIMINAR TODAS LAS FUENTES DEL TRIANGULO DE FUEGO .....	52
5.9.8	FACTORES QUE AFECTA LA INFLAMABILIDAD DE LAS MEZCLAS INFLAMABLES .....	53
5.9.9	EXPLOSIONES MÁS TÍPICAS QUE PUEDEN OCURRIR EN UNA PLANTA DE CUMENO	
	54	
5.9.10	ANÁLISIS DE FUEGO Y EXPLOSIÓN DE LOS EQUIPOS PRINCIPALES .....	55
5.9.10.1	ANÁLISIS DE FUEGO Y EXPLOSIÓN DEL REACTOR .....	55
5.9.10.2	ANÁLISIS DE FUEGO Y EXPLOSIÓN EN LA COLUMNA DE CUMENO .....	56



5.9.11	IDENTIFICAR PRODUCTOS Y LOCALIZACIONES INFLAMABLES EN LA PLANTA DE CUMENO	56
5.9.11.1	PRODUCTO INFLAMABLE (I): PROPILENO .....	56
5.9.11.2	PRODUCTO INFLAMABLE (II): BENCENO .....	57
5.9.11.3	PRODUCTO INFLAMABLE (III): DIISOPROPILBENCENO .....	58
5.9.11.4	PRODUCTO INFLAMABLE (IV): CUMENO.....	58
5.9.11.5	PRODUCTO INFLAMABLE (V): PROPANO.....	59
5.9.12	CONSECUENCIAS DEL FUEGO O EXPLOSIÓN .....	59
5.9.13	PREVENCIÓN Y CONTROL DEL FUEGO Y LA EXPLOSIÓN .....	60
5.9.13.1	MINIMIZACIÓN DE LA CANTIDAD DE PRODUCTOS POTENCIALMENTE COMBUSTIBLES .....	60
5.9.13.2	MINIMIZACIÓN DE LAS POSIBLES FUENTES DE IGNICIÓN .....	60
5.9.14	MEDIDAS ADICIONALES DE CONTROL.....	61
5.9.15	CONTROL DEL POLVO .....	61
5.9.16	CONTROL DE IGNICIÓN .....	62
5.9.17	CONTROL DE DAÑOS.....	62
5.9.18	CAPACITACIÓN DE LOS EMPLEADOS .....	62
5.9.19	GESTIÓN .....	63
5.10	PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS .....	64
5.10.1	CLASIFICACIÓN DE INCENDIOS .....	64
5.10.2	CLASIFICACIÓN DE LAS ÁREAS SEGÚN EL RIESGO DE INCENDIOS .....	65
5.10.3	NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO Y DENSIDAD DE CARGA DE FUEGO .....	68
5.10.4	PROTECCIÓN ACTIVA .....	70
5.10.4.1	AGENTES EXTINTORES .....	70
5.10.4.2	PROTECCIÓN CON AGUA .....	71
5.10.4.3	PROTECCIÓN CON EXTINTORES .....	74
5.10.4.4	DETECTORES DE INCENDIOS .....	79
5.10.4.5	EQUIPOS AUXILIARES .....	80
5.10.4.6	ALARMAS.....	80
5.10.4.7	SALIDAS DE EMERGENCIA .....	80
5.10.5	PROTECCIÓN PASIVA .....	80



5.10.5.1 ESTRUCTURAS Y PAREDES .....	81
5.10.5.2 ATMOSFERAS INERTES .....	81
5.10.5.3 DISTANCIAS DE SEGURIDAD.....	81
5.10.5.4 CUBETOS DE RETENCIÓN .....	81
5.11 HAZOP .....	82
5.12 PLAN DE EMERGENCIA INTERNO (PEI).....	92
5.12.1 ANÁLISIS DEL RIESGO .....	93
5.12.2 MEDIDAS Y MEDIOS DE PROTECCIÓN .....	94
5.12.3 MANUAL DE ACTUACIÓN EN EMERGENCIAS .....	94
5.12.4 IMPLANTACIÓN DEL PEI .....	95
5.12.5 SIMULACROS .....	95
5.12.6 MANTENIMIENTO PEI .....	95
5.13 PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES .....	96
5.13.1 RIESGOS LABORALES EN LA EMPRESA .....	96
5.13.1.1 RIESGOS DE SEGURIDAD .....	96
5.13.1.2 RIESGOS HIGIENICOS .....	96
5.13.1.2.1 Introducción .....	96
5.13.1.2.2 Contaminantes químicos .....	97
5.13.1.2.3 Contaminantes físicos .....	99
5.13.1.2.4 Contaminantes biológicos .....	107
5.13.1.3 RIESGOS ERGONÓMICOS .....	109
5.13.1.3.1 Introducción .....	109
5.13.1.3.2 Riesgos y sus causas .....	109
5.13.1.3.3 Patologías específicas .....	109
5.13.1.3.4 Condiciones de trabajo .....	112
5.13.1.4 RIESGOS PSICOSOCIALES .....	113
5.13.1.4.1 Introducción .....	113
5.13.1.4.2 Factores de Riesgo de Origen Psicosocial .....	114
5.13.1.4.3 Consecuencias de los Riesgos Psicosociales .....	120
5.4	



5.13.1.4.4	Intervención Psicosocial .....	121
5.13.2	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI'S).....	123
5.13.2.1	DEFINICIÓN .....	123
5.13.2.2	TIPOS DE CATEGORIA EPI .....	124
5.13.2.3	CLASIFICACIÓN DE LOS DIFERENTES EPI'S .....	125
5.13.2.3.1	Protección de la cabeza .....	125
5.13.2.3.2	Protección del pie .....	126
5.13.2.3.3	Protección ocular o facial .....	127
5.13.2.3.4	Protección respiratoria.....	128
5.13.2.3.5	Protección de oído.....	129
5.13.2.3.6	Protección de brazos y manos .....	130
5.13.2.3.7	Protección contra las condiciones climáticas adversas y entornos agresivos .....	133
5.13.2.3.8	Protección anticaídas .....	133
5.13.2.3.8	Ropa ignífuga .....	135
5.13.2.3	CANTIDAD Y UTILIZACIÓN DE EPI'S EN LA PLANTA.....	136
5.13.3	OBPLICACIÓN DE LOS TRABAJADORES EN PREVENCIÓN DE RIESGOS .....	137
5.14	HIGIENE DE LA PLANTA.....	139
5.15	PRIMEROS AUXILIOS .....	140





## 5 SEGURIDAD E HIGIENE

### 5.1 INTRODUCCIÓN

En este apartado de la memoria, como bien su nombre indica, se presenta el estudio de la seguridad e higiene de la planta de producción de cumeno perteneciente a ARROL. Con este estudio se pretende minimizar los riesgos de accidentes laborales y, en caso de que éstos sean inevitables, minimizar sus efectos. Las medidas tanto activas como pasivas que se muestran en este capítulo tienen como principal objetivo proteger primeramente a las persona, después el medio ambiente y, finalmente, la maquinaria e instalaciones de la planta.

Esta sección de la memoria, además, están contenidas todas las ideas que permiten a la empresa ARROL establecer preventivas coherentes y adecuadas a las necesidades de la empresa, dicho de otra manera, a las necesidades de todos los trabajadores que la conforman.



## 5.2 LEGISLACIÓN

### 5.2.1 LEGISLACIÓN GENERAL

- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo de 9 de marzo de 1971.
- Orden de 17 de mayo de 1974 sobre Normas Técnicas Reglamentarias sobre homologación de Medios de Protección Personal (B.O.E. nº128 29/05/1974).
- R.D. 1316/1989, de 27 de octubre, sobre protección de los trabajadores ante los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo. BOE nº 263, de 2 de noviembre de 1989.
- R.D. 2200/1995, Reglamento de la Infraestructura para la calidad y la seguridad industrial.
- Ley 31/01/1995, de 8 de noviembre, Ley de Prevención de Riesgos Laborales (B.O.E. de 3 de diciembre).
- R.D. 39/1997, de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención (B.O.E. de 31 de enero de 1997).
- R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- R.D. 486/1997 de 14 de abril sobre Disposiciones Mínimas en Materia de Señalización, Seguridad y Salud en el Trabajo.
- R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, sobre Seguridad, Salud y Medicina en el Trabajo.
- R.D. 379/2001, de 6 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias, <<ITC MIE-APQ1>>, <<ITC MIE APQ2>>, <<ITC MIE APQ3>>, <<ITC MIE APQ4>>, <<ITC MIE APQ5>>, <<ITC MIE APQ6>>, <<ITC MIE APQ7>>, B.O.E. nº 112 del 10 de mayo de 2001.
- R. D. 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.
- R. D. 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- R.D. 843/2011, de 17 de junio, por el que se establecen los criterios básicos sobre la organización de recursos para desarrollar las actividades sanitarias de los servicios de prevención.

### 5.2.2 LEGISLACIÓN PARA LA PREVENCIÓN DE INCENDIOS

- R.D. 1942/1993, de 5 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- Norma básica de la Edificación “NBE-CPI/96: Condiciones de Protección contra incendios en los Edificios”, aprobada por R.D. 2177/1996, de 4 de octubre.
- R.D. 2267/2004, de 3 de diciembre por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales.

### 5.2.3 LEGISLACIÓN PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS

- R.D. 2413/1973, de 20 de septiembre, que aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Complementarias (REBT) (B.O.E. de 9 de octubre de 1973).



- R.D. del 9 de octubre de 1985, según el cual se modifica el anterior Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT).
- R.D: 3151/1986, de 28 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión. Modificado en BOE nº224 08/03/1963.
- R.D. 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

#### 5.2.4 LEGISLACIÓN PARA MAQUINARÍA

- R.D. 2291/1985, de 8 de noviembre, Reglamento de Aparatos de Elevación y Mantenimiento de los mismos (BOE nº296 11/12/1985).
- R.D: 1495/1986, de 26 de mayo, Reglamento de Seguridad en las Máquinas (BOE nº 173 21/07/1986). Modificado en el BOE nº238 04/10/1986.
- Orden de 8 de abril de 1991. ITC-MIE-MSG1: máquinas, Elementos de Máquinas Sistemas de Protección Utilizados (BOE de 11 de abril de 1991).
- Directiva Comunitaria 89/392/CE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados Miembros sobre máquinas. Transpuesta en el R.D. 1434/1992, de 20 de enero (BOE de 8 de febrero de 1995).
- R.D. 2060/2008, Reglamento de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.

#### 5.2.5 LEGISLACIÓN PARA EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI)

- R.D. 1407/1992, de 20 de noviembre, sobre Comercialización y Libre Circulación Intracomunitaria de los Equipos de Protección Individual (BOE de 28 de diciembre de 1992), modificado por la O.M. de 16 de mayo de 1994 y por el R.D. 159/1995, de 3 de febrero (BOE de 8 de marzo de 1995).
- R.D. 773/1997, de 30 de mayo, sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud relativas a la Utilización por los Trabajadores de Equipos de Protección Individual (BOE nº140 12/06/1997).
- R.D. 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

#### 5.2.6 NORMAS

- C.T.E.: Código Técnico de Edificación.
- N.B.E.: Normas Básicas de Edificación.
- N.T.E.: Norma Tecnológica de Edificación.
- E.S.S.: Estudio de Seguridad y Salud.
- R.A.P.: Reglamento de Aparatos a Presión.
- R.E.B.T.: Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- R.E.A.T.: Reglamento Electrotécnico de Alta Tensión.



## 5.3 CLASSIFICACIÓN DE LA PLANTA

Según establece el Real Decreto 2414/1961, una planta química lleva a cabo una actividad industrial que es considerada como molesta debido a que es una fuente de ruido y vibraciones, además de ser fuente también de humos, olores y emisiones gaseosas insalubres que generan partículas o fluidos perjudiciales para la salud humana y nociva a causa de la contaminación que puede llevar a provocar sobre el medio ambiente. No suficiente con lo anterior, también se considera peligrosa por su elevado riesgo a posibles incendios y/o explosiones que comportan el hecho de manipular elementos químicos como son el benceno, el propileno, el DIPB y el cumeno.

Todo lo definido anteriormente conlleva a que la planta de producción de cumeno se sitúe dentro de la categoría de restringida ya que todas las definiciones son características soportables y compatibles con las condiciones del entorno.

Sumándose a esta primera clasificación general, el Anexo 1 del mismo decreto establece una clasificación mucho más específica que tiene en consideración los productos que se manipulan en la planta. La planta de producción de cumeno se encuentra dentro de la categoría 311 y subcategoría 43 que engloba todas las actividades industriales donde hay una obtención de productos por síntesis orgánica.

Finalmente, y como última clasificación de la planta, se considera clase 1 debido a que se fabrican productos inflamables a gran escala y por tanto implica tener zonas aisladas perfectamente controladas donde se almacenan éstos productos.

### 5.3.1 CLASIFICACIÓN DE LAS ÁREAS DE LA PLANTA

La Directiva Europea 94/9/CE, llamada directiva ATEX, se tiene como referencia en cuanto a los equipos dispuestos en la planta, para evitar cualquier riesgo de inflamación, explosión o deflagración debido a la coincidencia de tres factores del triángulo de fuego (véase Figura 5.5).

Nuestros equipos están diseñados para evitar cualquier fuente de ignición en una atmósfera en la que un comburente y un combustible se mezclan a veces, a menudo o siempre. Así pues, nuestros equipos se consideran conjuntos funcionales en el sentido de la Directiva ATEX 94/9/CE.

La evaluación de riesgos es responsabilidad del usuario y el peligro está codificado en función de los criterios siguientes:

#### Clasificación de zona:

- ❖ Las zonas de riesgo G están clasificadas en función de la periodicidad del peligro:
  - **Zona 0:** Una atmósfera explosiva gaseosa está presente de forma permanente o durante un largo periodo. Los únicos equipos eléctricos presentes en zona 0 se clasifican en la Categoría 1.
  - **Zona 1:** Una atmósfera explosiva gaseosa puede estar presente de forma temporal con un uso normal. Es el caso, por ejemplo, del entorno de los aparatos provistos de una trampilla de acceso que se abre durante una operación de funcionamiento normal. Los únicos equipos eléctricos presentes en zona 1 se clasifican en la Categoría 1 o 2.



- **Zona 2:** Una atmósfera explosiva gaseosa puede estar presente accidentalmente y durante un periodo corto. Es el caso, por ejemplo, del entorno no inmediato de los aparatos, pues estos están confinados en un recinto con una atmósfera controlada, recinto que puede liberar de forma accidental un disolvente volátil. Los únicos equipos eléctricos presentes en zona 2 se clasifican en la Categoría 1, 2 o 3.
- ❖ Para las atmósferas con polvo se definen otras zonas de riesgo (D): zonas 20, 21 y 22 según los mismos criterios de periodicidad.

Naturaleza del combustible:

- ❖ El grupo de explosión se define según la peligrosidad del gas o del disolvente volátil presente:
  - Grupo I: Para las minas grisuosas y sus equipos. Gas de referencia: metano.
  - Grupo II: Para las demás atmósferas explosivas, subdividido en:
    - Grupo IIA: Gas de referencia: propano.
    - Grupo IIB: Gas de referencia: etileno.
    - Grupo IIC: Gas de referencia: hidrógeno.

Por lo general, la naturaleza de los combustibles presentes en los talleres de síntesis química o de extracción con disolventes es muy diversa y el grupo de explosión clasificado por el usuario es el Grupo IIB, lo que corresponde al conjunto de gases presentes en la industria de la química fina, con excepción del hidrógeno.

Por su parte, los talleres que tratan con hidrógeno se clasifican en el Grupo IIC.

Clase de temperatura:

- ❖ La clase de temperatura se define en función de la temperatura de inflamación de los vapores de los disolventes presentes en el taller:
  - Clase T1: por encima de 450°C.
  - Clase T2: de 300 a 450°C.
  - Clase T3: de 200 a 300 °C.
  - Clase T4: de 135 a 200 °C.
  - Clase T5: de 100 a 135 °C.
  - Clase T6: de 85 a 100 °C.

La clase de temperatura de un conjunto completo no se define únicamente en función de los componentes eléctricos.

Por ejemplo, un módulo de energía alimentado con vapor a 6 bares cuya temperatura de pared alcanza los 165°C es de clase de temperatura T3 incluso si sus componentes eléctricos son de clase T4 o T6. El usuario deberá abstenerse de utilizar disolventes cuyos vapores puedan inflamarse en contacto con una pared de menos de 200°C.

Por lo general, los motores de arrastre montados en los talleres de química fina tienen una clase de temperatura T4, lo que significa que ni la pared del motor ni ninguna parte que pueda entrar en contacto con los gases puede superar la temperatura de 135°C en ninguna circunstancia. En un



taller en zona ATEX de clase de temperatura T4, y cuyos equipos se hayan clasificado correctamente, el usuario puede utilizar con total seguridad disolventes cuya temperatura de inflamación sea superior a 135°C.

La clasificación de motores eléctricos T4 y la clasificación de instrumentos según la clase de temperatura T6 han llevado con frecuencia al usuario a clasificar el conjunto de la zona ATEX del taller como clase de temperatura T4.

Pero la clasificación de un taller como clase T4 prohíbe al usuario utilizar temperaturas de servicio superiores a 135°C e incluso alimentar el taller mediante conductos de vapor saturado a 6 bares cuyas paredes alcancen... 165°C.

Así, incluso si el motor de la bomba es de clase T4, la motobomba por la que circula un fluido a 165°C debe de clasificarse como T3. Lo mismo ocurre con el agitador de un reactor cuya temperatura máxima de servicio es de 165°C.

Una vez dicho esto, se procede a la clasificación de las zonas de la planta según la normativa ATEX:

**Tabla 5.1 Clasificación ATEX para las zonas de la planta:**

Zona	Descripción	Clasificación ATEX
A-100	Almacenamiento de materias primeras	Zona 0
A-200	Reacción	Zona 1
A-300	Separación	Zona 1
A-400	Almacenamiento producto final	Zona 0
A-500	Tratamiento de residuos	Zona 2
A-600	Protección contra incendios	Zona 2
A-700	Zona carga y descarga	Zona 0
A-800	Oficinas	Zona 2
A-900	Laboratorio	Zona 2
A-1000	Zona social	Zona 2
A-1100	Sala de control	Zona 2
A-1200	Servicios mantenimiento planta	Zona 2
A-1300	Parking	Zona 2
A-1500	Transformador eléctrico	Zona 1
A-1600	Servicios	Zona 2



## 5.4 SUSTANCIAS QUÍMICAS

En este punto se procede a clasificar las sustancias, indicar el envasado y etiquetado y por último se muestran las fichas de seguridad de los productos manipulados en nuestra planta. En éste punto se ha tenido como referencia el documento “Sistema globalmente armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos (SGA)”, quinta edición realizada por las Naciones Unidas en Nueva York y Ginebra en el año 2013.

### 5.4.1 CLASIFICACIÓN DE LAS SUSTANCIAS

El SGA utiliza el término “Clasificación de riesgo” para indicar, solamente, las propiedades peligrosas intrínsecos de la sustancia. De acuerdo al SGA, la clasificación de éstas se recoge en la tabla 5.2. Esta tabla se obtuvo del SGA, Anexo 1, sumario de tablas de la clasificación y etiquetado.

Tabla 5.2 Pictogramas de la clasificación de las sustancias:

Explosivos	Inflamables	Comburentes	Gas a presión	Corrosivo	Tóxicos	Daño si se consume
Cancerígenos	Tóxicos para ambiente	Explosivo 1.1	Explosivo 1.2	Explosivo 1.3	Explosivo 1.4	Explosivo 1.5
Explosivo 1.6	Gas inflamable	Gas inflamable	Gas a presión	Gas a presión	Líquido inflamable	Líquido inflamable
Pirofóricos	Sólidos inflamables	Contacto con agua desprende gases	Contacto con agua desprende gases	Gases oxidantes	Peróxidos orgánicos	Peróxidos orgánicos



**Tabla 5.3 Continuación de tabla 5.2:**

Tóxico	Tóxico	Corrosivo o irritante

#### 5.4.2 ENVASADO Y ETIQUETADO

Los peligros de los productos químicos se comunican a través de indicaciones y pictogramas normalizados en las etiquetas y fichas de datos de seguridad (los pictogramas empleados para la clasificación de las sustancias se vieron en el apartado anterior; consultar tablas 5.2 y 5.3). En las etiquetas, se deben de proporcionar información requerida:

- **Palabra de advertencia:** Indica la severidad del peligro de la sustancia y el potencial de riesgo. Las palabras empleadas son “Peligro” o *Danger* y “Advertencia” o *Warning*. La primera se usa en casos más severos (categorías 1 y 2) mientras que la segunda suelen ser casos más leves.
- **Indicaciones de peligro:** Frase asignada a la clase y categoría de peligro que describe la naturaleza de la sustancia peligrosa. Para identificar la frase en las etiquetas, se emplea un código del tipo H200 (explosivo inestable).
- **Consejos de precaución y pictogramas:** Frase que describe las medidas recomendadas que se deberían seguir para minimizar o prevenir los efectos adversos resultantes de la exposición a la sustancia. El código que los identifican son del tipo P210 (Manténgase alejado del calor, superficies calientes, chispas, llamas abiertas u otras fuentes de ignición. No fumar).
- **Identificador del producto:** El identificador del producto empleado en el SGH deberá ser el mismo que el utilizado en las SDS (*Safety Data Sheets*).
- **Identificación del proveedor:** Nombre, dirección y teléfono del fabricante o proveedor deberá ser especificado en la etiqueta.

A continuación, figura 5.1 y 5.2, se muestra un ejemplo de las indicaciones de peligro y consejos de prudencia; estos han sido extraídos del Anexo 1 del Sistema Globalmente Armonizado y del Anexo 3.



Classification		Labelling			Hazard statement codes	
Hazard class	Hazard category	Pictogram		Signal word		
		GHS	UN Model Regulations <sup>a</sup>			
Flammable gases (including chemically unstable gases)	1			Danger	Extremely flammable gas	H220
	2	No pictogram	Not required	Warning	Flammable gas	H221
	A (chemically unstable gases)	No additional pictogram	Not required	No additional signal word	Additional hazard statement: May react explosively even in the absence of air	H230
	B (chemically unstable gases)	No additional pictogram	Not required	No additional signal word	Additional hazard statement: May react explosively even in the absence of air at elevated pressure and/or temperature	H231

Figura 5.1 Indicaciones de peligros para gases inflamables.

Code (1)	Health hazard statements (2)	Hazard class (GHS chapter) (3)	Hazard category (4)
H351	<b>Suspected of causing cancer</b> (state route of exposure if it is conclusively proven that no other routes of exposure cause the hazard)	Carcinogenicity (chapter 3.6)	2
H360	<b>May damage fertility or the unborn child</b> (state specific effect if known)(state route of exposure if it is conclusively proven that no other routes of exposure cause the hazard)	Reproductive toxicity (chapter 3.7)	1A, 1B
H361	<b>Suspected of damaging fertility or the unborn child</b> (state specific effect if known)(state route of exposure if it is conclusively proven that no other routes of exposure cause the hazard)	Reproductive toxicity (chapter 3.7)	2
H362	<b>May cause harm to breast-fed children</b>	Reproductive toxicity, effects on or via lactation (chapter 3.7)	Additional category
H370	<b>Causes damage to organs</b> (or state all organs affected, if known) (state route of exposure if it is conclusively proven that no other routes of exposure cause the hazard)	Specific target organ toxicity, single exposure (chapter 3.8)	1
H371	<b>May cause damage to organs</b> (or state all organs affected, if known)(state route of exposure if it is conclusively proven that no other routes of exposure cause the hazard)	Specific target organ toxicity, single exposure (chapter 3.8)	2

Figura 5.2 Códigos de consejos de precaución por peligro de salud.

#### 5.4.3 FICHAS DE SEGURIDAD DE LAS SUSTANCIAS

A continuación se muestran las fichas internacionales de Seguridad Química que elabora el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo:



○ Reactivos (I): Benceno

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



BENCENO		ICSC: 0015		
<b>DATOS IMPORTANTES</b>				
<b>ESTADO FÍSICO; ASPECTO</b> Líquido incoloro, de olor característico.	<b>VÍAS DE EXPOSICIÓN</b> La sustancia se puede absorber por inhalación, a través de la piel y por ingestión.	<b>RIESGO DE INHALACIÓN</b> Por evaporação de esta sustancia a 20°C se puede alcanzar muy rápidamente una concentración nociva en el aire.		
<b>PELIGROS FÍSICOS</b> El vapor es más denso que el aire y puede extenderse a ras del suelo; posible ignición en punto distante. Como resultado del flujo, agitación, etc., se pueden generar cargas electrostáticas.	<b>EFFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN</b> La sustancia irrita los ojos, la piel y el tracto respiratorio. La ingestión del líquido puede dar lugar a la aspiración del mismo por los pulmones y la consiguiente neumonitis química. La sustancia puede causar efectos en el sistema nervioso central, dando lugar a disminución de la conciencia. La exposición muy por encima del OEL puede producir pérdida del conocimiento y muerte.	<b>EFFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA</b> El líquido desengrasa la piel. La sustancia puede afectar a la médula ósea y al sistema inmune, dando lugar a una disminución de células sanguíneas. Esta sustancia es carcinógena para los seres humanos.		
<b>PROPIEDADES FÍSICAS</b>				
Punto de ebullición: 80°C Punto de fusión: 6°C Densidad relativa (agua = 1): 0.88 Solubilidad en agua, g/100 ml a 25°C: 0.18 Presión de vapor, kPa a 20°C: 10 Densidad relativa de vapor (aire = 1): 2.7	Densidad relativa de la mezcla vapor/aire a 20°C (aire = 1): 1.2 Punto de inflamación: -11°C c.c. Temperatura de autoignición: 498°C Límites de explosividad, % en volumen en el aire: 1.2-8.0 Coeficiente de reparto octanol/agua como log Pow: 2.13			
<b>DATOS AMBIENTALES</b>				
La sustancia es muy tóxica para los organismos acuáticos.				
<b>NOTAS</b>				
El consumo de bebidas alcohólicas aumenta el efecto nocivo. Está indicado examen médico periódico dependiendo del grado de exposición. La alerta por el olor es insuficiente. Esta ficha ha sido parcialmente actualizada en octubre de 2004: ver Clasificación UE.				
<b>INFORMACIÓN ADICIONAL</b>				
Límites de exposición profesional (INSHT 2011): VLA-ED: 1 ppm; 3.25 mg/m <sup>3</sup> C1A (Sustancia carcinogénica de categoría 1A). M1B (Sustancia mutagénica de categoría 1B). Notas: vía dérmica. Es de aplicación el RD 1124/2000, por el que se modifica el RD 665/1997 de agentes cancerígenos. Esta sustancia tiene establecidas restricciones a la fabricación, comercialización o al uso especificadas en el Reglamento REACH. VLB: 0,045 mg/g creatinina en orina de ácido S-Fenilmercaptúrico; 2 mg/L en orina de ácido t,t-Mucónico; 5 µg/L en sangre de benceno total.				
<b>NOTA LEGAL</b>	Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de los requisitos legales. Su posible uso no es responsabilidad de la CE, el IPCS, sus representantes o el INSHT, autor de la versión española.			



○ Reactivos (II): Propileno

**PROPILENO**

ICSC: 0559

<p>Metiletileno Propeno Metiletano (botella) <chem>C3H6</chem> / <chem>CH2CHCH3</chem></p>					Masa molecular: 42.1
<p>Nº CAS 115-07-1 Nº RTECS UC6740000 Nº ICSC 0559 Nº NU 1077 Nº CE 601-011-00-9</p>					
TIPOS DE PELIGRO/EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCION	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS		
INCENDIO	Extremadamente inflamable.	Evitar las llamas, NO producir chispas y NO fumar.	Cortar el suministro; si no es posible y no existe riesgo para el entorno próximo, dejar que el incendio se extinga por sí mismo; en otros casos apagar con polvo, dióxido de carbono.		
EXPLOSION	Las mezclas gas/aire son explosivas.	Sistema cerrado, ventilación, equipo eléctrico y de alumbrado a prueba de explosión. Evitar la generación de cargas electrostáticas (por ejemplo, mediante conexión a tierra) si aparece en estado líquido.	En caso de incendio: mantener fría la botella rociando con agua pero NO en contacto directo con agua. Combatir el incendio desde un lugar protegido.		
EXPOSICION					
• INHALACION	Somnolencia. Sofocación (Véanse Notas).	Ventilación.	Aire limpio, reposo. Respiración artificial si estuviera indicada. Proporcionar asistencia médica.		
• PIEL	EN CONTACTO CON LÍQUIDO: CONGELACION.	Guantes aislantes del frío.	EN CASO DE CONGELACION: aclarar con agua abundante, NO quitar la ropa. Proporcionar asistencia médica.		
• OJOS	Véase Piel.	Gafas ajustadas de seguridad, o pantalla facial.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después proporcionar asistencia médica.		
• INGESTION		No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.			



DERRAMES Y FUGAS			ALMACENAMIENTO			ENVASADO Y ETIQUETADO		
Evacuar la zona de peligro. Consultar a un experto. Ventilar. Eliminar todas las fuentes de ignición. NO verter NUNCA chorros de agua sobre el líquido. (Protección personal adicional: traje de protección completo incluyendo equipo autónomo de respiración).	A prueba de incendio. Mantener en lugar fresco.					NU (transporte): Clasificación de Peligros NU: 2.1 CE: símbolo F+ R: 12 S: 2-9-16-33		

## VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE

ICSC: 0559

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

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.	<b>VIAS DE EXPOSICION</b> La sustancia se puede absorber por inhalación.
	<b>PELIGROS FISICOS</b> El gas es más denso que el aire y puede extenderse a ras del suelo; posible ignición en punto distante, y puede acumularse en las zonas más bajas produciendo una deficiencia de oxígeno. Como resultado del flujo, agitación, etc., se pueden generar cargas electrostáticas.	<b>RIESGO DE INHALACION</b> Al producirse pérdidas en zonas confinadas este gas puede originar asfixia por disminución del contenido de oxígeno del aire.
	<b>PELIGROS QUIMICOS</b> Reacciona violentamente con oxidantes originando peligro de incendio y explosión.	<b>EFFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION</b> La evaporación rápida del líquido puede producir congelación. La sustancia puede causar efectos en el sistema nervioso central. La exposición podría causar disminución de la conciencia. Véanse Notas.
	<b>LIMITES DE EXPOSICION</b> TLV: A4 (ACGIH 2003) MAK no establecido.	
<b>PROPIEDADES FISICAS</b>		Punto de ebullición: -48°C Punto de fusión: -185°C Densidad relativa (agua = 1): 0.5 Solubilidad en agua: escasa Presión de vapor, kPa a 25°C: 1158
<b>DATOS AMBIENTALES</b>		Densidad relativa de vapor (aire = 1): 1.5 Punto de inflamación: gas inflamable Temperatura de autoignición: 460°C Límites de explosividad, % en volumen en el aire: 2.4-10.3 Coeficiente de reparto octanol/agua como log Pow: 1.77

## 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. 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.

Ficha de emergencia de transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-137.  
Código NFPA: H 1; F 4; R 1;

## INFORMACION ADICIONAL

Los valores LEP pueden consultarse en línea en la siguiente dirección: <a href="http://www.mtas.es/insht/practice/vias.htm">http://www.mtas.es/insht/practice/vias.htm</a>	Última revisión IPCS: 1998 Traducción al español y actualización de valores límite y etiquetado: 2003 FISQ: 6-161
--	---

ICSC: 0559

PROPYLENO

© CE, IPCS, 2003

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



- Reactivos (III): Propano (como impureza)

**PROPANO**

ICSC: 0319

n-Propano <chem>C3H8</chem> / <chem>CH3CH2CH3</chem> Masa molecular: 44.1 (botella) (licuado)					
Nº ICSC 0319 Nº CAS 74-98-6 Nº RTECS TX2275000 Nº NU 1978 Nº CE 601-003-00-5					

TIPOS DE PELIGRO/EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCION	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	Extremadamente inflamable.	Evitar las llamas, NO producir chispas y NO fumar.	Cortar el suministro; si no es posible y no existe riesgo para el entorno próximo, dejar que el incendio se extinga por sí mismo; en otros casos apagar con polvo, dióxido de carbono .
EXPLOSION	Las mezclas gas/aire son explosivas.	Sistema cerrado, ventilación, equipo eléctrico y de alumbrado a prueba de explosión. Evitar la generación de cargas electrostáticas (por ejemplo, mediante conexión a tierra) si aparece en estado líquido. Utilicense herramientas manuales no generadoras de chispas.	En caso de incendio: mantener fría la botella rociando con agua. Combatir el incendio desde un lugar protegido.
EXPOSICION			
• INHALACION	Somnolencia. Pérdida del conocimiento.	Sistema cerrado y ventilación.	Aire limpio, reposo. Respiración artificial si estuviera indicada. Proporcionar asistencia médica.
• PIEL	EN CONTACTO CON LIQUIDO: CONGELACION.	Guantes aislantes del frío. Traje de protección.	EN CASO DE CONGELACION: aclarar con agua abundante, NO quitar la ropa. Proporcionar asistencia médica.
• OJOS	EN CONTACTO CON LIQUIDO: CONGELACION.	Pantalla facial.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después proporcionar asistencia médica.
• INGESTION			



DERRAMES Y FUGAS	ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO
Evacuar la zona de peligro. Consultar a un experto. Eliminar toda fuente de ignición. Ventilar. NO verter NUNCA chorros de agua sobre el líquido. (Protección personal adicional: equipo autónomo de respiración).	A prueba de incendio. Mantener en lugar fresco.	NU (transporte): Ver pictograma en cabecera. Clasificación de Peligros NU: 2.1 CE: símbolo F+ R: 12 S: 2-9-16



## VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE

ICSC: 0319

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

D	<b>ESTADO FISICO: ASPECTO:</b> Gas licuado comprimido inodoro, incoloro.	<b>VIAS DE EXPOSICION:</b> La sustancia se puede absorber por inhalación.	
A	<b>PELIGROS FISICOS:</b> El gas es más denso que el aire y puede extenderse a ras del suelo; posible ignición en punto distante. Puede acumularse en las zonas más bajas produciendo una deficiencia de oxígeno. Como resultado del flujo, agitación, etc., se pueden generar cargas electrostáticas.	<b>RIESGO DE INHALACION:</b> Al producirse pérdidas en zonas confinadas, este líquido se evapora muy rápidamente originando una saturación total del aire con grave riesgo de asfixia.	
T		<b>EFFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION:</b> La evaporación rápida del líquido puede producir congelación. La sustancia puede afectar al sistema nervioso central.	
O	<b>LIMITES DE EXPOSICION:</b> TLV: 2500 ppm como TWA; (ACGIH 2003). MAK: 1000 ppm, 1800 mg/m <sup>3</sup> ; Categoría de limitación de pico: II(2); IIC: No clasificado en cuanto a riesgo para el embarazo (DFG 2003).		
S			
I			
M			
P			
O			
R			
T			
A			
N			
T			
E			
S			
<b>PROPIEDADES FISICAS</b>		Punto de ebullición: -42°C Punto de fusión: -189.7°C Densidad relativa (agua = 1): 0.5 Solubilidad en agua, g/100 ml a 20°C: 0.007 Presión de vapor, kPa a 20°C: 840 Densidad relativa de vapor (aire = 1): 1.6 Temperatura crítica: 39°C (no en la ficha)	Punto de inflamación: -104°C Temperatura de autoignición: 450°C Límites de explosividad, % en volumen en el aire: 2.1-9.5 Coeficiente de reparto octanol/agua como log Pow: 2.36 Energía mínima de ignición: 25 mJ (no en la ficha)
<b>DATOS AMBIENTALES</b>			

## NOTAS

Comprobar el contenido de oxígeno antes de entrar en la zona. 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. Altas concentraciones en el aire producen una deficiencia de oxígeno con riesgo de pérdida de conocimiento o muerte.

Ficha de emergencia de transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-20S1978  
Código NFPA: H 1; F 4; R 0;

## INFORMACION ADICIONAL

Los valores LEP pueden consultarse en línea en la siguiente dirección: <a href="http://www.mtas.es/insht/practice/vlas.htm">http://www.mtas.es/insht/practice/vlas.htm</a>	Última revisión IPCS: 2003 Traducción al español y actualización de valores límite y etiquetado: 2003 FISQ: 2-164
--	---

ICSC: 0319

PROPANO

© CE, IPCS, 2003

<b>NOTA LEGAL IMPORTANTE:</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.
-------------------------------	---



○ Productos (I): Cumeno

**CUMENO**

ICSC: 0170

     			
<b>CUMENO</b> Isopropilbenceno Cumene 2-Fenilpropano Cumol $C_9H_{12}/C_6H_5CH(CH_3)_2$ Masa molecular: 120.2			
Nº CAS 98-82-8 Nº RTECS GR8575000 Nº ICSC 0170 Nº NU 1918 Nº CE 601-024-00-X			
 			
TIPOS DE PELIGRO/EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCION	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	Inflamable.	Evitar las llamas, NO producir chispas y NO fumar.	Polvo, AFFF, espuma, dióxido de carbono.
EXPLOSION	Por encima de 31°C: pueden formarse mezclas explosivas vapor/aire.	Por encima de 31°C: sistema cerrado, ventilación y equipo eléctrico a prueba de explosión Evitar la generación de cargas electrostáticas (por ejemplo, mediante conexión a tierra).	En caso de incendio: mantener fríos los bidones y demás instalaciones rociando con agua.
EXPOSICION		¡EVITAR LA FORMACION DE NIEBLA DEL PRODUCTO!	
• INHALACION	Ataxia, tos, vértigo, somnolencia, dolor de cabeza y garganta, pérdida del conocimiento.	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo, posición de semiincorporado y proporcionar asistencia médica.
• PIEL	Piel seca.	Guantes protectores y traje de protección.	Quitar las ropas contaminadas, aclarar y lavar la piel con agua y jabón.
• OJOS	Enrojecimiento, dolor.	Gafas de protección de seguridad.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad) y proporcionar asistencia médica.
• INGESTION	(Para mayor información, véase Inhalación).	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	Enjuagar la boca, NO provocar el vómito y proporcionar asistencia médica.
DERRAMAS Y FUGAS	ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO	
Recoger, en la medida de lo posible, el líquido que se derrama y el ya derramado en recipientes precintables, absorber el líquido residual en arena o absorbente inerte y trasladarlo a un lugar seguro. NO permitir que este producto químico se incorpore al ambiente. (Protección personal adicional: respirador de filtro mixto contra vapores orgánicos y polvo nocivo A/P2).	A prueba de incendio. Separado de oxidantes fuertes, ácidos. Mantener en lugar fresco y oscuro. Almacenar solamente si está estabilizado.	símbolo Xi símbolo N R: 10-37-51/53-65 S: (2)-24-37-61-62 Clasificación de Peligros NU: 3 Grupo de Envase NU: III IMO: contaminante marino. CE:  	
<b>VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE</b>			
ICSC: 0170	Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión de las Comunidades Europeas © CCE, IPCS, 1994		

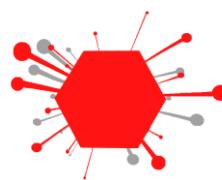


<b>D</b> <b>A</b> <b>T</b> <b>O</b> <b>S</b> <b>I</b> <b>M</b> <b>P</b> <b>O</b> <b>R</b> <b>T</b> <b>A</b> <b>N</b> <b>T</b> <b>E</b> <b>S</b>	<b>ESTADO FISICO; ASPECTO</b> Líquido incoloro, de olor característico.	<b>VIAS DE EXPOSICION</b> La sustancia se puede absorber por inhalación y a través de la piel.
	<b>PELIGROS FISICOS</b> Como resultado del flujo, agitación, etc., se pueden generar cargas electrostáticas.	<b>RIESGO DE INHALACION</b> Por evaporación de esta sustancia a 20°C se puede alcanzar bastante lentamente una concentración nociva en el aire.
	<b>PELIGROS QUIMICOS</b> La sustancia puede formar peróxidos explosivos. Reacciona violentamente con ácidos y oxidantes fuertes, originando peligro de incendio y explosión.	<b>EFFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION</b> La sustancia irrita los ojos y el tracto respiratorio. La ingestión del líquido puede dar lugar a la aspiración del mismo por los pulmones y la consiguiente neumonitis química. La sustancia puede causar efectos en sistema nervioso central. La exposición por encima del LEL puede producir pérdida del conocimiento.
	<b>LIMITES DE EXPOSICION</b> TLV (como TWA): 50 ppm; 246 mg/m <sup>3</sup> (piel) (ACGIH 1995-1996). MAK: 50 ppm; 245 mg/m <sup>3</sup> (piel) (1996).	<b>EFFECTOS DE EXPOSICION PROLONGADA O REPETIDA</b> El contacto prolongado o repetido con la piel puede producir dermatitis.
<b>PROPIEDADES FISICAS</b>	Punto de ebullición: 152°C Punto de fusión: -96°C Densidad relativa (agua = 1): 0.90 Solubilidad en agua: Ninguna Presión de vapor, Pa a 20°C: 427 Densidad relativa de vapor (aire = 1): 4.2	Densidad relativa de la mezcla vapor/aire a 20°C (aire = 1): 1.01 Punto de inflamación: 31°C Temperatura de autoignición: 420°C Límites de explosividad, % en volumen en el aire: 0.9-6.5 Coeficiente de reparto octanol/agua como log Pow: 3.66
<b>DATOS AMBIENTALES</b>	Esta sustancia puede ser peligrosa para el ambiente; debería prestarse atención especial a los organismos acuáticos y a las aves.	
<b>N O T A S</b>		
La adición de estabilizadores o inhibidores podría influir sobre las propiedades toxicológicas de esta sustancia; consultar a un experto. Antes de la destilación comprobar si existen peróxidos; en caso positivo eliminarlos.		
Ficha de emergencia de transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-594 Código NFPA: H 2; F 3; R 0;		
<b>INFORMACION ADICIONAL</b>		
FISQ: 4-076 CUMENO		
<b>ICSC: 0170</b>		<b>CUMENO</b>
<small>© CCE, IPCS, 1994</small>		
<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. La versión española incluye el etiquetado asignado por la clasificación europea, actualizado a la vigésima adaptación de la Directiva 67/548/CEE traspuesta a la legislación española por el Real Decreto 363/95 (BOE 5.6.95).	



○ Productos (II): Diisopropilbenceno

DIISOPROPILBENCENO (mezcla)			ICSC: 1714 Abril 2008
CAS: 25321-09-9 RTECS: CZ6330000 NU: 3082 CE / EINECS: 246-835-6			 
TIPO DE PELIGRO / EXPOSICIÓN	PELIGROS AGUDOS / SÍNTOMAS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS / LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	Combustible.	Evitar las llamas.	Polvo o dióxido de carbono.
EXPLOSIÓN	Por encima de 77°C pueden formarse mezclas explosivas vapor/aire.	Por encima de 77°C, sistema cerrado y ventilación.	En caso de incendio: mantener fríos los bidones y demás instalaciones rociando con agua.
EXPOSICIÓN		¡EVITAR LA FORMACIÓN DE NIEBLAS DEL PRODUCTO!	
Inhalación	Dolor de cabeza. Somnolencia.	Ventilación.	Aire limpio y reposo.
Piel		Guantes de protección.	Aclarar y lavar la piel con agua y jabón.
Ojos		Gafas de protección de seguridad.	Enjuagarse con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad).
Ingestión		No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	Enjuagarse la boca. Reposo.
DERRAMES Y FUGAS		ENVASADO Y ETIQUETADO	
Eliminar toda fuente de ignición. Ventilar. Recoger el líquido procedente de la fuga en recipientes tapados. Absorber el líquido residual en arena o absorbente inerte y trasladarlo a un lugar seguro. NO permitir que este producto químico se incorpore al ambiente.		Clasificación NU Clasificación de Peligros NU: 9 Grupo de Envasado NU: III Clasificación GHS Atención Líquido combustible. Puede provocar somnolencia o vértigo. Muy tóxico para los organismos acuáticos.	
RESPUESTA DE EMERGENCIA		ALMACENAMIENTO	
Ficha de Emergencia de Transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-90GM6-III. Código NFPA: H1; F2; R0.		Medidas para contener el esfuerzo de extinción de incendios. Mantener en lugar bien ventilado. Almacenar en un área sin acceso a desagües o alcantarillas.	
Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión Europea © CE, IPCS, 2008 <b>IPCS</b> International Programme on Chemical Safety  <b>UNEP</b>    			



DIISOPROPILBENCENO (mezcla)		ICSC: 1714
<b>DATOS IMPORTANTES</b>		
<b>ESTADO FÍSICO; ASPECTO</b> Líquido incoloro de olor acre.	<b>RIESGO DE INHALACIÓN</b> No se puede indicar la velocidad con que se alcanza una concentración nociva de esta sustancia en el aire.	<b>LÍMITES DE EXPOSICIÓN</b> TLV no establecido. MAK no establecido.
	<b>EFFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN</b> La exposición a altas concentraciones podría causar disminución del estado de alerta.	
<b>PROPIEDADES FÍSICAS</b>		
Punto de ebullición: 203-205°C Densidad: 0.9 g/cm <sup>3</sup>  Solubilidad en agua a 25°C: escasa Densidad relativa de vapor (aire = 1): 5.6	Densidad relativa de la mezcla vapor/aire a 20°C (aire = 1): 1 Punto de inflamación: 77°C c.a. Temperatura de autoignición: 449°C Coeficiente de reparto octanol/agua como log Pow: 5.2	
<b>DATOS AMBIENTALES</b>		
La sustancia es muy tóxica para los organismos acuáticos. Se aconseja firmemente impedir que el producto químico se incorpore al ambiente.		
<b>NOTAS</b>		
Esta ficha se basa en una mezcla del m-diisopropilbenceno (nº CAS: 99-62-7) y el p-diisopropilbenceno (nº CAS: 100-18-5).		
<b>INFORMACIÓN ADICIONAL</b>		
<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.		



- Servicios (I): Therminol 66

## FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

GLIS: 402638

Fecha de Revisión: 29/10/99

TRN:9402638-59

### 4. PROCEDIMIENTOS DE PRIMEROS AUXILIOS

**CONTACTO OCULAR:** Lavar bien con agua. Si persiste la irritación, llamar al médico. En caso de contacto con el producto caliente, lavar los ojos con agua para disipar el calor. Solicitar asistencia médica inmediata.

**CONTACTO DERMICO:** Lavar las zonas de contacto con agua y jabón. En caso de contacto con el producto caliente, lavar la piel con agua fria para disipar el calor. Solicitar asistencia médica inmediata.

**INHALACION:** Apartar de exposiciones posteriores. Si hubiera irritación respiratoria, vértigo, náuseas o inconsciencia, solicitar ayuda médica inmediatamente. Si hubiera parada respiratoria aplicar máscara de ventilacion forzada o respiración boca a boca.

**INGESTION:** No se espera que origine problemas. Sin embargo, si se ha

ingerido más de 1/2 litro, dar inmediatamente 1 ó 2 vasos de agua y pedir consejo a un médico, al servicio de urgencias de un hospital o a un centro de control de envenenamientos. No debe provocarse vómito ni dar nada por boca a una persona inconsciente.

### 5. MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

**MEDIOS DE EXTINCIÓN:** Dióxido de carbono, espuma, polvo seco y agua pulverizada.

**PROCEDIMIENTOS ESPECIALES DE LUCHA CONTRA INCENDIOS:** El agua o la espuma pueden producir una espumación excesiva. Debe emplearse agua para mantener fríos los recipientes expuestos al fuego. Puede usarse agua pulverizada para arrastrar los derrames evitando su exposición al fuego. Evitar la pérdida de control sobre el fuego teniendo en cuenta otros productos que pudieran entrar a través de tuberías, red de alcantarillado, o sistema de agua potable.

**EQUIPO DE PROTECCION ESPECIAL:** Para incendios en lugares cerrados, los bomberos deberán utilizar aparatos de respiración autónoma.

**RIESGOS INUSUALES DE INCENDIO Y EXPLOSION:** Ninguno. Punto de Inflamación, 6C(F): 170(338) (ASTM D-93 / IP 34). Límites de Inflamabilidad - LEL: NA, UEL: NA.

**IDENTIFICACION DE RIESGO SEGUN LA NFPA:** Salubridad: 0, Inflamabilidad: 1, Reactividad: 0

**PRODUCTOS DE DESCOMPOSICION PELIGROSOS:** Monóxido de carbono.

cutáneas.



## 6. MEDIDAS PARA VERTIDOS ACCIDENTALES

**PROCEDIMIENTOS DE NOTIFICACIÓN:** En cumplimiento de las normas establecidas, debe informarse de cualquier vertido a las autoridades competentes. En caso de accidente ó derrame en carretera, se informará igualmente a las autoridades competentes.

**PROCEDIMIENTOS PARA FUGAS O DERRAMES:** Absorber en serrín tratado con retardantes de llama, tierra de diatomeas, etc. Recoger con pala para conducirlo a una instalación de eliminación de residuos de acuerdo con las características del producto y con las leyes y reglamentos vigentes en el momento de la eliminación.

**PRECAUCIONES MEDIOAMBIENTALES:** Evitar que los derrames entren en la red de alcantarillado y que contamine el suelo.

**PRECAUCIONES PERSONALES:** Ver Sección 8.

## 7. ALMACENAJE Y MANIPULACION

**MANIPULACION:** Evítese el contacto prolongado y repetido con la piel. Evítese la inhalación de sus vapores.

**ALMACENAJE:** No almacenar en recipientes abiertos o sin identificación. Almacenarlo lejos de agentes oxidantes fuertes o de material combustible.

## 8. CONTROLES DE EXPOSICION Y PROTECCION PERSONAL

**VENTILACION:** Utilizar en una zona bien ventilada.

**PROTECCION RESPIRATORIA:** Utilizar equipos apropiados de protección respiratoria durante las operaciones de calentamiento. En condiciones normales de uso y con ventilación suficiente, no se exige ningún requisito especial.

**PROTECCION OCULAR:** Deberán adoptarse las precauciones habituales de protección ocular.

**PROTECCION DE LA PIEL:** Si pudiera producirse un contacto prolongado o repetido con la piel, convendría llevar guantes impermeables. Conviene poner en práctica siempre los buenos hábitos de higiene personal.

Sustancia (Num. CAS)	Fuente	---TWA---		----STEL---		NOTAS
		ppm	mg/M3	ppm	mg/M3	
TERFENILOS HIDROGENADOS (61788-32-7)		---	---	---	---	
	OSHA	0,5	5			
	ACGIH	0,5	4,9			

TERFENILOS (26140-60-3)



## 9. PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS

Las propiedades físicas indicadas son las típicas. Para detalles más específicos consultar la Ficha de Producto correspondiente.

ESTADO FISICO: Líquido

COLOR: Amarillo luminoso

OLOR: Leve

OLOR (VALOR UMBRAL), ppm: NE

pH: NA

PUNTO DE EBULLICION, °C(F): 340(644)

PUNTO DE FUSION, °C(F): NA

PUNTO DE INFLAMACION, °C(F): 170(338) (ASTM D-93 / IP 34)

INFLAMABILIDAD: NE

AUTOIGNICION: 399(750)

PROPIEDADES EXPLOSIVAS: NA

PROPIEDADES OXIDANTES: NA

PRESION DE VAPOR, mm Hg a 20°C: < 0,1

DENSIDAD DEL VAPOR: > 2,0

VELOCIDAD DE EVAPORACION: NE

DENSIDAD RELATIVA, 15/4 °C: 1,009

SOLUBILIDAD EN AGUA: Despreciable

COEFICIENTE DE PARTICION: NE

VISCOSIDAD A 40°C, cSt: 29,6

VISCOSIDAD A 100°C, cSt: 3,8

PUNTO DE FLUIDEZ, °C(F): -28(-18)

PUNTO DE CONGELACION, °C(F): NE

NA = No aplicable NE = No establecido D = Se descompone

Para más información técnica, consultar al representante comercial.

## 10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

ESTABILIDAD (Térmica, a la luz, etc.): Estable.

CONDICIONES A EVITAR: Calor extremo.

INCOMPATIBILIDAD (Materiales a evitar): Oxidantes fuertes.

PRODUCTOS DE DESCOMPOSICION PELIGROSOS: Monóxido de carbono.

POLIMERIZACION PELIGROSA: No ocurrirá.

## 11. DATOS TOXICOLOGICOS

### ---TOXICOLOGIA AGUDA---

TOXICIDAD ORAL: LD50: > 10 g/Kg Considerado prácticamente no tóxico basado en pruebas de una sola dosis a 10g/Kg.

TOXICIDAD DERMICA: LD50: > 10 g/Kg Considerado prácticamente no tóxico basado en pruebas de una sola dosis a 10 g/Kg.

TOXICIDAD POR INHALACION: LC50: > 4ppm para 4 horas No establecido

IRRITACION OCULAR: Prácticamente no irritante. (Cómputo de Draize: entre 6 y 15). (Basado en pruebas realizadas con productos o componentes similares).

IRRITACION CUTANEA: Prácticamente no irritante. (Indice de Irritación Primaria: entre 0.5 y 3). (Basado en pruebas realizadas con productos o componentes similares).

OTROS DATOS DE TOXICIDAD AGUDA: La exposición al vapor desarrollado por calentamiento del material puede conducir a irritación ocular, cutánea o respiratoria.

### ---SENSIBILIZACION (RESUMEN)---

SENSIBILIZACION DE LA PIEL: Negativo en el hombre.



## 12. INFORMACION ECOLOGICA

### EFFECTOS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE:

Aguda LC/EC50: 1.001 ppm - Crías de trucha arco iris  
(Prácticamente no tóxico). 1.001 ppm - Crías de pez cabezón  
(Prácticamente no tóxico).  
Aguda LC/EC50: 2 ppm - Dafnia magna (Tóxico).

## 13. CONSIDERACIONES RELATIVAS A LA ELIMINACION

**ELIMINACION DE RESIDUOS:** Este producto es apto para su aprovechamiento como combustible en un quemador cerrado y controlado, o para ser eliminado por incineración vigilada. La incineración se llevará a cabo respetando las restricciones impuestas por la ley. Por otra parte, el producto es apto para su procesamiento en una planta de reciclaje autorizada, pero también, puede desecharse en cualquier instalación de eliminación de residuos que disponga de autorización oficial. El uso de estos métodos está sujeto al cumplimiento por el usuario de las leyes y reglamentos pertinentes, teniendo en cuenta las características del producto en el momento de su eliminación.

## 14. INFORMACION PARA EL TRANSPORTE

DOT (Dept. Of Transport, USA): No regulado por el DOT.

RID/ADR: No regulado por el RID/ADR.

IMO: No regulado por el IMO.

IATA: No regulado por el IATA

## 15. INFORMACION REGLAMENTARIA

**ETIQUETADO DE LA UE:** Etiquetado no requerido

LOS SIGUIENTES INGREDIENTES SON CITADOS EN LAS LISTAS QUE SIGUEN:

NOMBRE QUIMICO	NUMERO CAS	LISTAS
*** Ningún ingrediente a reportar ***		
--- Listas de reglamentación consultadas ---		
1=IARC 1	6=NO ALERG	11=AL TERAT B 16=AL CANC B 21=CH CANC
2=IARC 2A	7=SU ALERG	12=AL TERAT C 17=AU TERAT A
3=IARC 2B	8=SU CANC	13=AL TERAT D 18=AU TERAT B
4=NTP CANC	9=DI CANC	14=AL CANC A1 19=AU TERAT C
5=NTP SOS	10=AL TERAT A	15=AL CANC A2 20=AU TERAT D

CANC=Cancerig.; SOS=Sospech. Canc.; TERAT=Teratog.; ALERG=Alérgicos

AU = Austria  
CH = Suiza

AL = Alemania  
DI = Dinamarca

NO = Noruega  
SU = Suecia



## 16. OTRA INFORMACION

USO: Fluido para transferencia de calor.

Las secciones en letra negrita de esta Ficha de Seguridad indican cambios recientes importantes relativos a la información dada.

\*\*\*\*\*  
Solo para uso interno; MHC: 1 1 NE 1\* 1\*, MPPEC: C, TRN:  
9402638-59, GLIS: 402638  
Fecha de aprobación por el EHS: 21OCT1999  
\*\*\*\*\*

Toda la información contenida en esta Ficha de Datos de Seguridad se ofrece de buena fe, considerándose exacta y cierta en su fecha de publicación, pero sin especial garantía. Su contenido no podrá ser tomado como recomendación de uso, pues las condiciones de aplicación y la idoneidad del producto para su uso particular quedan fuera de nuestro control. Los riesgos derivados del uso del producto serán asumidos por el usuario, declinando cualquier responsabilidad

por utilización inadecuada o indebida de lo mismos. Esta información no será interpretada como recomendación para usos que infrinjan patentes en vigor o como extensión de licencias bajo patentes en vigor. Se debe advertir y facilitar manuales de instrucción a usuarios y a toda persona que manipule o transforme estos productos.

\*\*\*\*\*  
Copyright 1996 MBRC,  
Dpto. de Seguridad, Salud y Medio Ambiente, Paulsboro. N.J. U.S.A.

**FIN DEL DOCUMENTO**



- Servicios (II): Solkane R134

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD de acuerdo con la  
Directiva 2001/58/CE



### **DuPont™ SUVA® 134a Refrigerant**

Versión 2.2

Fecha de revisión 12.04.2006

Ref. 130000000349

Esta Ficha de Seguridad observa los estandares y requisitos reguladores de España y puede que no cumpla con los requisitos reguladores de otros países.

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

##### **Información del Producto**

Nombre del producto : DuPont™ SUVA® 134a Refrigerant  
 Tipos : ASHRAE Refrigerant number designation: R-134a  
 Empleo de la Sustancia/Preparación : refrigerante  
 Compañía : Du Pont de Nemours (Nederland) B.V.  
 Baanhoekweg 22  
 NL-3313 LA Dordrecht  
 The Netherlands  
 Teléfono : +31-78-630.1011  
 Telefax : +31-78-630.1181  
 Teléfono de emergencia : +34-(0)-98-512.4395

#### **2. COMPOSICIÓN/INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES**

Nombre químico de la sustancia : 1,1,1,2-Tetrafluoroethane(R134a)

Nombre químico	No. CAS	No. CE	Clasificación	Concentración [%]
1,1,1,2-Tetrafluoroetano (R134a)	811-97-2	212-377-0		100

#### **3. IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS**

La rápida evaporación del líquido puede producir congelación.  
 Los vapores son más pesados que el aire y pueden producir asfixia al reducir el oxígeno en el aire respirado.

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

Consejo general : En caso de inconsciencia, mantener en posición ladeada y pedir consejo médico. Nunca debe administrarse nada por la boca a una persona inconsciente. En caso de respiración irregular o parada respiratoria, administrar respiración artificial. En el caso de molestias prolongadas acudir a un médico.  
 Inhalación : Salir al aire libre. Mantener al paciente en reposo y abrigado. Puede ser necesaria la respiración artificial y/o el oxígeno.  
 Contacto con la piel : Lavar con agua caliente. Quitese inmediatamente la ropa contaminada.  
 Contacto con los ojos : Enjuagar a fondo con abundancia de agua, también debajo de los párpados. Consultar un médico.



**FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD** de acuerdo con la  
Directiva 2001/58/CE

**DuPont™ SUVA® 134a Refrigerant**

Versión 2.2

Fecha de revisión 12.04.2006

Ref. 130000000349

**Notas para el médico**

Tratamiento : No dar adrenalina o drogas similares.

**5. MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS**

Peligros específicos para la lucha contra el fuego : aumento de presión

Equipo de protección especial para los bomberos : En caso de fuego, protéjase con un equipo respiratorio autónomo.

Información adicional : Usar medidas de extinción que sean apropiadas a las circunstancias del local y a sus alrededores. Enfriar recipientes / tanques con pulverización por agua.

**6. MEDIDAS EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL**

Precauciones personales : Evacuar el personal a zonas seguras. Ventilar la zona. Consultar las medidas de protección en las listas de las secciones 7 y 8.

Precauciones para la protección del medio ambiente : No debe liberarse en el medio ambiente.

Métodos de limpieza : Se evapora.

**7. MANIPULACION Y ALMACENAMIENTO**

**Manipulación**

Consejos para una manipulación segura : Disponer de la suficiente renovación del aire y/o de extracción en los lugares de trabajo. Ver sección 8 para el equipo de protección personal.

Indicaciones para la protección contra incendio y explosión : No se requieren medidas de protección especiales contra el fuego.

**Almacenamiento**

Exigencias técnicas para almacenes y recipientes : Conservar el envase herméticamente cerrado en un lugar seco y bien ventilado. Almacenar en envase original.

Indicaciones para el almacenamiento conjunto : Ningún material a mencionar especialmente.

Clase alemán de almacenamiento : 2A : Gas comprimido, licuado o presurizado

**8. CONTROLES DE LA EXPOSICIÓN Y PROTECCIÓN PERSONAL**

**Disposiciones de ingeniería**



**FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD** de acuerdo con la  
Directiva 2001/58/CE



**DuPont™ SUVA® 134a Refrigerant**

Versión 2.2

Fecha de revisión 12.04.2006

Ref. 130000000349

Asegurarse de una ventilación adecuada, especialmente en locales cerrados.

**Protección personal**

Protección respiratoria : Para rescatar y para trabajo de mantenimiento en tanques, utilice equipo respiratorio autónomo. Los vapores son más pesados que el aire y pueden producir asfixia al reducir el oxígeno en el aire respirado.

Protección de las manos : guantes resistentes al calor

Protección de los ojos : gafas de seguridad

Medidas de higiene : Manipular con las precauciones de higiene industrial adecuadas, y respetar las prácticas de seguridad.

**9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS**

Estado físico : Gas licuado,

Color : ninguno(a),

Olor : similar al éter,

pH : neutro

Temperatura de fusión/rango : -101 - 103 °C a 1 013 hPa

Temperatura de ebullición/rango : -26,5 °C a 1 013 hPa

Punto de ignición : no se inflama

Temperatura de ignición : > 750 °C

Límite de explosión, superior : , no aplicable

Presión de vapor : 6 661 hPa a 25 °C

Presión de vapor : 13 190 hPa a 50 °C

Densidad : 1,21 g/cm3 a 25 °C, (como líquido)

Densidad : 0,0042 g/cm3 a 25 °C (1 013 hPa)

Densidad : 0,0053 g/cm3 a -26,1 °C (1 013 hPa)

Hidrosolubilidad : 1,5 g/l a 25 °C a 1 013 hPa

**10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD**

Condiciones que deben evitarse : El producto no es inflamable en el aire, en condiciones ambientales adecuadas de temperatura y presión. Cuando se presuriza con aire u oxígeno, la mezcla puede volverse inflamable. Ciertas mezclas de HCFCs o HFCs con cloro pueden llegar a inflamarse o reaccionar bajo ciertas condiciones.



FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD de acuerdo con la  
Directiva 2001/58/CE



**DuPont™ SUVA® 134a Refrigerant**

Versión 2.2

Fecha de revisión 12.04.2006

Ref. 130000000349

Productos de descomposición : haluros de hidrógeno, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), Monóxido de carbono, hidrocarburos fluorados, haluros de carbonilo peligrosos

**11. INFORMACIÓN TOXICOLOGICA**

Toxicidad aguda por inhalación

• 1,1,1,2-Tetrafluoroetano : CL50/ 4 h/ rata : > 2 085 mg/l  
(R134a)

Experiencia humana : Las exposiciones excesivas pueden afectar a la salud humana, en la forma siguiente:

Inhalación  
disnea, narcosis, Actividad cardíaca irregular

Información adicional : Umbral de sensibilización cardíaca : 312 975 mg/m<sup>3</sup>  
Umbral de efectos anestésicos : 834 600 mg/m<sup>3</sup>  
No presenta efectos carcinogénicos o teratogénicos en los animales experimentados. En concentraciones, substancialmente por encima del valor TLV, puede producir efectos narcóticos. La inhalación de los productos de descomposición en concentración elevada puede producir falta de aliento (edema pulmonar). La rápida evaporación del líquido puede producir congelación.

**12. INFORMACIÓN ECOLÓGICA**

Toxicidad para los peces

• 1,1,1,2-Tetrafluoroetano : CL50 / 96 h/ *Oncorhynchus mykiss* (Trucha irisada) : 450 mg/l  
(R134a)

Toxicidad acuática

• 1,1,1,2-Tetrafluoroetano : / CE50/ 48 h/ *Dafnia*: 980 mg/l  
(R134a)

Potencial de reducción de ozono : 0

Potencial de calentamiento global (PCG) : 1 300

**13. CONSIDERACIONES SOBRE LA ELIMINACIÓN**

Producto : Puede utilizarse después de reacondicionamiento.

Envases contaminados : Los recipientes a presión vacíos deberán ser devueltos al proveedor.

**14. INFORMACIÓN RELATIVA AL TRANSPORTE**

ADR



**FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD** de acuerdo con la  
Directiva 2001/58/CE



**DuPont™ SUVA® 134a Refrigerant**

Versión 2.2

Fecha de revisión 12.04.2006

Ref. 130000000349

Clase: 2  
Código de clasificación: 2A  
No. HI: 20  
No.UN: 3159  
No. Etiquetado: 2.2  
Nombre propio del transporte: 1,1,1,2-Tetrafluoroethane

IATA\_C  
Clase: 2.2  
No.UN: 3159  
No. Etiquetado: 2.2  
Nombre propio del transporte: 1,1,1,2-tetrafluoroetano

IMDG  
Clase: 2.2  
No.UN: 3159  
No. Etiquetado: 2.2  
Nombre propio del transporte: 1,1,1,2-Tetrafluoroethane

**15. INFORMACIÓN REGLAMENTARIA**

Etiquetado de acuerdo con las Directivas CE

El producto no necesita ser etiquetado de acuerdo con las directivas de la Comunidad Europea ó las respectivas leyes nacionales.

**16. OTRA INFORMACIÓN**

Información adicional

Lea las instrucciones de seguridad DuPont antes de utilizarlo., Para obtener informaciones adicionales, ponerse en contacto con la oficina local DuPont o los distribuidores oficiales de DuPont. ® Marca registrada de DuPont

La información proporcionada en esta Ficha de Datos de Seguridad, es la más correcta de que disponemos a la fecha de su publicación. La información suministrada, está concebida solamente como una guía para la seguridad en el manejo, uso, procesado, almacenamiento, transporte, eliminación y descarga, y no debe ser considerada como una garantía o especificación de calidad. La información se refiere únicamente al material especificado, y no puede ser válida para dicho material, usado en combinación con otros materiales o en cualquier proceso, a menos que sea indicado en el texto.



## 5.5 SEÑALIZACIÓN

La señalización en la planta es importante para evitar accidentes o disminuir el riesgo de éstos. Éstas están reguladas por RD 485/1997, que establece las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

En este apartado se explicarán las maneras de transmitir al personal, y a toda persona presente en el recinto de la planta, una información rápida para avisar, prohibir o informar.

### 5.5.1 SEÑALIZACIÓN POR ÁREAS

#### 5.5.1.1 SEÑALES VISUALES

Las señales visuales que se pueden tener son de tres tipos: señales de color, señales gestuales y señales luminosas. A continuación se realiza una descripción de cada una de éstas.

❖ Señales de color:

De acuerdo a la función de la señal, ésta tendrá una geometría y un color asignado. Así pues, se distinguirán cuatro tipos de señales: de prohibición, de advertencia, de obligación y de salvamento o auxilio. En la figura 5.3 se muestra el color y geometría de cada una de las mencionadas.

COLOR	SIGNIFICADO	INDICACIONES Y PRECISIONES	SEÑAL
ROJO	Señal de prohibición Peligro - Alarma Material y equipos de lucha contra incendios	Comportamientos peligrosos Identificación y localización	 
AMARILLO	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 auxilio Situación de seguridad	Puertas, salidas, pasajes material, puestos de salvamento o socorro, locales vuelta a la normalidad	

Figura 5.3 Significado y uso de colores de las señales.

❖ Señales gestuales:

Las señales gestuales son importantes en caso condiciones en las que el sonido no permita la comunicación verbal entre el personal.

Las señales gestuales que se seguirán, y serán adoptadas por el personal de la planta, están descritas en detalle en el RD 485/1997.

Por otro lado, los operarios de la planta tienen la obligación de conocer estas señales, además de entenderlas, interpretarlas y realizar las mismas. Estas señales pueden ser gestos generales, movimientos verticales, movimientos verticales o de peligro (Alto o parada de emergencia: los dos brazos extendidos hacia arriba, las palmas de las manos hacia adelante)



❖ Señales luminosas:

Las señales luminosas serán imprescindibles para casos de puesta en marcha o cuando salten las alarmas. Es por eso que además de las señales acústicas se harán uso también de las luminosas.

Las características que deberán tener las señales luminosas son:

- La luz emitida por la señal deberá provocar un contraste luminoso apropiado respecto a su entorno. 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.
- Si un dispositivo puede emitir una señal continua, e 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 emplee 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.

#### 5.5.1.1 SEÑALES ACÚSTICAS

Como se mencionó en el punto anterior, las señales acústicas estarán acompañadas de las lumínicas en el momento de la puesta en marcha. Así también, se emplearán cuando salte una alarma.

Las características que deberán cumplir estas señales son:

- Tendrá 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, la duración, en caso de señales intermitentes, 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, 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.

#### 5.5.2 SEÑALIZACIÓN EN EL TRANSPORTE

El transporte de los productos está regulado por la normativa del RD 551/2006. Los vehículos que transportan los productos a cargar o descargar en la planta deben llevar una señalización; Ésta debe ser rectangular con una división, teniéndose dos rectángulos: uno superior y otro inferior; además, el fondo deberá ser de color naranja. En la figura 5.3 se puede ver la señalización a emplear.



En el rectángulo superior deberá ir un número de dos o tres cifras: la primera indica el peligro principal de la sustancia, las otras dos señalizan peligros secundarios. Si además delante de estos números lleva una “X”, no se podrá usar agua para apagar el fuego. Un ejemplo es el 336, líquido muy inflamable y tóxico. En las tablas 5.4 y 5.5 se describen el significado de la primera, segunda y tercera cifra respectivamente.

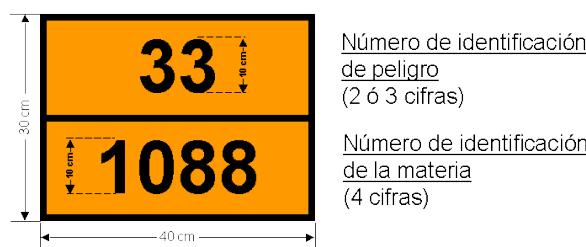
El rectángulo inferior deberá contener el número ONU; número de cuatro cifras que identifica la sustancia. Un ejemplo del número ONU es el 1995, mezclas de hidrocarburos gaseosos.

**Tabla 5.4 Identificación de la primera cifra:**

Número	Significado
2	Gas. Fuga de gas, resultante de presión o de reacciones químicas descontroladas
3	Líquido inflamable o gases y vapores combustibles
4	Sólido. Inflamabilidad de materia sólida
5	Materia comburente o peróxido orgánico
6	Materia tóxica
7	Radioactividad
8	Corrosivo
9	Peligro de reacción espontánea

**Tabla 5.5 Identificación de la segunda y tercer cifra:**

Número	Significado
0	Sin significado
1	Explosión
2	Emanación de gases
3	Inflamable
5	Propiedades comburentes
6	Toxicidad
8	Corrosividad
9	Peligro de reacción violenta resultado de la descomposición espontánea o polimerización.



**Figura 5.4 Ejemplo de señalización de los camiones de transporte.**



## 5.6 ESTACIÓN DE CARGA Y DESCARGA

La estación de carga y descarga de la planta de cumeno, denominada también A-700, ocupa un total de 499 metros cuadrados. Los fluidos que son bombeados y circulan en esta zona son: cumeno, DIPB, benceno y una mezcla de Propileno y propano. Tal y como se vio en el apartado 5.4, el cumeno, DIPB, benceno y Propileno son de clase B1, C, B1 y A2 respectivamente.

En la zona de carga y descarga no se dispondrá de una instalación de ventilación forzada, pese a que el control de esta última es importante en esta área, ya que la ventilación natural es suficiente y adecuada. Se considera conveniente el uso de aireación natural debido a que no se tienen paredes ni obstáculos que obstruyan, de manera considerable, el paso del aire. Por otro lado el nivel de peligrosidad y el riesgo que de aparición de atmósferas inflamables, tóxicas o peligrosas disminuyen; Además, no se tienen fosas en las que se pueda acumular vapor.

Las operaciones de carga y descarga se llevarán a cabo de acuerdo a la norma UNE 109.100, en la que se explica el control de la electricidad estática en atmósferas inflamables. De acuerdo a lo que se estipula en la norma UNE 109.100, se tomarán precauciones destinadas a: disminuir la generación de carga estática, evitar la presencia de acumuladores estáticos (elementos conductores sueltos u otros residuos promotores de chispas) y evitar el salto de chispa.

En la planta de cumeno se cuenta con un solo parque de carga y descarga, equipado con un cargador diseñado para acoplarse a los camiones cisternas. El acceso a la planta se realiza a través de una calle de circulación libre en la que se puede entrar y salir sin necesidad de realizar maniobras. La operación de carga y descarga de los fluidos se efectuará con el motor del camión parado; en ningún momento se realizará con el motor en funcionamiento, ya que podría producir una chispa y provocar un accidente.

Para disminuir la generación de carga estática, la carga de los reactivos se realiza por la parte superior de los tanques, y la distancia entre el fondo del tanque y el extremo de la tubería de carga no supera los 25 cm. El extremo de la tubería tiene un corte de 45º, a fin de minimizar las salpicaduras y éstas están atornilladas para evitar que se muevan durante el proceso de carga.

El sistema de tuberías y los camiones cisternas están interconectadas eléctricamente entre sí a una toma de tierra para eliminar las cargas electroestáticas acumuladas en la superficie del depósito; Así también se elimina la posibilidad de que se produzcan chispas entre la boca y la tubería. El punto de conexión a tierra se encuentra alejado del orificio de salida de las posibles emanaciones de vapores inflamables. Como medida de seguridad, se instaló una alarma para asegurarse que en todo momento se tengan conectadas las tuberías y camiones cisternas a la toma de tierra.

Como última medida, se colocan juntas aislantes entre la red eléctrica general y los raíles del cargador.



## 5.7 RIESGOS DE LA INDÚSTRIA

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

En ésta sección se contemplan los principales riesgos de la planta química de cumeno. Los tres primeros puntos tienen un desencadenante en común; el fuego y/o la explosión. Así pues, en la presente se enumeran los riesgos y en el apartado 5.8 se realiza un análisis exhaustivo del fuego y explosión que pueden acontecer en nuestra planta.

Para analizar el riesgo de accidentes en una planta, se emplean unos parámetros de medidas, y son: OSHA (*Occupational Safety and Health Administration*), FR (*Fatal Rate*) y FAR (*Fatal Accident Rate*).

### 5.7.1 FUENTES DE RIESGO

En la planta de producción de cumeno se clasificarán las fuentes de riesgos de acuerdo a la Organización Internacional del Trabajo (O.I.T). Solo se tendrán en cuenta las fuentes aplicables al proceso. Las principales fuentes de riesgo en la planta de cumeno se recogen a continuación en la tabla 5.6.

**Tabla 5.6 Fuentes de riesgo:**

DESCRIPCIÓN
Máquinas
Instalaciones eléctricas
Tanques de almacenamiento a presión
Instalaciones de gases
Instalaciones frigoríficas o caloríficas
Vehículos de transporte
Sustancias químicas presentes en la planta
Vapores o gases contaminantes
Escaleras
Espacios de trabajo
Ruido
Vibraciones
Papel, cartón
Organización del trabajo
Ambiente con oxidantes (oxígeno)



Así pues, las principales fuentes de posibles accidentes en la planta de cumeno son las listadas en la tabla 5.2. Cada una de éstas tiene un riesgo asociado, por ejemplo: Un ambiente con mala inertización, y por lo tanto con oxígeno en la atmósfera, tendrá un riesgo de incendio si se trabaja con sustancias inflamables, lo cual a su vez podría generar un riesgo de explosión.

### 5.7.2 RIESGO DE INCENDIO

Un incendio es un fuego de grandes dimensiones y no controlado. Se produce cuando hay una reacción química rápida entre sustancias combustibles y el oxígeno del aire. Como consecuencia de estas reacciones se desprenden grandes cantidades de calor, en especial en forma de radiación térmica. También se generan humos y gases producto de la combustión.

Para que se origine un incendio se necesita de una fuente de ignición un oxidante y un combustible, como se verá más adelante (punto 5.8).

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

Otra de las fuentes que puede causar incendios en la planta es la producción de chispa de alguna conexión eléctrica, así como los camiones de transporte. En el punto 5.10 se discutirán las medidas a tomar para prevenir un incendio.

En este último punto mencionado, también se explicarán los métodos de extinción disponibles y los adecuados para cada zona de la planta.

### 5.7.3 RIESGO DE EXPLOSIÓN

Cuando las reacciones químicas de oxidación se dan a una velocidad extremadamente alta, se produce una expansión violenta de los gases de combustión. Al producirse esto, se genera una onda de presión que consiste en compresiones y expansiones alternativas del aire, lo que, dependiendo de la distancia, a medida que avanza causa daños estructurales y sobre las personas. Una explosión se puede originar a partir de un fuego.

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

En la planta de producción de cumeno se trabaja con sustancias inflamables, por lo que se tiene riesgo de explosión en las zonas de almacenamiento, tanto de materias primas como de productos. Así también, existen riesgos de explosión en la zona de carga y descarga, la de reacción y separación.



Las principales posibles fuentes de riesgo de explosión en planta son:

- Camión de carga y descarga: Motor del camión encendido por descuido del conductor. Se origina una chispa, la que en contacto con el combustible y el oxígeno puede dar lugar al fuego, y por lo consiguiente, a la explosión.
- Tanques a presión de Propileno: Propileno pasa a gas, provocando un aumento del volumen y presión en el tanque. Explosión de tipo bleve.
- Columna flash, columnas de destilación y reactor: Aumento inesperado de la presión en el equipo puede provocar una explosión de éste.
- Cubetos de retención: Se produce una bleve por los productos retenidos en el cubeto.

Existen otras fuentes o equipos en los que el riesgo de explosión es elevado, éstas se comentarán y analizarán más adelante.

#### 5.7.4 RIESGO DE FUGA

Una fuga es el escape de una sustancia, tóxica, fuera del recipiente que la contiene. Si la fuga es de un vapor o gas, se puede formar una nube que se desplazará en función de la velocidad del viento. En la industria química, las fugas son uno de los mayores riesgos, ya que pueden provocar incendios y efectos sobre la salud y el medio ambiente.

El grado de afectación de la fuga dependerá de las características toxicológicas de la sustancia, es decir, de su capacidad de daño a los seres vivos; también dependerá de la concentración de la sustancia y del tiempo que el personal esté expuesto a esta sustancia.

Puede haber fugas en los tanques de almacenamiento, como en las líneas del proceso, es por eso que las medidas a tomar para evitar accidentes por fuga son bastante rigurosas.

#### 5.7.5 RIESGO A LA EXPOSICIÓN A PRODUCTOS QUÍMICOS

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

En la planta se encuentran las siguientes sustancias químicas: propano (en pequeña cantidad), propileno, benceno, cumeno y DIPB. El benceno por inhalación causa pérdida del conocimiento y riesgo de asfixia. El propileno, al igual que el benceno por inhalación existe riesgo de asfixia. El cumeno tiene un riesgo de inhalación por evaporación de la sustancia, llegándose a concentraciones nocivas en el aire. Una exposición constante al cumeno puede producir dermatitis. En cuanto al DIPB, su inhalación puede provocar somnolencia. Las somnolencias, pérdidas de conocimiento y en algunos casos, asfixia puede originar accidentes laborales aún mayores.



### 5.7.6 RIESGO ELÉCTRICO

El riesgo eléctrico es uno de los que con mayor frecuencia se presenta en la industria, y en caso de accidentes, éstos suelen ser graves.

Los principales riesgos que presentan las líneas eléctricas son derivados de posibles contactos con ella, ya sea de manera directa con los equipos en tensión (cables, barras de distribución, etc.) o de manera indirecta. El contacto con la electricidad puede ocasionar accidentes de forma directa, atravesando el cuerpo de la víctima, o indirecta, provocando quemaduras en la persona. A este tipo de accidentes se les llama electrización, independientemente de sus consecuencias. El término electrocución se reserva para accidentes en los que ha habido muertos.

Los efectos producidos por un accidente eléctrico pueden ser: paro cardíaco, asfixia, quemaduras, lesiones permanentes (parálisis, contracturas permanentes, etc.) entre otras.

Para disminuir el riesgo eléctrico se deben de tomar unas medidas de prevención y protección: medidas informativas (normativas de operación; colocar señales de precaución, prohibición o información.) medidas de protección individual y de la instalación.



## 5.8 ANÁLISIS DE RIESGOS

### 5.8.1 OBLIGACIÓN LEGAL DEL ANÁLISIS DE RIESGOS

En el REAL DECRETO 1254/1999, de 16 de julio, por el que se aprueban las medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas. BOE de 20 de julio de 1999, consta la obligación, para los industriales afectados, de presentar un Informe de Seguridad, IS en adelante. Esta obligación se extiende según lo dispuesto en el art. 2 de la mencionada ley a los establecimientos en los que estén presentes sustancias peligrosas en cantidades iguales o superiores a las especificadas en la Tabla 1, que corresponden con las recogidas en la columna 2 de las partes 1 y 2 del anexo I del RD.

Las cantidades recogidas en los anexos del mencionado RD, han sido modificadas en el REAL DECRETO 948/2005, de 29 de julio, por el que se modifica el 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. BOE núm. 181, de 30 de julio de 2005. Sobre todo aquellas relativas al Nitrato amónico y a agentes carcinogénicos o medioambientalmente peligrosos.

A efectos del citado Real Decreto, se entenderá por presencia de sustancias peligrosas su presencia real o prevista en el establecimiento o la aparición de las mismas que pudieran, en su caso, generarse como consecuencia de la pérdida de control de un proceso industrial químico, en cantidades iguales o superiores a los umbrales indicados en las Tablas 3.1 y 3.2.



## 5.9 ANÁLISIS DE FUEGO Y EXPLOSIÓN

### 5.9.1 INTRODUCCIÓN AL FUEGO Y LAS EXPLOSIONES

El fuego y las explosiones son los peligros predominantes en muchos sectores de la industria, incluyendo la planta de cumeno. Accidentes de incendios y explosiones ocurren generalmente cuando los combustibles son producidos, transportados o utilizados en un ambiente hostil o en condiciones de riesgo. Una investigación adecuada de este tipo de accidentes es esencial para determinar su causa y la evaluación de la pérdida de vidas o la propiedad y para la prevención de su recurrencia. Esto requiere una metódica investigación, el conocimiento de las propiedades básicas de los materiales pertinentes, la comprensión de las características de inflamabilidad y de la inflamabilidad del sistema de combustible-oxidante, y la comprensión de los principios de la combustión o explosión. La gestión y control de dichos riesgos se está convirtiendo cada vez más importante des del punto de vista de los derechos humanos, económicos, ambientales y legislativos.

Una importante herramienta disponible para la gestión eficiente de fuego y riesgos de explosión es un análisis de fuego y de explosión. Éste análisis proporciona un estructurado y cuantificado enfoque hacia la minimización de los efectos de peligro de fuego y explosión en la planta de cumeno.

El análisis de riesgo de incendio y explosión puede llevarse a cabo en los distintos niveles de detalle, dependiendo de los requisitos de la aplicación y de estudio previstos. Cualquier estudio en particular se puede adaptar a los requisitos de las principales características que se indican a continuación:

- Identificar inventarios y lugares inflamables.
- Establecer consecuencia de eventos de incendio y explosión en términos de gravedad y escala de potencia.
- Evaluar la eficacia de los dispositivos de seguridad existentes en la prevención, control y mitigación de riesgos inflamables.
- Identificar las principales contribuciones al riesgo inflamable.

### 5.9.2 DISTINCIÓN ENTRE INCENDIOS Y EXPLOSIONES

La principal distinción entre los incendios y las explosiones es la velocidad de la liberación de la energía. Los incendios liberan energía lentamente, mientras que las explosiones liberan energía rápidamente, del orden de microsegundos. Un incendio pueden ser resultados de una explosión, y una explosión puede ser el resultado de un incendio.

### 5.9.3 MECANISMOS DE UN INCENDIO Y DE UNA EXPLOSIÓN

El comportamiento de una explosión es difícil de caracterizar. Muchos enfoques para éste problema se han llevado a cabo, incluyendo bases teóricas, semi-empíricas, y estudios empíricos. A pesar de estos esfuerzos, el comportamiento de la explosión todavía no es entendido de forma completa.

La práctica de los ingenieros, por lo tanto, debe utilizar resultados extrapolados con cautela y proporcionando un margen adecuado de seguridad en todos los diseños.



Una explosión resulta de la liberación rápida de energía. La energía de liberación debe ser suficiente para causar una repentina acumulación de energía en el sitio de la explosión. Esta energía se disipa por una variedad de mecanismos, incluyendo la formación de una onda de presión, proyectiles, radiación térmica y energía acústica.

El daño de una explosión es causada por la energía de disipación. Si la explosión se produce en un gas, la energía hace que el gas se expanda rápidamente, forzando de nuevo el gas circundante y el inicio de una onda de presión que se mueve rápidamente hacia el exterior de la fuente de explosión. La onda de presión contiene energía, lo que resulta en daños al entorno. En plantas químicas la mayor parte del daño de las explosiones es debido a esta presión de onda.

Por lo tanto, con el fin de entender los impactos de explosión, la dinámica de la onda de presión debe ser bien entendida. Una onda de presión que se propaga en el aire se denomina onda expansiva porque la onda de presión es seguida por un fuerte viento. Una onda de choque o de choques delanteros se produce si el frente de presión tiene un cambio de presión abrupta. Una onda de choque que se espera de materiales altamente explosivos, tales como TNT, pero también puede ocurrir a partir de la ruptura repentina de un recipiente a presión. La máxima presión sobre la presión ambiental se denomina pico de sobrepresión.

#### 5.9.4 TRIANGULO DE FUEGO

El fuego es una rápida oxidación exotérmica de un combustible encendido. El combustible puede estar en forma sólida, líquida o vapor, pero los combustibles de vapor y líquidos son generalmente más fáciles de encender. La combustión se produce siempre en la fase de vapor; los líquidos se volatilizan y los sólidos se descomponen en vapor antes de la combustión.

Los elementos esenciales para incendios y explosiones son: el combustible, una fuente de oxígeno (aire), y una fuente de ignición. Estos elementos están ilustrados por el triángulo de fuego, que se muestra en la Figura 5.5.

Cuando el combustible, el oxidante, y una fuente de ignición están presentes en los niveles necesarios, se producirá la quema. Esto significa que un fuego no se producirá si:

- El combustible no está presente o no está presente en cantidades suficientes.
- Un oxidante no está presente o no está presente en cantidades suficientes.
- La fuente de ignición no es lo suficientemente enérgica para iniciar el fuego.

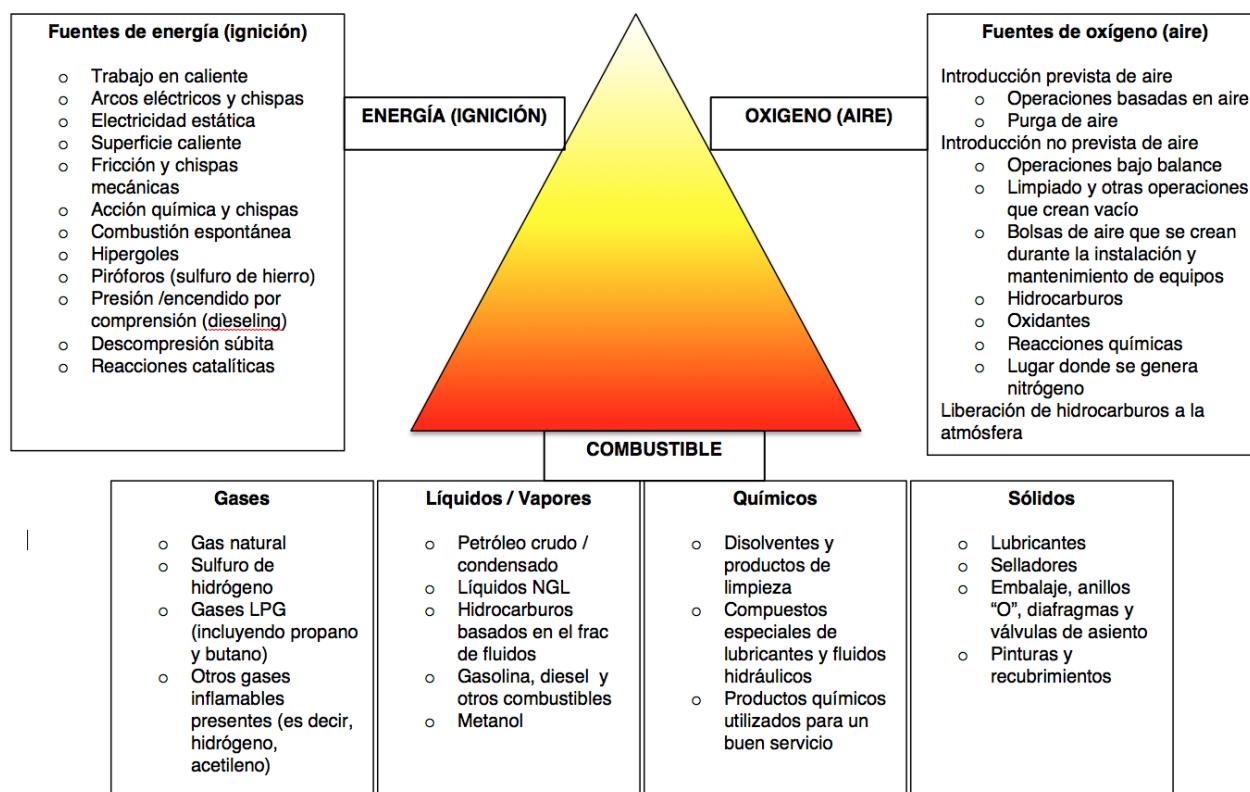


Figura 5.5 Triángulo de fuego.

## 5.9.5 FUENTES Y CAUSAS DE FUEGO Y EXPLOSIÓN EN LA PLANTA DE CUMENO

### 5.9.5.1 FUENTES DE COMBUSTIBLE

Cualquier cosa que pueda quemarse es un combustible potencial para un incendio o, en algunos casos, una explosión en la planta de cumeno. Estos incluyen:

- Papel (incluyendo los documentos almacenados).
- Cartón (incluyendo el envasado).
- Plásticos (incluidos los medios eléctricos, placas de rayos X, envases, etc.).
- Otros materiales o elementos almacenados.
- Madera.
- Diesel.
- Aceites minerales y grasas.
- Basura y otros materiales de deshecho.
- Gases embotellados. Por ejemplo acetileno o propano.

### 5.9.5.2 FUENTES DE IGNICIÓN

Una fuente de ignición es algo que tiene el potencial para llegar lo suficientemente caliente como para encender un material, sustancia o atmósfera en el lugar de trabajo de la planta de cumeno. Estas fuentes de calor pueden incluir:



- Equipamiento y maquinaria eléctrica y mecánica.
- Chispas eléctricas y superficies calientes de los aparatos eléctricos y sistemas de distribución.
- Cortocircuitos y falladas de toma a tierra de aparatos eléctricos y de sistemas de distribución.
- Motores de combustión interna (sistemas de escape, las entradas de aire caliente y/o superficies).
- La fricción, por ejemplo, de los frenos de un vehículo.
- Fuentes naturales, por ejemplo, las descargas electroestáticas y relámpagos.
- El trabajo en caliente (combustión, soldadura y molienda).
- Materiales de los fumadores, por ejemplo, cigarrillos, encendedores y cerillas.

En 1988 se hizo un estudio sobre 668 incendios y explosiones en la industria química de los E.E.U.U y se identificaron que las causas más comunes son las siguientes:

**Tabla 5.7 Causas más comunes de incendios y explosiones:**

Causas	Porcentaje
Llamas abiertas	39,1
Trabajo caliente	18
Corriente eléctrica	10,5
Superficies calientes	7,2
Relacionado con fumar	5,7
Fricción	5,4
Combustión espontánea	3,9
Auto-ignición	3,7
Partículas calientes	3
Electricidad estática	2,8
Otras	0,7

#### 5.9.5.2 FUENTES DE OXÍGENO

La principal fuente de oxígeno para un incendio o explosión en general es el aire. A menos que un incendio o una explosión se produzca en un espacio cerrado, tal como un pequeño trastero o dentro de las tuberías. Es seguro asumir que siempre se tendrá una fuente de oxígeno donde haya un sistema de ventilación que seguirá atrayendo aire alrededor de los funcionamientos.

Gases: oxígeno, flúor, cloro.

Líquidos: peróxido de hidrógeno, ácido nítrico, ácido perclórico.

Sólidos: peróxidos de metales, nitrito de amonio.

#### 5.9.6 CÓMO IDENTIFICAR FUENTES POTENCIALES DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN

Esta sección cubre el primer paso de una evaluación sobre el terreno de fuego y riesgos de explosión. Es la identificación del potencial de combustible de hidrocarburos, fuentes de oxígeno en el



aire, y la energía de encendido basado en el triángulo del fuego ampliado. La evaluación es responsabilidad del supervisor.

El Código OH&S en algunas jurisdicciones afirma que las evaluaciones deben ser escritas y que los trabajadores deben participar en la realización de la evaluación de los lugares de trabajo con peligros. Es necesario que haya varios resultados de esta acción. La Figura 5.6 muestra los tipos de preguntas que se deben identificar en el sistema de incendio y explosión.

1. Identificación de las fuentes in-situ que podrían combinarse para crear un incendio o una explosión.
2. Identificación de los factores críticos de riesgo.
3. Identificación de los cambios de ámbito de trabajo o de las condiciones de operación, lo que podría aumentar la posibilidad de estas fuentes se combinen. Esto implica considerar cómo los componentes se ven afectados por diferentes condiciones tales como la temperatura, la presión, la exposición al aire, etc.

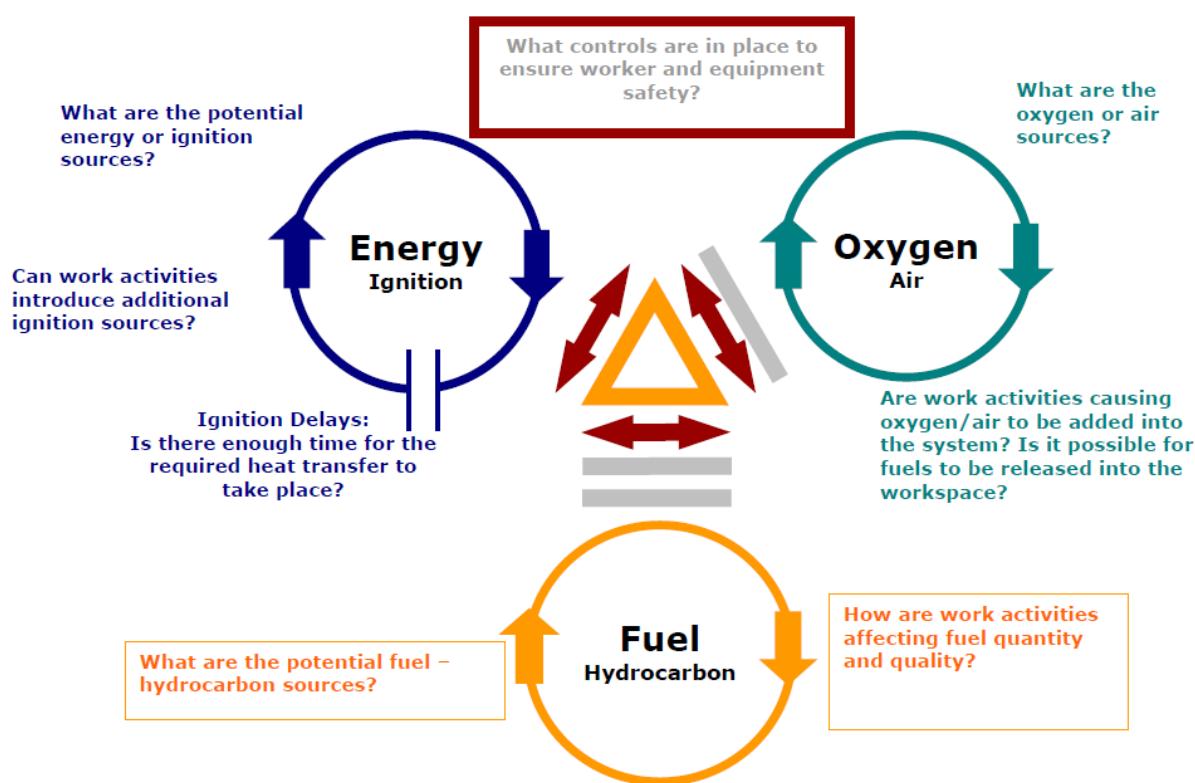


Figura 5.6 Sistema de fuego y explosión.

Puntos para recordar:

1. En cualquier momento los tres lados del triángulo del fuego pueden coexistir, existe la posibilidad real de un incendio o de una explosión.
2. Existen factores críticos de riesgo que aumentan significativamente la probabilidad de un incendio y explosión.



3. El sistema es dinámico y las circunstancias cambian con el tiempo. Como consecuencia, situaciones seguras pueden llegar a no serlas.

#### **5.9.6.1 FUENTES DE COMBUSTIBLES HIDROCARBONADOS: IDENTIFICACIÓN Y DOCUMENTACIÓN DE PELIGROS**

Se recomienda que se tomen los pasos que se indican a continuación antes de comenzar cualquier trabajo. Las fuentes de combustible y de hidrocarburos en el lugar de trabajo deben ser identificados y las propiedades de cada fuente han de ser entendidas y consideradas por los responsables para la evaluación de riesgo de incendio y explosión. Como mínimo, las que se identifican como fuentes peligrosas de combustible deben de considerar las siguientes preguntas teniendo en cuenta la lista de los combustibles en el triángulo del fuego ampliado (ver Figura 5.5).

- Paso 1: Identificar y documentar los combustibles y/o hidrocarburos
  - A. ¿Qué operaciones se requiere o será encontrada con combustible / hidrocarburo?
  - B. ¿Cuáles son las propiedades de estos combustibles / hidrocarburos y cómo crean un peligro potencial de incendio y explosión?
  - C. ¿Cómo se pueden confirmar estas propiedades? ¿Cómo pueden medirse?
  - D. ¿Cómo son estas propiedades pueden ser afectadas por la superficie contra el fondo del pozo de operaciones?
  - E. ¿Hay combustibles / hidrocarburos presente ahora? ¿Fueron combustibles / hidrocarburos presente en cualquier momento con anterioridad? Si es así, ¿podrían quedar cantidades residuales todavía presentes?
  - F. ¿Los combustibles / hidrocarburos fueron eliminados? ¿En qué evidencia se basa?
  - G. ¿Hay operaciones que implican la adición de combustibles / hidrocarburos?
  - H. Si los combustibles / hidrocarburos están presentes, ¿en qué forma se encuentran? ¿Pueden cambiar? ¿Cómo?
  - I. ¿Hay algo único en el estado y/o tipos de combustibles / hidrocarburos que pueden hacerlos más o menos peligroso?
- Paso 2: Determinar y documentar los peligros basados en las respuestas a las preguntas del Punto 1.
- Paso 3: Considerar los peligros de combustible e hidrocarburos identificados en el fuego y la explosión mediante una planificación de la prevención de explosión.

##### **5.9.6.1.1 Evaluación de las liberaciones de combustible controladas y el potencial de las liberaciones no controladas**

Si se planea una liberación controlada de hidrocarburos como parte del alcance de trabajo, se debe desencadenar automáticamente la necesidad de un plan de prevención de un incendio y explosión para la operación específica. También es fundamental tener en cuenta el peligro potencial debido a una liberación incontrolada de los combustibles o de hidrocarburos que se puede producir en el ambiente de trabajo.



### 5.9.6.2 FUENTES DE OXÍGENO: IDENTIFICACIÓN Y DOCUMENTACIÓN DE PELIGROS

Se recomienda que se tomen los pasos que se indican a continuación antes de comenzar cualquier trabajo. Si se planea el uso de oxígeno como parte del alcance del trabajo, esto debe dar lugar automáticamente a la necesidad de un plan contra incendios y explosiones para la operación específica. Como mínimo, los riesgos de oxígeno que se identifican deben considerar la siguientes preguntas teniendo en cuenta la lista de fuentes de oxígeno en el triángulo del fuego (véase la Figura 5.5).

- Paso 1: Identificar y documentar las fuentes de oxígeno en el aire.
  - A. ¿Cómo puede el oxígeno del aire combinarse con un combustible?
  - B. ¿Cómo puede una fuente de combustible ser lanzado a un aire que contiene oxígeno a la atmósfera?
  - C. ¿El oxígeno del aire podrá combinarse deliberadamente con una fuente de combustible?
  - D. ¿Puede el oxígeno del aire ser introducido de forma inadvertida en un sistema cerrado que contiene una fuente de combustible?
  - E. ¿Pueden los combustibles / hidrocarburos contener o estar expuestos a productos químicos o productos que son fuentes potenciales de oxígeno tales como: aditivos químicos, grasas a base de éster o nitrógeno generado in situ?
- Paso 2: Determinar y documentar los peligros.
- Paso 3: Considerar los peligros de oxígeno del aire identificados en el fuego y la explosión mediante una planificación de la prevención de explosión.

### 5.9.6.3 FUENTES DE ENERGÍA DE IGNICIÓN: IDENTIFICACIÓN Y DOCUMENTACIÓN DE PELIGROS

Se recomienda que se tomen los pasos que se indican a continuación antes de empezar cualquier trabajo. Las posibles fuentes de energía de ignición deben ser identificadas así como las propiedades de cada compuesto tienen que ser entendidas y consideradas por los responsables de la evaluación del peligro del fuego y explosión. Como mínimo, los peligros que se identifican deben considerar las siguientes preguntas teniendo en cuenta la lista de fuentes de energía de ignición que se citan en el triángulo del fuego ampliado (véase la Figura 5.5).

- Paso 1: Identificar y documentar las fuentes de energía de ignición.
  - A. ¿Se tienen todas las fuentes obvias tales como llamas, chispas y fuentes de calor identificadas?
  - B. ¿Se tienen las fuentes de ignición no obvias consideradas, como los aumentos de presión (también conocido como el efecto dieseling), repentinas despresurizaciones, descargas estáticas, y reacciones químicas?
  - C. ¿Se han identificado todas las áreas clasificadas, según el código eléctrico? ¿Los equipos que se utilizarán tienen requisitos que se reúnen en el código eléctrico?
  - D. Si existe la posibilidad de que las fuentes de ignición sean de bajo grado, es decir, cargas estáticas, ¿habrá suficiente energía para encender una mezcla inflamable?

\*\* Los incidentes muestran que es extremadamente difícil tener en cuenta todas las posibles fuentes de ignición en un lugar de trabajo. Por esta razón, la eliminación de fuentes de ignición no debe utilizarse como la única base para la seguridad.



- **Paso 2:** Determinar y documentar los riesgos.
  - A. ¿Qué operaciones podrían crear fuentes de energía no obvias tales como cambios en las presiones de operación y la electricidad estática a través de equipos en movimiento?
  - B. ¿Cuál es la posibilidad de que las condiciones cambiantes afecten a un mínimo de energía de ignición?, como se muestra en la [Figura 5.2](#). Por ejemplo: Las cargas estáticas pueden no tener suficiente energía para encender una mezcla de gas seco a causa que tiene una energía mínima de ignición alta. Sin embargo, si se introducen hidrocarburos líquidos, la energía mínima de ignición se reduce significativamente, por lo que es importante tener en cuenta la electricidad estática como una fuente de ignición.
- Paso 3: Considerar los peligros de la energía de ignición identificados en el fuego y la explosión mediante un proceso de planificación y prevención.

### 5.9.7 RAZONES POR LAS QUE NO ES POSIBLE ELIMINAR TODAS LAS FUENTES DEL TRIANGULO DE FUEGO

El triángulo de fuego mostrado en la [Figura 5.5](#) expone los tres componentes críticos necesarios para la combustión. Es ampliamente entendido que para eliminar el potencial de un incendio o una explosión, uno de los tres lados de este triángulo debe de ser eliminado. Dado la naturaleza de las operaciones de petróleo y gas, esto no es tan simple como parece:

- Siempre hay posibilidades de que sustancias inflamables / combustibles sean presentes especialmente en nuestra planta de cumeno. Más importante, sus propiedades pueden variar en función de las condiciones de operación.
- Hay una amplia gama de operaciones de petróleo y gas con una igualmente amplia gama de circunstancias donde el oxígeno del aire se puede combinar con nuestros productos. La liberación accidental de hidrocarburos en un área de trabajo es una preocupación constante. Como es la entrada planeada o accidental del aire en un sistema cerrado.
- Hay una amplia gama de fuentes de energía de ignición. Algunas fuentes de ignición, como la electricidad estática, compresión adiabática (efecto dieseling), y/o descompresión súbita, no son bien entendidos y son aún más difícil de identificar y de controlar.

La capacidad de desarrollar soluciones efectivas para mejorar la seguridad de la industria depende de la formación que se traduce en una mejor comprensión de estos elementos. En consecuencia, un triángulo de fuego con las listas de parámetros ampliados. El triángulo del fuego debe ser usado para guiar la identificación del potencial de combustible, oxígeno, y fuentes de energía.

Es importante recordar que a pesar de que todos los lados del triángulo de fuego pueden coexistir, no es del 100% la certeza de que por una mezcla inflamable se incendie; los "ingredientes" deben estar presentes en las cantidades adecuadas y en las proximidades el uno del otro. La realización de una operación, en base a que se ha completado con seguridad numerosas veces anteriormente sin incidentes, puede proporcionar una falsa sensación de seguridad. Los factores a considerar incluyen:



- Límites superior e inferior de explosión: La mezcla debe estar dentro de los rangos de explosión. Si la mezcla está por debajo del límite inferior de explosión (UEL) o por encima del límite superior de explosión (LEL), ninguna ignición se llevará a cabo. El LEL y el UEL se ven afectados por la naturaleza química del combustible, la concentración de combustible, la concentración de oxígeno, y la presencia de cualquier diluyente, tales como gases inertes.
- Mínima energía de ignición (MIE): La variable más importante es el nivel mínimo de energía necesaria para encender una mezcla inflamable. Los factores críticos de riesgo pueden afectar considerablemente la MIE, y con frecuencia el aumentar la probabilidad de ignición. La temperatura y la presión, así como humedad relativa tienen impactos importantes sobre los requisitos de la MIE.
- Otras propiedades importantes de las sustancias combustibles: adicionalmente a los límites de inflamabilidad, cada sustancia inflamable tiene un número de características físicas importantes que afectan a la seguridad del trabajador. Estos incluyen: presión de vapor, punto de inflamación, punto de combustión y temperatura de auto-ignición. Normalmente, éstas se detallan en las hojas de seguridad de las substancias.
- Disponibilidad de energía de ignición: El nivel de energía asociada con la fuente de ignición también debe ser considerado. La fuente de ignición debe tener temperatura suficiente, ser de tamaño suficiente, y ser aplicada durante un periodo de tiempo suficiente para que se produzca la ignición. Una fuente de ignición con un alto nivel de energía tiene una mayor probabilidad de ignición. La [Figura 5.7](#) que se muestra en el punto [5.9.8](#), representa estas relaciones.
- Sistema de geometría: Este es el tema más complejo y explicaciones de la misma no se puede simplificar. Las consideraciones clave incluyen: buque / tuberías tamaño, material de la pared, la velocidad del flujo y la turbulencia, y otra física factores que pueden afectar la capacidad de ignición.

Por las razones mencionadas anteriormente, es importante prestar atención a las señales de advertencia y de proximidad de accidentes. Se requiere la atención porque las sucesiones de pequeñas señales de coexistencia de componentes en condiciones imperfectas puede desencadenar un suceso grave de forma inminente.

### 5.9.8 FACTORES QUE AFECTA LA INFLAMABILIDAD DE LAS MEZCLAS INFLAMABLES

La [figura 5.7](#), ilustra el impacto de los distintos factores de riesgo en una mezcla inflamable y no representa una sustancia real.

1. Los límites de explosividad (LEL / UEL) pueden variar significativamente para diferentes sustancias. Cuanto más amplia sea la envolvente explosiva, mayor será la probabilidad de encontrar las condiciones adecuadas para un incendio o una explosión.
2. La probabilidad de ignición de una mezcla puede no ser cero incluso por debajo del LEL estimado o por encima de la UEL dependiendo de un número de factores incluyendo las propiedades

exactas de la mezcla, la naturaleza de la ignición fuentes, y la presencia de factores de riesgo críticos.

3. Incluso en condiciones ideales, la probabilidad de un incendio o explosión no es del 100% como se ilustra por la brecha en la parte superior de la gráfica.
4. La introducción de los factores críticos de riesgo puede aumentar significativamente el rango explosivo aumentando la probabilidad de un incendio o una explosión más toda la gama de la envolvente explosiva como se representa por la zona roja.
5. Fuentes de ignición de baja energía pueden reducir la probabilidad de ignición de una mezcla explosiva como se ilustra por la línea dentro de la gama explosiva.

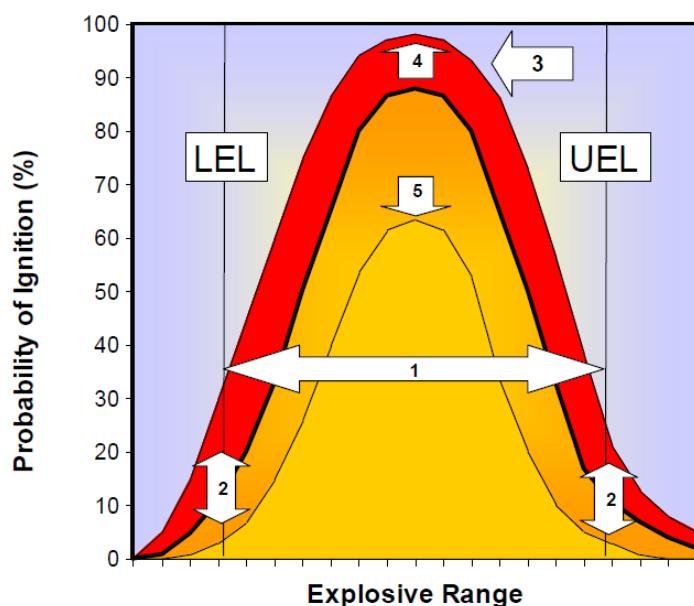


Figura 5.7 Factores que afectan la inflamabilidad de las mezclas inflamables.

### 5.9.9 EXPLOSIONES MÁS TÍPICAS QUE PUEDEN OCURRIR EN UNA PLANTA DE CUMENO

Una explosión confinada se produce en un espacio cerrado, como un barco o un edificio. Los dos escenarios de explosión confinadas más comunes involucran vapores y polvos explosivos. Sin embargo, los más peligrosas y que produce las explosiones destructivas en las industrias de procesos químicos son las nubes de vapor explosiones (VCES). Estas explosiones se producen en una secuencia de pasos:

1. La liberación repentina de una gran cantidad de vapor inflamable (normalmente ocurre cuando un equipo que contiene un líquido sobre calentado y presurizado tiene rupturas).
2. La dispersión del vapor a lo largo de la planta mientras se mezcla con aire.
3. La ignición de la nube de vapor resultante.



### 5.9.10 ANÁLISIS DE FUEGO Y EXPLOSIÓN DE LOS EQUIPOS PRINCIPALES

En toda la planta química, el equipo con mayor probabilidad de incendiarse y/o explosionar debería ser determinado, analizado y generar estrategias de prevención de la seguridad asociados con él. Los equipos asociados a la industria de los hidrocarburos de los EEUU tienen los siguientes porcentajes de fuego y explosión según el equipo comprendido entre los años 1970 y 1999 (ambos incluidos), listados en la tabla 5.8.

**Tabla 5.8 Porcentaje de fuego y explosión según el tipo de equipo:**

Tipo de equipo	Porcentaje de fuego y/o explosión
Tubería	20
Depósito	20
Tanque	12
Bomba	6
Calentador	4
Intercambiador de calor	4
Compresor	2
Otros	32

A partir de la tabla anterior, nos encontramos que los tipos de equipos que tienen más probabilidad de sufrir un incendio y/o explosión son las tuberías, los depósitos y los tanques. Así pues, las tuberías se examinarán regularmente por lo que no será discutido en ésta sección. Por otro lado, desde nuestro diagrama de flujo del proceso, encontramos que el reactor y la columna de cumeno son los equipos que tienen más probabilidad de sufrir un incendio y/o explosión. Por lo tanto, se discutirán estos equipos.

#### 5.9.10.1 ANÁLISIS DE FUEGO Y EXPLOSIÓN DEL REACTOR

La presión incontrolada o irrealizada puede hacer que el reactor se rompa y/o explote. El contenido del reactor es altamente inflamable. La ruptura de éste puede causar una fuga o derrame del contenido en el medio que lo rodea. Si hay presente cualquier fuente de ignición, puede producirse un incendio. Si el fuego continúa expandiéndose debido a los productos combustibles contenidos en el reactor y el aire presente en la zona, el fuego puede llegar hasta los tanques de almacenamiento de cumeno y benceno. Pudiendo llevarse a cabo una explosión de dichos tanques. Si el fuego y la explosión no están bajo control de inmediato, puede provocar que el conjunto de la planta de cumeno explote.

Además, se produce un aumento de temperatura debido a que la reacción del reactor se ha vuelto incontrolada, eso desencadena un fallo del sistema de calefacción y así sucesivamente pueden causarse una gran cantidad de causas de explosión. La continuidad del reactor hará que el contenido de éste, que es la mezcla de propileno, benceno, cumeno llegue a vaporizarse. A continuación, se libera ese vapor en el medio ambiente a través de cualquier apertura del reactor produciéndose una mezcla con el aire. Si la concentración del vapor inflamable excede su límite inferior de inflamabilidad, y hay presente una fuente de ignición, tales como chispas, es muy probable que se produzca una explosión. Si el reactor



está completamente cerrado, el aumento de temperatura en su interior provocará un aumento de la presión.

La causa de la acumulación de presión y aumento de la temperatura se indica en el análisis Hazop explicado en el apartado 5.10.

#### 5.9.10.2 ANÁLISIS DE FUEGO Y EXPLOSIÓN EN LA COLUMNA DE CUMENO

El análisis de incendio y explosión en la columna de cumeno es casi lo mismo que con el reactor. Sin embargo, la probabilidad de fuego y explosión en la columna es más alto que en el reactor. Es a causa de la estructura de la columna de cumeno, que es mucho más complicada que el reactor. Por lo tanto, hay más medida de instrumentación, como el medidor de flujo, el indicador de presión y el indicador de temperatura instalado en la columna.

Además, existe una alta probabilidad de incendio y explosión del calderín de la columna ya que la presión vapor y la alta temperatura se utiliza para calentar el rehervidor.

#### 5.9.11 IDENTIFICAR PRODUCTOS Y LOCALIZACIONES INFLAMABLES EN LA PLANTA DE CUMENO

En la planta de cumeno, los principales productos químicos inflamables son los siguientes:

- i. Propileno
- ii. Benceno
- iii. Diisopropilbenceno
- iv. Cumeno
- v. Propano

#### 5.9.11.1 PRODUCTO INFLAMABLE (II): PROPILENO

El propileno o metiletileno, es un compuesto orgánico insaturado que tiene como fórmula química C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>. Tiene un doble enlace, y es el segundo compuesto más simple dentro de la clase hidrocarburos alquenos, y también es el segundo en abundancia en la naturaleza. A temperatura ambiente y presión atmosférica, propileno es un gas, y al igual que con muchos otros alquenos, también es incoloro con un débil pero olor desagradable.

El propileno tiene un punto de densidad y de ebullición más alto que el etileno debido a su mayor masa. Tiene un punto de ebullición ligeramente inferior que el propano y por lo tanto es más volátil. Carece de enlaces fuertemente polares, sin embargo, la molécula tiene un momento dipolar pequeño, debido a su simetría reducida (su grupo de puntos es Cs). Propileno tiene la misma fórmula empírica como el ciclopropano pero sus átomos se conectado de diferentes maneras, por lo que estas moléculas son isómeros estructurales.

En el punto 5.4.3 se vieron las hojas de seguridad de éste producto, recordemos que sus características inflamables son las que se muestran en la figura 5.8, que se muestra a continuación:



Conditions of Flammability: Flammable liquid and vapor		
Flash point: -162°F (-108°C)	Method: TCC	Autoignition Temperature: 927°F (460°C)
LEL(%): 2.0	UEL(%): 11.1	
Hazardous combustion products: Carbon monoxide, Carbon dioxide		
Sensitivity to mechanical shock: None		
Sensitivity to static discharge: Not Available		

**Figura 5.8 Características inflamables del propileno.**

Vertidos líquidos de vapores inflamables en una temperatura muy por debajo de la del ambiente promueven una forma de fácil mezcla inflamable con el aire. Son peligrosos por poder conllevar a incendio y explosión cuando se expone al calor, chispas o llamas. Los vapores son más pesados que el aire y pueden viajar largas distancias hasta a un punto de ignición, e incendiarse. Algun contenedor pueden explotar al calor del fuego. La escorrentía a las alcantarillas puede causar un incendio o una explosión peligrosa.

#### 5.9.11.2 PRODUCTO INFLAMABLE (II): BENCENO

El benceno es un producto químico ampliamente utilizado, formado a partir de dos recursos naturales (volcanes e incendios forestales) y las actividades humanas. Es un líquido incoloro altamente inflamable que se evapora rápidamente. Relativamente soluble en agua, puede ser mezclado con algunos disolventes polares (alcohol, cloroformo y tetracloruro de carbono) sin separarse en dos fases.

Su fórmula química es C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> y se compone de un 92,3% de carbono y un 7,7% de hidrógeno. La molécula de benceno está representada por seis conjuntos de átomos de carbono y de hidrógeno conectados como un hexágono y mantenidas juntas con la alternancia de enlaces simples y dobles.

En el punto 5.4.3 se vieron las hojas de seguridad de éste producto, recordemos que sus características inflamables son las que se presentan en la figura 5.9.

FLASH POINT:	12 °F (-11°C)
AUTOIGNITION TEMPERATURE:	928 °F (498 °C)
OSHA/NFPA FLAMMABILITY CLASS:	1B (flammable liquid)
LOWER EXPLOSIVE LIMIT (%):	1.3%
UPPER EXPLOSIVE LIMIT (%):	7.9%

**Figura 5.9 Características inflamables del benceno.**

Los vapores pueden encenderse rápidamente cuando se exponen al calor, chispas, llamas abiertas u otras fuentes de ignición. El fluir de producto puede provocar una ignición por electricidad estática autogenerada. Cuando se mezcla con aire y se expone a una fuente de ignición, los vapores inflamables pueden quemarse al aire libre o explotar en espacios confinados. Al ser más pesados que el aire, los vapores pueden viajar largas distancias hasta alcanzar una fuente de ignición, e incendiarse. La escorrentía a las alcantarillas puede causar riesgo de incendio o explosión.



### 5.9.11.3 PRODUCTO INFLAMABLE (III): DIISOPROPILBENCENO

En el punto 5.4.3 se vieron las hojas de seguridad de éste producto, recordemos que sus características inflamables son las que se presentan en la figura 5.10.

<b>Flammability of the product</b>	: Flammable.
<b>Auto-ignition temperature</b>	: The lowest known value is 425°C (797°F) (cumene).
<b>Flash point</b>	: The lowest known value is Closed cup: 35.85°C (96.5°F). (cumene)
<b>Flammable limits</b>	: The greatest known range is Lower: 0.9% Upper: 6.5% (cumene)
<b>Products of combustion</b>	: These products are carbon oxides (CO, CO <sub>2</sub> ).
<b>Fire fighting media and instructions</b>	: In case of fire, use water spray (fog), foam, dry chemicals, or CO <sub>2</sub> .

**Figura 5.10** Características inflamables del diisopropilbenceno.

Líquido y vapor inflamable. El vapor puede causar fuego repentino. Los vapores pueden acumularse en áreas pequeñas o confinadas, desplazarse una distancia considerable hacia una fuente de ignición y provocar un fagonazo. La escorrentía a las alcantarillas puede crear un incendio o un peligro de explosión.

### 5.9.11.4 PRODUCTO INFLAMABLE (IV): CUMENO

El cumeno es un compuesto orgánico que se incluye en el grupo de hidrocarburos aromáticos. Es un constituyente del petróleo crudo y un combustible refinado. Es un líquido incoloro inflamable que tiene un punto de ebullición de 152°C. Casi todo el cumeno que se produce es un compuesto puro en, a escala industrial se convierte en hidroperóxido de cumeno, que es un intermedio en la síntesis de otros productos químicos industrialmente importantes, principalmente de fenol y acetona

En el punto 5.4.3 se vieron las hojas de seguridad de éste producto, recordemos que sus características inflamables son las que se enseñan en la figura 5.11.

<b>NFPA Flammability Classification</b>	NFPA Class-IC flammable liquid.
<b>Flash Point</b>	Closed cup: 36°C (96°F). (Pensky-Martens.)
<b>Lower Flammable Limit</b>	AP 0.9 %
<b>Upper Flammable Limit</b>	AP 6.5 %
<b>Autoignition Temperature</b>	424°C (795°F)
<b>Hazardous Combustion Products</b>	Carbon dioxide, carbon monoxide, smoke, fumes, and/or unburned hydrocarbons.

**Figura 5.11** Características inflamables del cumeno.

Es un líquido inflamable. Este material libera vapores en o por debajo de la temperatura ambiente. Cuando se mezcla con aire en ciertas proporciones y expuesto a una fuente de ignición, su vapor puede causar un incendio repentino. Ha de usarse solamente con una adecuada ventilación. Los vapores son más pesados que el aire y pueden viajar largas distancias a lo largo del suelo hasta una fuente de ignición, e incendiarse. Una mezcla de vapor y aire puede crear un peligro de explosión en espacios confinados tales como alcantarillas. Si el contenedor no se enfriá correctamente, puede reventar con el calor de un incendio.



### 5.9.11.5 PRODUCTO INFLAMABLE (V): PROPANO

El propano es un alcano de tres carbonos con la fórmula molecular C3H8, normalmente se encuentra en fase gas, pero es compresible a un líquido transportable. Es producto de los recursos naturales a través del procesamiento de gas y refinación del petróleo, que se utiliza comúnmente como combustible para los motores, antorchas, barbacoas, estufas portátiles y calefacción residencial.

La mezcla de propano y butano, utilizada principalmente como combustible para vehículos, es conocida comúnmente como gas licuado de petróleo (GLP o gas LP). También puede contener pequeñas cantidades de propileno y/o butileno. Todo propano como combustible comercial debe incluir un odorante, por lo que la gente puede fácilmente oler el gas en caso de una fuga.

En el punto 5.4.3 se vieron las hojas de seguridad de éste producto, recordemos que sus características inflamables son las de la figura 5.12.

FLASH POINT:	-156 °F (-104 °C)
AUTOIGNITION POINT:	842 °F (450 °C)
OSHA/NFPA FLAMMABILITY CLASS:	FLAMMABLE GAS
LOWER EXPLOSIVE LIMIT (%):	2.1
UPPER EXPLOSIVE LIMIT (%):	9.5

**Figura 5.12 Características inflamables del propano.**

Líquidos vertidos vapores inflamables a temperaturas muy por debajo de la ambiente y de forma fácilmente una mezcla inflamable con el aire. Los peligros de fuego y explosión aparecen cuando es expuesto al calor, chispas o llamas. Los vapores son más pesados que el aire y pueden viajar largas distancias a un punto de ignición, e incendiarse. El envase puede explotar con el calor o el fuego. La escorrentía a las alcantarillas puede causar un incendio o peligro de explosión.

### 5.9.12 CONSECUENCIAS DEL FUEGO O EXPLOSIÓN

Los efectos de un fuego o una explosión accidental pueden ser devastadores en términos de vidas mortales, lesiones, daños a la propiedad y al medio ambiente, también para la continuidad de la empresa. Trabajando con líquidos inflamables polvos, gases y sólidos es peligrosos, debido al riesgo de incendio y explosión.

La explosión puede causar daños con los misiles que ocasiona. Una explosión se produce en un buque o estructura confinada pueden romperse el vaso o la estructura, lo que resulta en la proyección de los desechos en un área amplia. Estos desechos, o los misiles, pueden causar daños apreciables a las personas y daños a las estructuras y los equipos del proceso.

Las explosiones no confinadas también pueden crear misiles por el impacto de la onda expansiva y la posterior consecuencias a las estructuras. Los misiles son con frecuencia un medio por el que un accidente se propaga a lo largo de la instalación de la planta. Una explosión localizada en una parte de la planta proyecta residuos por toda la planta. Los misiles golpean los tanques de almacenamiento, los equipos de proceso y tuberías, pudiendo producir incendios y explosiones secundarias.



Además, las personas pueden ser heridas por las explosiones mediante los efectos directos de la explosión (incluyendo sobrepresión y radiación térmica) o mediante los efectos indirectos de la explosión (en su mayoría daños por los proyectiles).

### 5.9.13 PREVENCIÓN Y CONTROL DEL FUEGO Y LA EXPLOSIÓN

El nivel de limpieza, la aplicación y la supervisión de controles de gestión son importantes medidas de prevención y reducción de incendios.

El objetivo de las medidas de control del fuego y la explosión es para evitar cualquier riesgo de incendio o de explosión mediante la eliminación de cualquiera de las potenciales fuentes de ignición o posibles fuentes de combustibles, o ambas. Sin embargo, es probable que algunos combustibles potenciales y algunas fuentes de ignición se mantengan, por lo que estos deberán reducirse a través de:

- Minimizar la cantidad de productos potencialmente combustibles.
- Minimizar el número de posibles fuentes de ignición.
- Mantener las potenciales fuentes de ignición separadas de los productos potencialmente combustibles.

#### 5.9.13.1 MINIMIZACIÓN DE LA CANTIDAD DE PRODUCTOS POTENCIALMENTE COMBUSTIBLES

Aunque la realización de algunas minas de almacenamiento es almacenar materiales inflamables tales como documentos en papel, todavía deben reducirse al mínimo la cantidad de productos potencialmente combustibles por:

- Limitando la cantidad de otros materiales inflamables.
- Siempre que sea posible, hacer uso de fluidos resistentes al fuego en lugar de aceites minerales.
- Asegurarse que los deshechos i otros materiales inflamables se eliminan regularmente.
- Sustituir progresivamente cualquier equipos eléctricos con aceite y acopladores de cable eléctrico de betún y articulaciones con alternativas seguras.
- Mantener a un material con una mínima práctica inflamable en estructuras bajo tierra.

#### 5.9.13.2 MINIMIZACIÓN DE LAS POSIBLES FUENTES DE IGNICIÓN

Las posibles fuentes de ignición pueden ser minimizadas con:

- Utilizar sistemas de distribución eléctrica de encendido protegido.
- Reducir el número de conectores macho y hembra de las conexiones eléctricas, por ejemplo, acopladores de cable.
- Control estricto de cualquier equipo eléctrico que quede lleno de aceite.
- Utilizar vehículos que funcionan con baterías en lugar de los que poseen motor de combustión interna.



- Evitar superficies calientes y chispas por fricción a través de un buen diseño, instalación, puesta en servicio y por la inspección periódica, pruebas y mantenimiento, incluyendo el seguimiento periódico y efectivos de frenos, motores, etc.
- Verificar que las piezas móviles no están involuntariamente friccionándose contra objetos fijos.
- Garantizar la adecuada lubricación.
- Eliminación de las fuentes de ignición de los equipos que está fuera de uso, por ejemplo baterías de vehículos.
- Prohibir el uso de oxicorte a menos que las medidas de seguridad estén en su lugar.
- Prohibir o controlar el tabaquismo en emplazamientos cercanos a productos potencialmente combustibles y posibles fuentes de ignición.
- Minimización de la cantidad de aparatos eléctricos en zonas donde se almacenan y/o utilizan materiales inflamables.
- Delinear zonas claras adecuadas de al menos 2 metros de distancia alrededor de equipos y fuentes de ignición.
- Evitar el uso de motores de combustión interna en zonas donde se utilicen y/o almacenen productos inflamables.
- Recubrir o revestir cualquier componente caliente (tales como los escapes de diésel, calentadores, etc.)

#### 5.9.14 MEDIDAS ADICIONALES DE CONTROL

Cuando las evaluaciones de riesgo indican que las medidas de control existentes no son suficientes, entonces el siguiente paso es identificar qué control necesita medidas adicionales, por ejemplo:

- Aumentar el nivel de monitorización de la planta y los equipos tengan riesgo de ignición.
- Aumentar el número de detectores de fuego en lugares vulnerables.
- Reducir de tamaño los compartimentos para prevenir o reducir la propagación del calor y humo.
- Mejora de la resistencia al fuego en paredes y puertas.
- Instalar equipos de supresión de fuego automáticos.
- Evitar o minimizar la cantidad de materiales que pueden liberar vapores muy tóxicos cuando se queman - tales como polietileno, algunos tipos de plástico de embalar, espumas de poliuretano y espumas de urea-formaldehído.

#### 5.9.15 CONTROL DEL POLVO

Las recomendaciones para el control del polvo en las plantas de cumeno son las siguientes:

- Minimizar el escape de polvo procedente de los equipos del proceso y los sistemas de ventilación.
- Usar un sistema de filtros y colectores de polvo.
- Utilizar superficies que posean una mínima acumulación de polvo y sean fáciles de limpiar.
- Facilitar el acceso a todas las áreas ocultas para permitir su inspección.
- Inspeccionar los residuos de polvo en áreas abiertas y ocultas, a intervalos regulares.
- Limpiar los residuos de polvo regularmente.



- Usar métodos de limpieza que no generen nubes de polvo, aún más en presencia de posibles fuentes de ignición.
- Usar aspiradoras aprobadas para la recolección de polvo.
- Localizar las válvulas de alivio de zonas de riesgo de polvo.
- Desarrollar e implementar una inspección de polvo, hacer prueba, servicios de limpieza, y programas de control de peligros (preferiblemente por escrito con frecuencia y los métodos establecidos).

#### 5.9.16 CONTROL DE IGNICIÓN

Las recomendaciones del control de ignición para una planta de cumeno son las siguientes:

- Usar los equipos eléctricos apropiados y un buen cableado.
- Controlar la electricidad estática, incluyendo la toma a tierra de los equipos.
- Controlar los humos, las llamas abiertas y las chispas.
- Controlar las chispas que puedan producirse por fricción mecánica.
- Utilizar dispositivos de separación para eliminar materiales extraños capaces de encender materiales combustibles del proceso.
- Separar las superficies calientes del polvo.
- Usar apropiadamente los vehículos industriales.
- Mantener adecuadamente todos los equipos.

#### 5.9.17 CONTROL DE DAÑOS

Las recomendaciones del control de daños para una planta de cumeno son las siguientes:

- Separar el peligro (aislar con distancia).
- Segregar el peligro (aislar con barrera).
- La deflagración de la ventilación de un edificio, habitación o área.
- La presión de ventilación de alivio para el equipo.
- El suministro de chispas, detección de brasa y sistemas de extinción.
- Sistemas de protección contra explosiones.
- Sistemas de rociadores.
- Uso de otros sistemas de supresión especializados.

#### 5.9.18 CAPACITACIÓN DE LOS EMPLEADOS

Los trabajadores son la primera línea de defensa en la prevención y mitigación de incendios y explosiones. Si el pueblo más cercano a la fuente del peligro está capacitado para reconocer y evitar los riesgos asociados con el polvo combustible en la planta, que pueden ser fundamentales para el reconocimiento de las condiciones inseguras, teniendo una gestión preventiva de acción, y/o gestión de alerta. Mientras que las normas de OSHA requieren capacitación para ciertos empleados, todos los empleados deben ser entrenados en prácticas de trabajo seguro aplicables a sus tareas de trabajo, así como en los programas generales de la planta para el control del polvo y de fuentes de ignición. Ellos

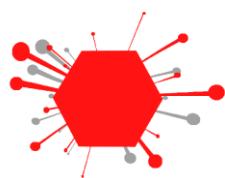


---

deben ser entrenados antes de que empiecen a trabajar, también periódicamente para actualizar sus conocimientos, cuando sean reasignados, y cuando los peligros o los procesos cambien.

#### 5.9.19 GESTIÓN

Un equipo cualificado de administradores debe ser responsable de la realización de una análisis de la instalación (o tener uno hecho por personas ajenas calificadas) antes de la introducción de un peligro y se requiere el desarrollo de un programa de prevención y protección, además de un esquema adaptado a su funcionamiento. Los supervisores y gerentes deben conocer y apoyar los programas de control. La capacitación debe incluir la identificación de cómo pueden alentar la denuncia de prácticas inseguras y facilitar las acciones de reducción.



## 5.10 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

La finalidad de este apartado es establecer las medidas a tomar para que no se produzca un incendio. En el caso de que se origine un incendio, se dispondrán de unas pautas para que la actuación sea de manera rápida y eficaz, minimizando así los daños.

Estas prevenciones y actuaciones frente a un incendio tienen como objetivo principal evitar la pérdida de las vidas del personal de la planta, o toda persona que se encuentre en el recinto en el momento del incendio. Así también, se pretende minimizar los daños estructurales, consiguiendo así que las pérdidas económicas no sean elevadas y que la planta vuelva a funcionar lo antes posible.

Las medidas contra incendios implementadas en la planta de producción de cumeno se realizaron de acuerdo a lo definido en el REAL DECRETO 2257/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.

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

En dicho sentido, se considera que las disposiciones de la instrucción técnica complementaria MIE APQ-1 del Reglamento de almacenamiento de productos químicos, son de completa aplicación para el cumplimiento de los requisitos de seguridad contra incendios.

### 5.10.1 CLASIFICACIÓN DE INCENDIOS

Los incendios se pueden clasificar en seis clases: Clase A, B, C, D, E y K. Para poder extinguir cada uno de los incendios correspondiente a cada clase existen tres métodos o principios de extinción: retirada del material (se retira el combustible), enfriamiento (se elimina calor) y ahogamientos (se retira el oxígeno).

A continuación se realiza una breve explicación de la clasificación de los incendios y la, o los principios, en caso de poder emplearse más de uno, para extinguir cada uno de los tipos de incendio.

- **Clase A:** El fuego es originado por combustibles sólidos, de difícil combustión, que dejan cenizas al arder. Para extinguir el fuego de este tipo de incendio se utiliza el principio de enfriamiento. A esta clase de incendios pertenecen la madera, textiles, basura, papeles, paja y otros.
- **Clase B:** El incendio es producido en líquidos inflamables o sólidos licuados. El método más apropiado para la extinción de este tipo de fuego es el principio de ahogamientos. Pertenecen a esta clase de incendios la gasolina, aceites, pinturas y derivados del petróleo.
- **Clase C:** El fuego es originado por combustibles gaseosos. El principio de extinción de este tipo de incendio es el de ahogamiento. Otra manera de apagar un fuego de esta clase es eliminar la salida del gas. Son incendios de clase C los gases como el propano, y los polvos químicos.



- **Clase D:** Son fuegos de clase D aquellos ocasionados por ciertos productos químicos o por metales combustibles. El sistema de extinción depende del combustible. Pertenecen a esta clase el sodio, potasio, litio y otros.
- **Clase E:** Este tipo de fuego, también llamado: Fuegos eléctricos, son los que se originan en presencia de tensión eléctrica (25 V) o en instalaciones o equipos eléctricos y en los que están implicados los materiales de las clases A o B. Para poder apagar los fuegos de clase E, primeramente se debe de cortar el suministro eléctrico y seguidamente se procede a apagar con extintores por sofocación con agentes no conductores.
- **Clase K:** Los incendios de clase K se caracterizan por la implicación de vegetales o grasas animales no saturadas.

En la planta de producción de cumeno se trabaja con combustibles y sustancias inflamables, líquidos y gases, es por eso que se podrán dar tres tipos de incendio: B, C y E.

#### 5.10.2 CLASIFICACIÓN DE LAS ÁREAS SEGÚN EL RIESGO DE INCENDIOS

La clasificación de las áreas según el riesgo de incendios de la planta de producción de cumeno se realizó siguiendo el REAL DECRETO 2267/2004.

La clasificación de las áreas se establece en función del peligro que presenten según la configuración y ubicación de éstas en el entorno.

De acuerdo a lo que dispone el REAL DECRETO 2267/2004, la configuración de los establecimientos industriales se puede reducir a dos tipos: ubicados en un edificio o al aire libre. Se entiende por establecimiento industrial al conjunto de edificios, edificio, zona de éste, instalación o espacio abierto de uso industrial o almacén.

##### Establecimientos industriales ubicados en un edificio

Los edificios industriales que ubicados en un edificio pueden ser de tres tipos: A, B o C.

- **Tipo A:** La zona ocupa parcialmente un edificio que tiene, además, otros establecimientos o áreas. Estas otras zonas pueden tener uso industrial o no.

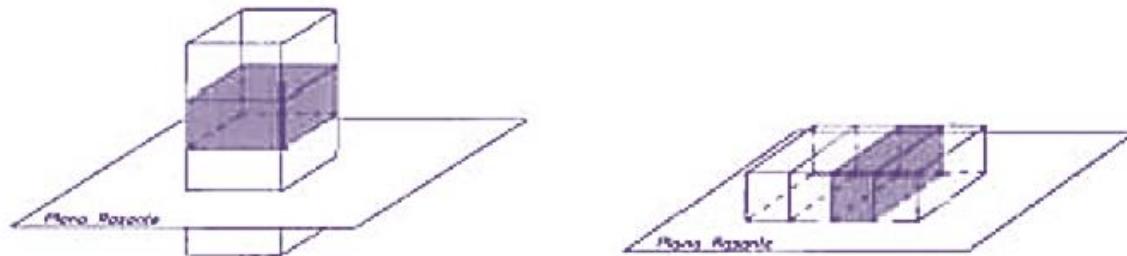
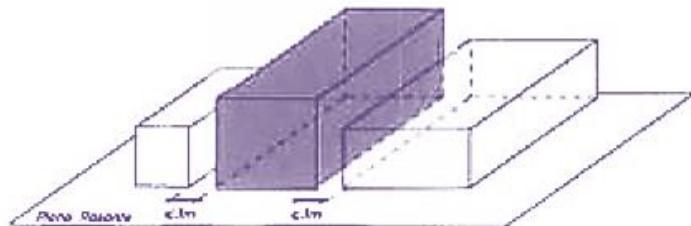


Figura 5.13 Configuración de un edificio tipo A en vertical (izquierda) y horizontal (derecha).

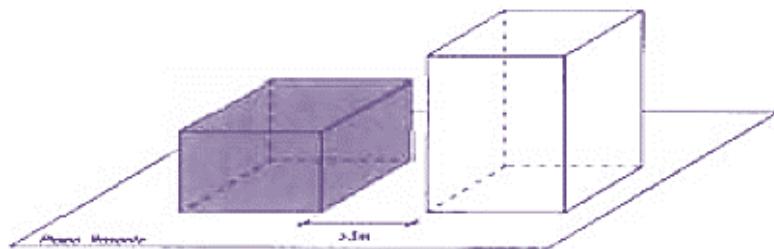


- **Tipo B:** El establecimiento industrial ocupa en su totalidad un edificio adosado a otro edificio. Así también, son de tipo B aquellos establecimientos industriales que se encuentren a una distancia inferior a tres metro de otro edificio



**Figura 5.14** Configuración de un edificio tipo B.

- **Tipo C:** El establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio, o varios, 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.

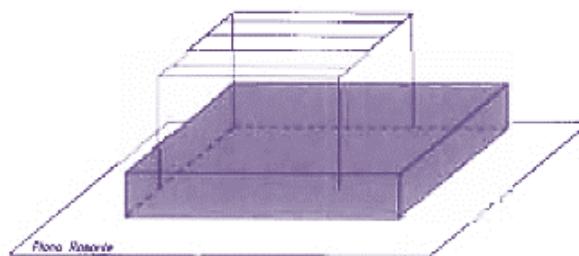


**Figura 5.15** Configuración de un edificio tipo C.

### Establecimientos al aire libre

#### Los edificios

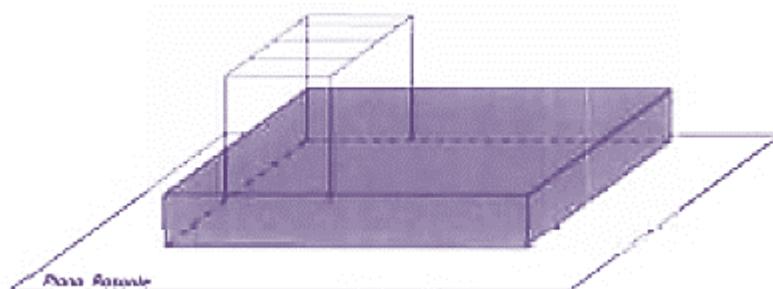
- **Tipo D:** El establecimiento industrial ocupa un espacio abierto, o totalmente cubierto, cuyas fachadas carecen en su totalidad de cerramiento lateral.



**Figura 5.16** Configuración de un edificio tipo D.



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



**Figura 5.17 Configuración de un edificio tipo E.**

En la tabla 5.9, se muestra la clasificación de las áreas de la planta según la configuración y ubicación de éstas de acuerdo en el entorno.

**Tabla 5.9 Clasificación de las áreas según configuración en el entorno:**

Área	Descripción	Tipo
100	Almacenamiento de materias primas	C
200	Reacción	C
300	Separación	C
400	Almacenamiento producto final	C
500	Tratamiento de residuos	C
600	Protección contra incendios	B
700	Zona carga y descarga	C
800	Oficinas	B
900	Laboratorio	B
1000	Zona social	B
1100	Sala de control	B
1200	Servicios mantenimiento planta	B
1300	Parking	B
1400	Ampliaciones	C
1500	Transformador eléctrico	B
1600	Servicios	B

Para conocer el nivel de riesgo de cada zona, una vez clasificadas de acuerdo a su ubicación, se calcula la densidad de carga. El cálculo de la densidad de carga de fuego se realizará en el apartado siguiente (5.10.3).

Se consideran “sectores de incendio” en las zonas de tipo A, B y C, al espacio del edificio cerrado por elementos resistentes al fuego durante un determinado tiempo. Para los edificios de tipo D y E se considera que la superficie que ocupan constituye un “área de incendio” abierta y definida por perímetro.



### 5.10.3 NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO Y DENSIDAD DE CARGA DE FUEGO

La densidad de carga se calcula con la finalidad de evaluar el nivel de riesgo intrínseco para cada área. Para el cálculo de este valor se siguió el procedimiento descrito en el artículo 3 del REAL DECRETO 2267/2004.

En este apartado, a manera d se calculará la densidad de carga de fuego para las áreas 100, 200, 300 y 400. Finalmente, se clasificará el nivel de riesgo intrínseco de cada zona, incluidas las que no se hayan calculado en este apartado.

El cálculo de la densidad de carga ponderada y corregida para tanques de zonas de almacenamientos, que corresponde a las áreas 100 y 400 de la planta, se realiza con la ecuación 5.1.

**Ecuación 5.1 Densidad de carga de fuego para actividades de almacenamiento :**

$$Q_s = \frac{\sum q_{vi} \cdot C_i \cdot h_i \cdot s_i}{A} \cdot Ra \left( \text{Mcal/m}^2 \right)$$

Donde:

- $Q_s$  es la densidad de carga de fuego ponderada y corregida del área de incendio, expresada en  $\text{Mcal/m}^2$ .
- $q_{vi}$  es la carga de fuego que aporta cada por metro cúbico, y se expresa en  $\text{Mcal/m}^3$ . Los valores de este parámetro se encuentran tabulados en el real decreto, tabla 1.2.
- $C_i$  es un coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad de cada combustible que existe en la zona de incendio. Este valor depende de la clasificación según la norma MIE-APQ1, y se encuentran en la tabla 1.1 del real decreto.
- $s_i$  es la superficie ocupada por cada combustible. Se expresa en  $\text{m}^2$ .
- $A$  es la superficie total en  $\text{m}^2$  del área de incendio.
- $Ra$  es un coeficiente que corrige el grado de peligrosidad inherente a la actividad industrial desarrollada. Al igual que la carga de fuego por metro cúbico, los valores se pueden encontrar en la tabla 1.2 del mismo documento.

En las tablas 5.10 y 5.11, se muestran los resultados para las áreas de almacenamiento 100 y 400, respectivamente, de la planta.

**Tabla 5.10 Densidad de carga de fuego para el área 100:**

Combustible	nº tanques	$q_v$ ( $\text{Mcal/m}^3$ )	C	h (m)	s ( $\text{m}^2/\text{depósito}$ )	A ( $\text{m}^2$ )	Ra	$Q_s$ ( $\text{Mcal/m}^2$ )
Benceno	2	240,00	1,60	7,50	157,08	2263,00	2	1385,22
Propileno	2	240,00	1,60	6,50	132,73			

**Tabla 5.11 Densidad de carga de fuego para el área 400:**

Combustible	nº tanques	$q_v$ ( $\text{Mcal/m}^3$ )	C	h (m)	s ( $\text{m}^2/\text{depósito}$ )	A ( $\text{m}^2$ )	Ra	$Q_s$ ( $\text{Mcal/m}^2$ )
Cumeno	2	240,00	1,60	9,10	204,75	846,00	2	3502,31
DIPB	1	240,00	1,30	4,60	35,19			



El cálculo de la densidad de carga ponderada y corregida para las zonas de reacción (A-200) y de separación (A-300), se realiza con la ecuación 5.2.

**Ecuación 5.2 Densidad de carga de fuego:**

$$Q_s = \frac{\sum G_i \cdot C_i \cdot q_i}{A} \cdot Ra \left( \text{Mcal/m}^2 \right)$$

Donde:

- $C_i$ ,  $Ra$  y  $A$  tienen en mismo significado que en el caso anterior.
- $G_i$  es la masa en kg de las sustancias combustibles.
- $q_i$  es el poder calorífico de los combustibles en Mcal/kg.

En las tablas 5.12 y 5.13, se muestran los resultados para las áreas de reacción y separación respectivamente.

**Tabla 5.12 Densidad de carga de fuego para el área 200:**

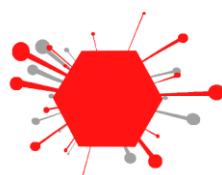
Combustible	G (kg combustible)	q (Mcal/kg)	C	A (m <sup>2</sup> )	Ra	Q <sub>s</sub> (Mcal/m <sup>2</sup> )
Benceno	16572,50	10	1,6			
Cumeno	6,19	10	1,6	583	2	1230,20
Propano	328,63	11	1,6			
Propileno	4974,98	11	1,6			

**Tabla 5.13 Densidad de carga de fuego para el área 300:**

Combustible	G (kg combustible)	q (Mcal/kg)	C	A (m <sup>2</sup> )	Ra	Q <sub>s</sub> (Mcal/m <sup>2</sup> )
Benceno	9023,09	10	1,6			
Cumeno	11435,74	10	1,6			
DIPB	239,37	10	1,3	975	2	720,60
Propano	328,63	11	1,6			
Propileno	855,47	11	1,6			

Según la tabla 1.3 del REAL DECRETO 2267/2004, se considera un bajo nivel de riesgo intrínseco de fuego si la densidad de carga está por debajo de 200 Mcal/m<sup>2</sup>. Entre 200 y 800 Mcal/m<sup>2</sup>, el riesgo es considerado medio, y si se tiene un valor de densidad de carga de fuego superior a 800, se considera de alto riesgo.

Así pues, según esto, las zonas 100, 200 y 400 tienen un alto riesgo de fuego, mientras que el área 300 presenta un riesgo medio, pero debido a que se encuentra cerca a los 800, se considerará que el área 300 tiene un riesgo alto y no medio.



En la tabla 5.14, se presentan el nivel de riesgo de todas las áreas de la planta de producción de cumeno y la superficie que ocupa cada una.

**Tabla 5.14 Nivel de riesgo de cada área de la planta:**

Zona	Descripción	Área (m <sup>2</sup> )	Nivel de riesgo	Suministro de agua
A-100	Almacenamiento de materias primas	2263	Alto	Hidrantes
A-200	Reacción	583	Alto	Hidrantes
A-300	Separación	975	Alto	Hidrantes
A-400	Almacenamiento producto final	846	Alto	Hidrantes
A-500	Tratamiento de residuos	537	Bajo	BIE
A-700	Zona carga y descarga	499	Medio	BIE
A-800	Oficinas	325	Bajo	Extintores
A-900	Laboratorio	154	Bajo	Extintores
A-1000	Zona social	501	Bajo	Extintores
A-1100	Sala de control	225	Bajo	Extintores
A-1200	Servicios mantenimiento planta	405	Bajo	Extintores
A-1300	Parking	2158	Bajo	Extintores
A-1500	Transformador eléctrico	25	Medio	BIE
A-1600	Servicios	2145	Bajo	Extintores

#### 5.10.4 PROTECCIÓN ACTIVA

##### 5.10.4.1 AGENTES EXTINTORES

- Aqua: Extingue los incendios por enfriamiento y puede emplearse en forma de chorro o pulverizada. Esta última se puede utilizar en fuegos de clase A y B (en caso de líquidos combustibles pesados, como el gas-oil), mientras que el agua en forma de chorro solo se puede usar en fuegos de clase A.
- Anhídrido carbónico o CO<sub>2</sub>: Utilizado como elemento de sofocación en los fuegos. Muy eficaz si el incendio es producido por líquidos inflamables o en fuegos eléctricos, ya que no es conductor y no deja residuos.
- Polvo seco: Compuesto químico con un agente hidrófugo y base de bicarbonato sódico. Este tipo de agente extintor actúa por sofocación y paralización de la reacción en cadena. Hoy en día, se emplean principalmente dos tipo de polvos secos: químico normal y el polivalente. Este último es eficaz para fuegos de clase A ya que elimina el calor de manera más eficiente que el polvo químico normal. El polvo seco normal tiene mayor efectividad en fuegos de tipo B, C y E.
- Espuma química: No utilizada actualmente por ser un agente conductor de electricidad, por atacar a los metales y por disolverse en los alcoholes.
- Espuma física: Indicada para combatir fuegos de tipo B, con la limitación que no se debe usar en conjunto con el agua ya que esta última rompe la manta de espuma. Así también, se acepta



su uso en fuegos de tipo A, dejando que la manta de espuma permanezca durante un periodo considerable.

- **Sustituto de halones:** Actúan como paralizadores de la reacción. Los sustitutos de halones son apropiados para apagar fuegos eléctricos. Para fuegos de clase A y B, los sustitutos de halones están aceptados como agentes extintores. Son sustitutos de halones el INERGEN, NAF SIII, entre otros.

A continuación se presenta una tabla descriptiva, con el tipo de agente extintor a utilizar de acuerdo a la clase del fuego, tabla 5.15.

**Tabla 5.15 Elección del agente extintor según la clase de fuego:**

AGENTE EXTINTOR	Clase A	Clase B	Clase C	Clase D	Clase E
Agua Pulverizada	Excelente	Combustibles líquidos no solubles en agua	Nulo	Nulo	Peligroso
Agua a Chorro	Bueno	Nulo	Nulo	Nulo	Muy peligroso
Anhídrido Carbónico (CO <sub>2</sub> )	1. Aceptable. 2. Para fuegos pequeños.	1. Aceptable. 2. Para fuegos pequeños.	Nulo	Nulo	Bueno
Espuma Física	Bueno	1. Bueno. 2. No utilizar en líquidos solubles en agua.	Nulo	Nulo	Peligroso
Polvo Seco Normal (BC)	1. Aceptable. 2. Para fuegos pequeños.	Bueno	Bueno	Nulo	Bueno
Polvo Seco Polivalente	Bueno	Bueno	Bueno	Nulo	1. Tensiones inferior a 1.000 V.
Polvo Seco Especial para Metales	Nulo	Nulo	Nulo	Bueno	Nulo
Sustitutos de Halones	1. Aceptable. 2. Para fuegos pequeños.	1. Aceptable. 2. Para fuegos pequeños.	Nulo	Nulo	Bueno

#### 5.10.4.2 PROTECCIÓN CON AGUA

En este apartado se calcularán las necesidades de agua para contener un fuego, en función de la peligrosidad que se tenga en cada zona de la planta.

Primeramente se realizará el cálculo para las zonas de almacenamiento de materias primas y de productos, en las que se dispondrá de hidrantes. Seguidamente, se procederá al cálculo de agua necesaria para aquellas zonas que dispongan de BIEs. Por último, se calculará las dimensiones que



debería de tener la piscina contra incendios para poder abastecer con agua las zonas ya mencionadas en caso que éstas se incendiase.

a) Necesidades de agua de las zonas A-100 y A-400

Según el Artículo 25 del Real decreto 379/2001, deberán disponer de una red de agua contra incendios los almacenamientos que contengan menos de: 60 metros cúbicos de productos de clase A, 100 m<sup>3</sup> de subclase B1. 200 m<sup>3</sup> de B2 y 1000 m<sup>3</sup> de la clase C. En caso que no se cumplan estos acometidos, se deberá disponer de una red contra incendios con abastecimiento y conexión de servicios en exclusiva para dichas zonas.

En el caso de la planta de producción de cumeno, para las áreas 100 y 400 se dispondrán de una red exclusiva para estas dos áreas, ya que la capacidad global de cada zona supera las descritas en el párrafo anterior. Esta red de agua consta de 4 hidrantes CHE-100, asegurándose el cumplimiento del caudal de agua requerido según la tabla IV-I del Real decreto 379/2001.

Primeramente, se realiza el cálculo en el supuesto que caso que se incendie un tanque de Propileno. El Propileno se clasificó como producto de clase A2; en la zona de almacenamiento, A-100, se disponen de dos tanques que contienen propileno. Cada tanque tiene una capacidad de 145 m<sup>3</sup> cada uno, haciendo 290 m<sup>3</sup> entre ambos.

Según el Real decreto 379/2001, se tendrán que enfriar, además del tanque incendiado, los recipientes situados a menos de 30 metros de las paredes del tanque incendiado. Para el cálculo del caudal de agua necesario se tuvo en cuenta que, según el recipiente incendiado, se necesita un caudal de 0,18 m<sup>3</sup>/h por m<sup>2</sup> de superficie de recipiente. En la tabla 5.16, se recogen los resultados de dichos cálculos.

**Tabla 5.16 Caudal de agua necesaria para enfriar:**

Recipientes	Superficie total (m <sup>2</sup> )	Caudal de agua necesaria (m <sup>3</sup> /h)
2 Tanques de Benceno	314,16	56,55
2 Tanques de Propileno	265,46	47,78
Total		104,33

En el supuesto caso que el recipiente incendiado fuese el de Cumeno, se obtuvieron los resultados que se muestran a continuación en la tabla 5.17.

**Tabla 5.17 Caudal de agua necesaria para enfriar:**

Recipientes	Superficie total (m <sup>2</sup> )	Caudal de agua necesaria (m <sup>3</sup> /h)
2 Tanques de Cumeno	409,51	73,71
1 Tanque de DIPB	35,19	6,33
Total		80,04



En la planta, para las áreas 100 y 400 se necesita un caudal de agua para enfriar igual a:

$$\text{Caudal de agua mínimo} = 104,33 + 80,04 = 184,38 \text{ m}^3/\text{h}$$

El volumen de agua necesario para suministrar ese caudal, teniendo en cuenta que como mínimo se debe tener un suministro de tres horas, es de:

$$\text{Volumen mínimo} = 184,38 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 3 \text{ h} = 553,13 \text{ m}^3 \approx 554 \text{ m}^3$$

De acuerdo al decreto 241/1994, se instalarán hidrantes de 100 mm de diámetro, 4 pulgadas aproximadamente, con una capacidad de 1000 L/min (60m<sup>3</sup>/h) y una longitud de 20 metros, cada hidrante. Así entonces, si un hidrante puede suministrar 60 m<sup>3</sup>/h, se necesitarán 4 hidrantes para cubrir las necesidades de la planta colocados a una distancia no mayor de 40 metros entre ellos.

b) Necesidades de agua para las zonas A-500, A-700 y A-1500

En el Real decreto 2267/2004, se establecen las necesidades de agua de acuerdo al nivel de riesgo de cada zona, para BIEs. En la tabla 5.18, se muestran el tipo de BIE a utilizar según el riesgo de cada zona. A partir de esta tabla se podrá calcular la cantidad de agua requerida.

**Tabla 5.18 Tipo de BIE de acuerdo a la zona:**

Zona	Nivel de riesgo	BIE	Simultaneidad	Tiempo de autonomía (min)
A-500	Bajo	DN 25 mm	2	60
A-700	Medio	DN 40 mm	2	60
A-1500	Medio	DN 40 mm	2	60

Un BIE de DN 25 proporciona un caudal de 6 m<sup>3</sup>/h y uno de 40 mm genera un caudal de 12 m<sup>3</sup>/h. Con esta información, más la proporcionada por la tabla 5.18, se puede calcular el agua requerida para las zonas 500, 700 y 1500.

$$\text{Agua requerida} = 2 \cdot \left( 6 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} \cdot 60 \text{ min} \right) + 4 \cdot \left( 12 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} \cdot 60 \text{ min} \right) = 60 \text{ m}^3 \text{ de agua}$$

Piscina contra incendios

Como último punto, y una vez calculadas las necesidades de agua para la planta, se procede al cálculo de la piscina contra incendios que se necesitará instalar para poder tener un suministro correcto de agua en caso de que se produjera un incendio.

$$\text{Volumen de agua total} = 554 + 60 = 604 \text{ m}^3 \text{ de agua}$$

Se sobredimensiona un 20 %, obteniéndose un volumen de 725 m<sup>3</sup>. Si se fija una altura de 4 metros, se obtiene un diámetro de la piscina de 16 metros.

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot H \quad \rightarrow \quad D = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{H \cdot \pi}} = 15,19 \text{ m} \approx 16 \text{ m}$$



Así pues, se necesitará una piscina de tenga 16 metros de diámetro y 4 metros de profundidad. Ésta además tendrá que estar enterrada.

#### 5.10.4.3 PROTECCIÓN CON EXTINTORES

Se situarán extintores y regadores en las zonas restantes de la planta que se consideren de bajo riesgo. De acuerdo al Real Decreto, tabla 3.1 de este mismo, se necesita instalar un extintor cada 200 m<sup>2</sup>, como mínimo.

Los extintores no superan los 15 m de distancia entre ellos, y están repartidos a lo largo de la planta de manera que su localización y accesibilidad sea fácil.

En el área 1500, lugar en el que se encuentra el transformador eléctrico, se utilizarán extintores de dióxido de carbono de 5 kg cada uno, ya que no dañan el equipo y no son conductores de la electricidad. Para el resto de las áreas, se colocarán extintores de polvo.

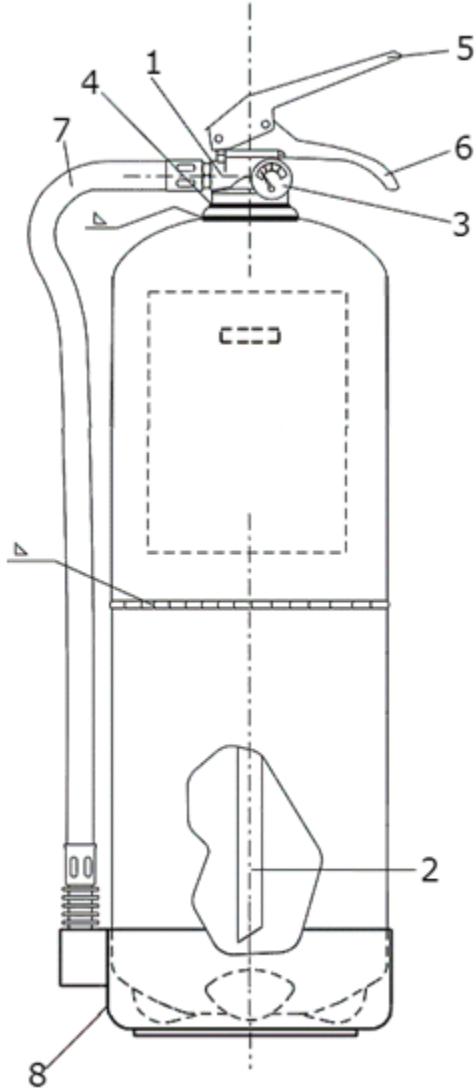
En el apartado siguiente, se adjuntarán las fichas de especificación de los extintores que se emplearán en la planta. Éstos serán proporcionados por el fabricante, FireFox. Las recomendaciones de uso de éstos se encuentran detalladas en la misma ficha, así como también las características físicas de estos mismos.



#### 5.10.4.3.1 FICHAS DE ESPECIFICACIÓN DE EXTINTORES

	HOJA 1 DE 2		HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE EXTINTOR			
	ITEM:	EXTINTOR DE POLVO				
	PLANTA	NYLON-66	REVISADO:			
	LOCALIDAD	TARRAGONA	FECHA:	15/12/2014		
DATOS DE DISEÑO						
PRESIÓN DE DISEÑO (bar)	15					
PRESIÓN DE RETIMBRE (bar)	25					
GAS PROPULSOR	Nitrógeno seco					
PESO DEL AGENTE EXTINTOR (kg)	6					
TEMPERATURA MÁXIMA DE SERVICIO (ºC)	60					
TEMPERATURA MÍNIMA DE SERVICIO (ºC)	-20					
APTO PARA	Tensión eléctrica hasta 50.000 voltios					
NO APTO PARA	Fuegos de tipo D (metales)					
COMPATIBLE CON	Extintores de espuma					
LONGITUD DE MANGUERA (mm)	400					
TOXICIDAD	El polvo ABC no es tóxico					
EFICACIA	34A 233B C					
DATOS DE CONSTRUCCIÓN						
ESPESOR DE LA PARED (mm)	1,3					
ALTURA DE LA BOTELLA (mm)	420					
ALTURA DEL EXTINTOR (mm)	520					
DIÁMETRO DE LA BOTELLA (mm)	150					
PESO TOTAL (kg)	9,315					
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (L)	6,9					
DATOS DE INSTALACIÓN						
POSICIÓN	VERTICAL	X				
	HORIZONTAL					
MODELO	PG-6 ABC NP-FAE					
FABRICANTE						

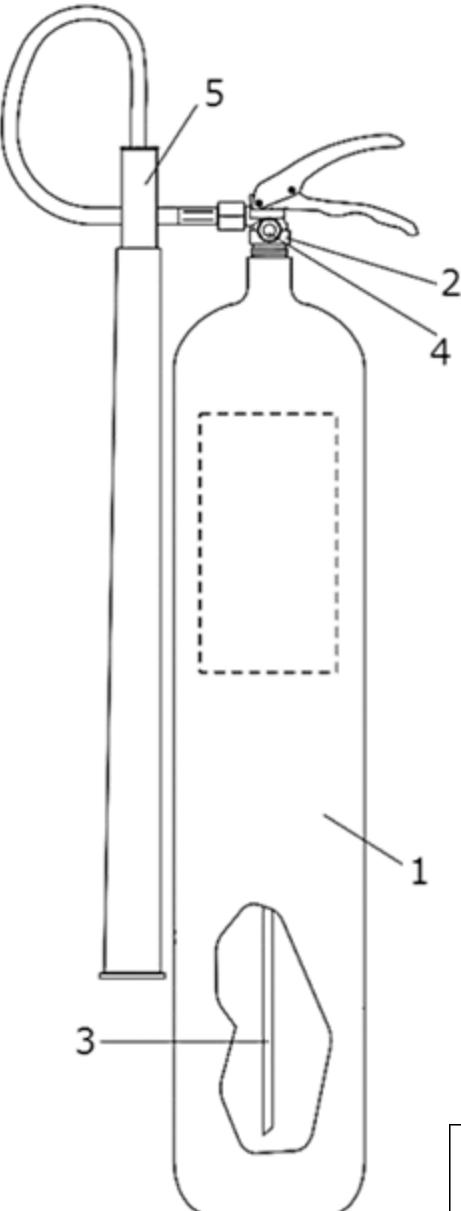


 <b>ARROL</b>	HOJA 2 DE 2		HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE EXTINTOR																					
	ITEM:	EXTINTOR DE POLVO																						
	PLANTA	NYLON-66	REVISADO:																					
	LOCALIDAD	TARRAGONA	FECHA:	15/12/2014																				
<b>ESQUEMA</b>																								
																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Número</th> <th>Descripción</th> <th>Número</th> <th>Descripción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>8</td> <td>Base</td> <td>4</td> <td>Junta de estanqueidad</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Manguera con difusor</td> <td>3</td> <td>Manómetro</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Maneta inferior</td> <td>2</td> <td>Tubo sonda</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Maneta superior</td> <td>1</td> <td>Válvula de accionamiento</td> </tr> </tbody> </table>					Número	Descripción	Número	Descripción	8	Base	4	Junta de estanqueidad	7	Manguera con difusor	3	Manómetro	6	Maneta inferior	2	Tubo sonda	5	Maneta superior	1	Válvula de accionamiento
Número	Descripción	Número	Descripción																					
8	Base	4	Junta de estanqueidad																					
7	Manguera con difusor	3	Manómetro																					
6	Maneta inferior	2	Tubo sonda																					
5	Maneta superior	1	Válvula de accionamiento																					



	HOJA 1 DE 2		HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE EXTINTOR			
	ITEM:	EXTINTOR DE CO <sub>2</sub>				
	PLANTA	NYLON-66	REVISADO:			
	LOCALIDAD	TARRAGONA	FECHA:	15/12/2014		
DATOS DE DISEÑO						
PRESIÓN DE DISEÑO (bar)	174					
PRESIÓN DE PRUEBA (bar)	250					
PRESIÓN DE ROTURA (bar)	400					
PESO DEL AGENTE EXTINTOR (kg)	5					
TEMPERATURA MÁXIMA DE SERVICIO (°C)	60					
TEMPERATURA MÍNIMA DE SERVICIO (°C)	-30					
APTO PARA	Uso en presencia de tensión eléctrica					
NO APTO PARA	Fuegos de tipo D (metales)					
DENSIDAD DE LLENADO (kg/L)	0,67					
TOXICIDAD	-					
EFICACIA	89 B					
DATOS DE CONSTRUCCIÓN						
MATERIAL DE LA BOTELLA	Acero 34CrMo4 tratado					
ESPESOR DE LA PARED (mm)	2,6					
ALTURA DE LA BOTELLA (mm)	-					
ALTURA DEL EXTINTOR (mm)	650					
DIÁMETRO DE LA BOTELLA (mm)	163					
PESO TOTAL (kg)	14,01					
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (L)	7,5					
DATOS DE INSTALACIÓN						
POSICIÓN	VERTICAL	X				
	HORIZONTAL					
MODELO	FF-5KG-CO2					
FABRICANTE						



 <b>ARROL</b>	HOJA 2 DE 2		HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE EXTINTOR													
	ITEM:	EXTINTOR DE CO <sub>2</sub>														
	PLANTA	NYLON-66	REVISADO:													
	LOCALIDAD	TARRAGONA	FECHA:	15/12/2014												
<b>ESQUEMA</b>																
																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Número</th> <th>Descripción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Botella</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Válvula de accionamiento</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Tubo sonda</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Disco de seguridad</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Bocina manguera</td> </tr> </tbody> </table>					Número	Descripción	1	Botella	2	Válvula de accionamiento	3	Tubo sonda	4	Disco de seguridad	5	Bocina manguera
Número	Descripción															
1	Botella															
2	Válvula de accionamiento															
3	Tubo sonda															
4	Disco de seguridad															
5	Bocina manguera															



#### 5.10.4.4 DETECTORES DE INCENDIOS

La planta de producción de cumeno dispondrá de detectores automáticos de incendio para disminuir el riesgo, o los daños, de fuego.

Los detectores automáticos controlan una o varias características del fuego (calor, radiación, humo). Éstos se componen básicamente de: cabeza detectora, central de señales y alarma. Los detectores de incendio automáticos pueden ser de cinco tipos, de acuerdo a la característica del fuego a la que ataque: de llamas, de calor y de humos.

- **De llamas:** Este tipo de detector mide la radiación que se desprende el fuego en un incendio: ultravioleta, radiación infrarroja, o una combinación de ambas. Si la radiación emitida es mayor que la permitida, la célula fotovoltaica recibe este valor y se activa la alarma. Los detectores de llama tienen una respuesta más rápida que los de calor o humo. Los detectores de llama no necesitan ser instalados en techos ya que funcionan por radiación y tienen que tener una línea visual totalmente despejada hasta la zona a proteger. Los detectores de llama son aconsejables para usos en aplicaciones como vigilancia de zonas de almacenamiento o en zonas en que el incendio se puede propagar con facilidad y rapidez: bombas, válvulas o tuberías que contengan combustibles líquidos o zonas con materiales combustibles.
- **De calor:** En general, suelen ser los menos sensibles de todos los detectores disponibles. Existen dos tipos, principalmente, de acuerdo a la respuesta de éstos: Termostáticos y Termovelocímetro. Los termostáticos tienen fijada una temperatura para la cual activan la alarma. Los termovelocímetros son sensibles al aumento de temperatura. Cuando el aumento de temperatura por unidad de tiempo excede el valor máximo permitido, el detector activa la alarma. Los detectores de calor con respuesta termovelocímetra son más adecuados para cuando la temperatura del ambiente no fluctúe de manera brusca. Los de respuesta termostática, sin embargo, se aconsejan cuando esta temperatura varía mucho en un periodo de tiempo corto. Una de las ventajas de los detectores de calor es su resistencia a condiciones medioambientales adversas; Tienen mayor resistencia que los otros detectores. Necesitan estar instalados en techos.
- **De humos:** Existen de dos tipos, por ionización y por difusión de luz. Los primeros funcionan por ionización del aire dentro de unas cámaras. Este método hace que el aire sea conductor, y si hay humo, éste último hará variar la conductividad del aire. Al variar la conductividad, se emite una señal que activa la alarma. Los detectores de humo por difusión de luz se basan en la medición de la concentración de humos en el ambiente mediante células fotoeléctricas, ya que la difusión de la luz a través del humo depende de la concentración de este último. Se hace incidir luz con una lámpara especial de destellos y de acuerdo a la señal que reciba las células fotoeléctricas se activará la alarma o no. En general, los detectores de humo tienen una respuesta más rápida, tanto los de difusión como los de ionización, que los de calor. La inconveniencia que tienen es su tendencia mayor a dar falsas alarmas, en caso de una mala instalación. Por otro lado, no se podrán emplear cuando se tengan líquidos que se queman limpiamente, por ejemplo el alcohol, o si el proceso produjera humos.



Se considera más apropiado el uso de detectores de llama para la planta de producción de cumeno. Para la elección del tipo de detector se tuvieron en cuenta los siguientes factores, de acuerdo a la norma UNE 23007-14:

- Requisitos legislativos.
- Materiales existentes en la zona y la el fuego que producirían.
- Configuración de la zona, en especial la altura del techo.
- Efectos de climatización i/o ventilación.
- Condiciones ambientales dentro de locales vigilados
- Posibilidades de falsa alarma.

Los detectores de llama de la planta serán proporcionados por la empresa SIEMENS, el modelo a emplear es el DF1101 Ex, cuyo uso en plantas de producción química es elevado.

#### 5.10.4.5 EQUIPOS AUXILIARES

En la planta de cumeno se disponen de equipos auxiliares como medida de seguridad para el personal. En la zona de carga y descarga se encuentran los equipos de protección personal contra incendios:

- Una manta ignífuga,
- Una estación de agua para la ducha y bañera de ojos,
- Una máscara con filtros protectores especiales para los productos manipulados en esta zona.

#### 5.10.4.6 ALARMAS

En las zonas de almacenamiento de materias primas y productos, 100 y 400, se disponen de lugares de accionamiento de alarmas; Estos lugares se encuentran situados a 25 metros de distancia de los recipientes.

La alarma instalada en estas zonas es de tipo acústica, con un sonido característico y único para alarmas de emergencia. Además de ésta alarma, se instalarán señales visuales como medida preventiva y un teléfono con el objetivo de estar comunicado con el resto de zonas de la planta, así como con los servicios de auxilio externos.

#### 5.10.4.7 SALIDAS DE EMERGENCIA

Además de todas las medidas tomadas hasta ahora para la prevención de incendios, se necesita instalar salidas de emergencia cada 35 metros cuando las zonas tienen un riesgo de fuego bajo. Las zonas con un nivel intrínseco alto o medio, al encontrarse al aire libre, no necesitarán salidas de emergencia, porque no tienen sentido físico.

#### 5.10.5 PROTECCIÓN PASIVA

Las medidas de protección pasiva tienen como objetivo la rápida evacuación de las personas que se encuentren en el edificio en el que se ha producido el incendio.



#### 5.10.5.1 ESTRUCTURAS Y PAREDES

De acuerdo a lo establecido en la Norma Básica de la Edificación NBE-CPI/96, condiciones de protección contra incendios en los edificios, las estructuras metálicas y soportes de las áreas 100, 200, 300 i 400 tendrán una resistencia al fuego de RF-180, con revestimientos hormigón más M0 y M1. Los materiales empleados para el revestimiento de las estructuras de esta zona, son no combustibles (M0) y no inflamables (M1).

#### 5.10.5.2 ATMOSFERAS INERTES

Por motivos de seguridad, en la zona de carga y descarga se trabaja con una atmósfera inerte. Esta atmósfera se crea con nitrógeno, un gas inerte.

El nitrógeno empleado para la inertización del área 700 lo provee una empresa externa a ARROL, y se encargan que se el procedimiento sea de forma segura y eficaz.

#### 5.10.5.3 DISTANCIAS DE SEGURIDAD

Como medida preventiva y de seguridad, entre cada equipo tiene que haber una distancia mínima. Para los tanques de almacenamiento, se utilizó la normativa APQ-1. Para la distribución de áreas se utilizó la Directiva Europea 94/9/CE, llamada directiva ATEX. Para ver la clasificación de las zonas, ir al apartado 5.3.

#### 5.10.5.4 CUBETOS DE RETENCIÓN

Los cubetos de retención de los tanques se calcularon de acuerdo al artículo 18 de la Norma MIE APQ-1, en los que se clarifica que el volumen de los cubetos tiene que ser como mínimo el volumen componentes que almacenen los tanques.

En la zona 100, almacenamiento de materias primas, se tienen dos cubetos de retención: el de los tanques de Propileno y el de benceno.

Los cubetos de los tanques de Propileno tienen una profundidad de un metro, una longitud de 20,2 y una anchura de 8,5 metros.

Los tanques de benceno disponen de cubetos de retención con las siguientes medidas: profundidad de 1 metro, longitud de 24 metros y una anchura de 7 metros.

En el área 400, zona de almacenamiento de productos, se han construido dos cubetas de retención: para el cumeno y para el DIPB.

Los tanques de almacenamiento de cumeno disponen de un cubeto de un metro de profundidad, 15,2 de longitud y 7,5 de anchura.

Por último, el cubeto del DIPB tiene las siguientes medidas: profundidad de un metro, longitud y anchura de cuatro metros.

Los cálculos realizados se pueden encontrar en el manual de cálculo, punto 11.2.2.7.



## 5.11 HAZOP

La metodología de HAZOP es un ejercicio de tormenta de ideas que utiliza una lista de palabras guía para estimular las discusiones por parte del grupo de trabajo. Esta metodología es altamente efectiva para identificar desviaciones a los diseños previstos en la ingeniería de los sistemas evaluados.

Las desviaciones encontradas en su mayor parte son problemas de operatividad y también problemas potenciales de seguridad. Durante el transcurso del estudio, los hallazgos y las recomendaciones se van anotando en una hoja de trabajo la cual se adjunta al presente reporte.

El análisis por árboles de fallos, es una técnica que se centra en un accidente en particular y proporciona un método para determinar las causas que provocaron dicho accidente. Esta técnica consiste en descomponer un proceso complejo en sucesos intermedios, hasta llegar a sucesos primarios o básicos. Para poder aplicar este método, se requiere un alto conocimiento del sistema a analizar.

En este trabajo se aplicó la metodología HAZOP en los siguientes equipos: caldera, bombas, intercambiadores de calor de tubo y carcasa, tanques de almacenaje, columna flash, columnas de destilación y en el reactor.

CALDERA

HAZOP CALDERA					
Palabra guía	Variable	Desviación	Causas Posibles	Consecuencias posibles	Medidas correctivas
Más	Presión	Exceso de presión	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Por la vaporización instantánea y la expansión brusca del aceite contenido en la caldera.</li> <li>- Por la combustión instantánea de los vapores del combustible acumulado.</li> <li>- Disminución del espesor de las paredes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rotura de las partes de la caldera.</li> <li>- Rotura de la caldera.</li> <li>- Explosión de la caldera.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Válvulas de control de presión.</li> <li>- Manómetro Preostato</li> <li>- Válvula de alivio de presión</li> <li>- Válvulas de seguridad de control de presión</li> <li>- Manómetro Preostato</li> <li>- Válvulas de seguridad de control de presión.</li> </ul>
Menos	Presión	- Disminución de presión	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disminución del espesor de las paredes.</li> </ul>	Implosión de la caldera.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Válvulas de seguridad de control de presión.</li> <li>- Válvulas de seguridad.</li> </ul>
Más	Temperatura	- Exceso de temperatura	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Temperatura superior a la de diseño como falta de aceite, incrustaciones internas.</li> <li>Alta temperatura del fluido.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Explosión de la caldera.</li> <li>Explosión de la caldera.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Válvulas de control de temperatura con sensores automatizados.</li> <li>- Corte de temperatura.</li> <li>- Tapón fusible.</li> </ul>
Más	Flujo	- Incremento de flujo de aceite de alimentación o combustible	- Válvula de flujo de aceite deteriorado.	- Llama inestable del combustible.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alarma de apagado.</li> </ul>
Más	Nivel	- Incremento de nivel	- Válvula de nivel de aceite deteriorado.	- Inundaciones la caldera.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Indicador de nivel de fluido.</li> <li>- Sistema de control de nivel</li> <li>- Alarma de apagado.</li> </ul>
Menos	Mantenimiento	- Disminución del espesor de las paredes	- Corrosión y/o erosión.	- Rotura de las partes de la caldera.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Observar las calderas y las unidades auxiliares para detectar averías y realizar reparaciones.</li> </ul>



**BOMBAS**

**HAZOP BOMBAS 1 de 2**

Palabra guía	Variable	Desviación	Causas Posibles	Consecuencias posibles	Medidas correctivas
No	Flujo	- No hay flujo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bloqueo en la bomba.</li> <li>- Obstrucción en tubería de aspiración.</li> <li>- Obstrucción en tubería de impulsión.</li> <li>- Fallo mecánico de la bomba.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bomba dañada debido a la sobrepresión.</li> <li>- No hay flujo de materias primas al reactor.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inspeccionar las tuberías de aspiración e impulsión en busca de la causa del bloqueo.</li> <li>- Instalar un filtro antes de la bomba para posibles sólidos del fluido.</li> <li>- Sustitución de las bombas dañadas.</li> <li>- Duplicar las bombas e instalar líneas de bypass.</li> </ul>
Menos	Flujo	- Disminución de flujo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bloqueo en la bomba.</li> <li>- Obstrucción en tubería de aspiración.</li> <li>- Obstrucción en tubería de impulsión.</li> <li>- Eficiencia no óptima de la bomba.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disminución de la producción.</li> <li>- Flujo de líquidos en sentido inverso: riesgo de contaminación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inspeccionar las tuberías de aspiración e impulsión en busca de la causa del bloqueo.</li> <li>- Instalar un filtro antes de la bomba para posibles sólidos del fluido.</li> <li>- Sustitución de las bombas ineficientes.</li> <li>- Duplicar las bombas e instalar líneas de bypass.</li> </ul>
Más	Flujo	- Exceso de flujo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Daños en las palas de la bomba.</li> <li>- Daños en mecanismo de control de la bomba.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desbordamiento en el reactor: conduce a problemas de nivel.</li> <li>- Riesgo de reacción descontrolada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sustitución de las bombas dañadas.</li> <li>- Duplicar las bombas e instalar líneas de bypass.</li> </ul>
Inverso	Flujo	- Flujo en sentido contrario.	- Obstrucción en tubería de impulsión.	- Flujo de fluidos en sentido inverso: riesgo de contaminación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inspeccionar las tuberías de aspiración e impulsión en busca de la causa del bloqueo.</li> <li>- Mantenimiento de la bomba.</li> <li>- Instalar una válvula antiretorno en zona de impulsión.</li> </ul>



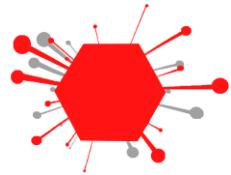
## HAZOP BOMBAS 2 de 2

Palabra guía	Variable	Desviación	Causas Posibles	Consecuencias posibles	Medidas correctivas
No	Presión	- No hay presión.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bloqueo de la bomba.</li> <li>- Obstrucción en tubería de aspiración.</li> <li>- Obstrucción en tubería de impulsión.</li> <li>- Fallo mecánico de la bomba.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bomba dañada debido a la sobrepresión.</li> <li>- No hay flujo de materias primas al reactor.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inspeccionar las tuberías de aspiración e impulsión en busca de la causa del bloqueo.</li> <li>- Sustitución de las bombas dañadas.</li> <li>- Duplicar las bombas e instalar líneas de bypass.</li> </ul>
Menos	Presión	- Disminución de presión.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fuga en tubería de impulsión.</li> <li>- Fugas en la bomba.</li> <li>- Eficiencia no óptima de la bomba.</li> <li>- Velocidad alta: conduce a caída de presión.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No Reacción en los niveles máximos.</li> <li>- Posible reflujo de líquidos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inspeccionar bomba y tuberías de impulsión en busca de la fuga.</li> <li>- Mantenimiento de la bomba.</li> <li>- La sustitución de bombas ineficientes.</li> </ul>
Más	Presión	- Exceso de presión.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bloqueo parcial de la tubería de salida.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Daños a la bomba debido a la sobrepresión.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inspeccionar las tuberías de impulsión en busca de la causa del bloqueo.</li> <li>- Mantenimiento de la salida de la bomba.</li> </ul>



**INTERCAMBIADORES DE CALOR DE CARCASA Y TUBO**

HAZOP INTERCAMBIADOR DE CALOR DE CARCASA Y TUBOS					
Palabra guía	Variable	Desviación	Causas Posibles	Consecuencias posibles	Medidas correctivas
Menos	Flujo	- Disminución de flujo de líquido refrigerante (o calefactor).	- Obstrucción de tuberías.	- Temperatura del fluido de proceso se mantiene constante, o se reduce (o aumenta).	- Instalar alarma de alta temperatura. -Control de temperatura
Más	Flujo	- Exceso de flujo de líquido refrigerante (o calefactor).	- Fallo de la válvula de líquido de refrigeración o calefacción.	- Disminución de la temperatura del fluido del proceso.	- Instalar Alarma de baja temperatura. - Control de temperatura
Más	Presión	- Exceso de presión en los tubos.	- Fallo de la válvula de fluido de proceso.	- Estallido de tubo.	- Instalación de alarmas de alta presión.
Contaminación	Flujo	- Contaminación en la línea de proceso del fluido.	- Fuga de un tubo o de líquido de refrigeración (o calefacción)-	- La contaminación del fluido de proceso.	- Mantenimiento adecuado y alerta del operador.
Corrosión (en algunos casos)	Tubos	- Corrosión en los tubos.	- Dureza del agua de refrigeración.	- Menor eficacia del intercambiador.	- Mantenimiento adecuado
No	Flujo	- No hay flujo de líquido refrigerante (o calefactor).	- Fallo de la válvula de entrada del líquido refrigerante (o calefactor).	- La temperatura del fluido de proceso no se reduce (o aumenta) como debiere.	- Instalación de un indicador de temperatura antes y después de la línea de fluido de proceso.
Más	Flujo	- Exceso de flujo de líquido refrigerante (o calefactor).	- Fallo de la válvula de entrada del líquido refrigerante (o calefactor).	- Salida de la temperatura del fluido de proceso demasiado baja (o alta).	- Instalación de indicador de temperatura antes y después de la línea de fluido de proceso.
Menos	Flujo	- Disminución de flujo de líquido refrigerante (o calefactor).	- Fuga en las tuberías.	- La temperatura del fluido de proceso demasiado baja (o alta).	- Instalación de medidor de flujo.
Inverso	Flujo	- Circulación en sentido inverso del fluido del proceso.	- Fallo de la válvula de entrada del líquido refrigerante (o calefactor).	- Producto fuera de control.	- Instalación de válvula de retención.
Contaminación	Flujo	- Contaminación del fluido de proceso.	- Contaminación de líquido de refrigeración (o calefacción).	- Temperatura de salida demasiado baja (o alta).	- Mantenimiento adecuado.



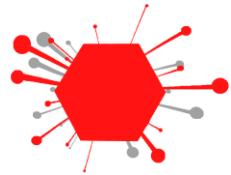
## TANQUES DE ALMACENAMIENTO

HAZOP CARGA TANQUE DE ALMACENAMIENTO					
Palabra guía	Variable	Desviación	Causas Posibles	Consecuencias posibles	Medidas correctivas
Más	Presión	- Aumento de la presión en el tanque.	- Problemas en el sistema de venteo.	- Explosión del tanque.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalación de equipos de venteo.</li> <li>- Instalar sensores de presión máxima.</li> <li>- Instalación de discos de ruptura.</li> </ul>
No	Flujo	- No hay flujo de fluido.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Obstrucción de la bomba de carga.</li> <li>- Obstrucción de la tubería.</li> <li>- Obstrucción de válvulas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pérdidas del producto.</li> <li>- No hay flujo de materia prima para los clientes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inspección de bombas, válvulas y tuberías.</li> <li>- Instalar un filtro antes de las bombas.</li> <li>- Instalar un sistema de control de nivel.</li> </ul>
Más	Flujo	- Exceso de flujo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Daños en las palas de la bomba.</li> <li>- Daños en mecanismo de control de la bomba.</li> </ul>	- Desbordamiento del tanque.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalar sensor de nivel máximo</li> <li>- Instalar control de nivel.</li> </ul>



**COLUMNAS FLASH**

HAZOP COLUMNAS FLASH					
Palabra guía	Variable	Desviación	Causas Posibles	Consecuencias posibles	Medidas correctivas
Menos	Presión	- Disminución de presión.	- Baje la temperatura del alimento de la columna. - Fuga en la columna flash.	- Aumento del nivel de líquido de la columna. - Menos recuperación de vapor de CO <sub>2</sub> por la parte superior de la columna.	- Instalación de controladores de temperatura y presión en la columna flash. - Instalar un indicador de presión en la columna.
Más	Presión	- Exceso de presión.	- Temperatura del alimento por encima de la requerida. - Obstrucción en corriente de vapor.	- Disminución del nivel de líquido de la columna. - Riesgo de explosión del equipo.	- Instalación de controladores de temperatura y presión en la columna flash. - Instalar alarmas de presión
Menos	Nivel	- Disminución de nivel.	- La obstrucción en el flujo de entrada. - La corriente de entrada demasiado caliente.	- La separación no se lleva a cabo. - No hay una separación y la bomba se puede estropear.	- Instalación de un sensor de nivel - Instalar un controlador de temperatura en el corriente de alimentación.
Más	Nivel	- Exceso de nivel.	- Corriente de entrada demasiado frío. - Obstrucción en corriente de vapor.	- No sucede la separación. - Riesgo de explosión de la columna.	- Instalar un controlador de temperatura en el corriente de alimentación. - Instalar un sistema de alarma de presión.
Menos	Flujo	- Diminución de flujo.	- Válvula totalmente abierta.	- Los componentes no se separarán completamente.	Realizar revisiones periódicas de las válvulas.
Más	Flujo	- Exceso de flujo.	- Apertura de la válvula demasiado pequeña.	- Caudal de producto demasiado bajo.	- Instalar bombas

COLUMNAS DE DESTILACIÓN

## HAZOP COLUMNAS DE DESTILACIÓN 1 de 2

Palabra guía	Variable	Desviación	Causas Posibles	Consecuencias posibles	Medidas correctivas
Menos	Temperatura alimento	- Reboiler no calentó bien el recirculado.	- Formación de capa de productos de corrosión.	- Composición del destilado disminuye. - Composición de colas se reduce. - Mala separación.	- Instalar un sensor de temperatura. - Instalar un sistema de control de temperatura. - Revisiones periódicas.
Menos	Temperatura en condensador	- Temperatura en el condensador disminuye.	- Obstrucción en las tuberías del refrigerante. - Fuga en tuberías. - Operario cierra parcialmente la válvula principal. - Caída de presión en la red de agua.	- Vapores no condensan del todo. - Daño de las bombas de reflujo. - Aumento de la presión por exceso de vapor. - Aumento de la temperatura. - Fugas de vapor en el condensador.	- Instalar sensores de caudal y de presión en el condensador. - Instalar alarmas de presión alta. - Instalar sistema de control de presión en el condensador. - Instalar control de temperatura en condensador.
Menos	Temperatura en reboiler	- Disminución de la temperatura en reboiler.	- Fuga en las tuberías. - Reboiler estropeado. - Operario cierra parcialmente la válvula. - Caudal de líquido	- Separación no adecuada. - Baja calidad del producto y del destilado.	- Revisión periódica de las tuberías. - Verificación del estado de las válvulas. - Revisión de la caldera.
No	Caudal de reflujo	- No hay reflujo	- Fallo de la bomba. - Bloqueo de la válvula de reflujo. - Fuga por rotura en la tubería. - Obstrucción de la bomba. - Operario cierra la válvula de reflujo por error.	- Temperatura en la columna aumenta. - Parada del equipo. - Descomposición térmica de la mezcla en la torre.	- Mantenimiento periódico de bombas, válvulas y tuberías. - Duplicar bombas e instalar un bypass. - Alarmas de advertencia. - Control de temperatura en la columna.



HAZOP COLUMNAS DE DESTILACIÓN 2 de 2					
Palabra guía	Variable	Desviación	Causas Posibles	Consecuencias posibles	Medidas correctivas
Menos	Concentración destilado	- Concentración del destilado disminuye	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Platos rotos.</li> <li>Platos corroídos.</li> <li>- Intercambiador de calor funciona mal.</li> <li>- Inundación de platos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pérdida de producto.</li> <li>- Bajo aprovechamiento de materias primas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalar medidores de composición.</li> <li>- Instalar un sistema de control de composición.</li> <li>- Aplicar tratamientos anticorrosivos.</li> </ul>
Más	Presión	- Presión en la columna aumenta.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Caudal de alimento superior al previsto.</li> <li>- Aumento de vapores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disminuye la cantidad de producto deseado.</li> <li>- Composición en destilado disminuye.</li> <li>- Posible explosión del equipo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalar sensores de caudal.</li> <li>- Instalar sensores de presión máxima.</li> <li>- Instalar un sistema de control de presión.</li> </ul>

**REACTOR****HAZOP REACTOR**

Palabra guía	Variable	Desviación	Causas Posibles	Consecuencias posibles	Medidas correctivas
Menos	Temperatura alimento	- Temperatura del alimento disminuye.	- Caudal del Intercambiador inferior. Obstrucción de tuberías del intercambiador. - Válvulas del intercambiador cerradas parcialmente.	- Conversión disminuye. - Producción de producto decrece. - Reacción no se da correctamente.	- Instalar sensor de temperatura a la entrada del reactor. - Instalar control de temperatura en el intercambiador. - Revisiones periódicas de las válvulas del intercambiador.
Más	Temperatura	- Temperatura en reactor aumenta.	- Intercambiador de calor del reactor no funciona correctamente. Intercambiador funciona bien, pero el caudal de alimento es menor.	- Aumento de la producción de subproductos. - Daños en equipo y tuberías.	- Instalar sensores de temperatura. - Instalar alarma de temperatura alta. - Instalar sistema de control de temperatura.
Menos	Flujo	- Flujo de materia prima disminuye.	- Válvulas cerradas parcialmente. - Obstrucción en compresor. - Mala eficacia del compresor. - Fuga en tuberías.	- Disminución de la producción de producto. - Contaminación por fugas de gases a la atmósfera.	- Inspeccionar tuberías de en busca de la causa del bloqueo. - Inspeccionar válvulas. - Duplicar compresores e instalar líneas de bypass. - Instalar medidores de caudal.
Más	Presión	- Presión en exceso.	- Compresor no funciona correctamente. - Obstrucción tubería de salida del reactor. - Válvula de salida cerrada.	- La reacción no sucede de manera adecuada. - Explosión del equipo y/o líneas del proceso.	- Instalar sensores de presión y alarma de presión alta. - Instalar discos de ruptura. - Inspecciones rutinarias de válvulas y tuberías.
No	Flujo	- No hay flujo.	- Compresor obstruido. - Válvula totalmente cerrada. - Fuga por rotura de la tubería.	- Pérdida materias primas. - Contaminación por fuga de gases a la atmósfera.	- Revisiones rutinarias de compresores, válvulas y tuberías. - Duplicar compresores e instalar líneas de bypass. - Instalar medidores de caudal. - Instalar alarmas en caso de fuga de gases.



## 5.12 PLAN DE EMERGENCIA INTERNO (PEI)

El plan de emergencia interno es un plan de autoprotección, en el que se especifican la organización, medidas y procedimientos de actuación para prevenir accidentes de cualquier tipo o limitar los daños estructurales causados por éstos. Para la elaboración del plan de emergencia interno (PEI) de la planta, se siguieron las directrices del NTP-791, Planes de emergencia interior.

El PEI está elaborado por el industrial y sujeto a las disposiciones del Real decreto 948/2005, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas. Estos planes cumplirán las funciones básicas y mínimas indicadas en el artículo 7 del RD 1196/2003 y se activarán en función de la categoría del accidente.

Las categorías de los accidentes en la industria química se clasifican en:

- Categoría 1: Aquellos que se prevean daños materiales en la zona del accidente y no en el exterior de éste.
- Categoría 2: Aquellos que se prevean además de daños materiales, posibles víctimas. Las repercusiones exteriores del accidente se limitan a daños leves y limitados.
- Categoría 3: Se consideran accidentes de esta categoría a aquellos para los que se prevea posibles víctimas, daños materiales graves, tanto en la zona como en el exterior de estos, y de manera extensa.

En los casos de accidentes de categoría 2 o 3, además del PEI, será obligatoria la elaboración y activación de un plan de emergencia externo (PEE). El PEE está elaborado por los órganos competentes de las Comunidades Autónomas en colaboración con el industrial. A continuación, en la figura XXXX, se muestra las condiciones de activación de los planes de emergencia; Esta figura fue extraída del NTP-791.

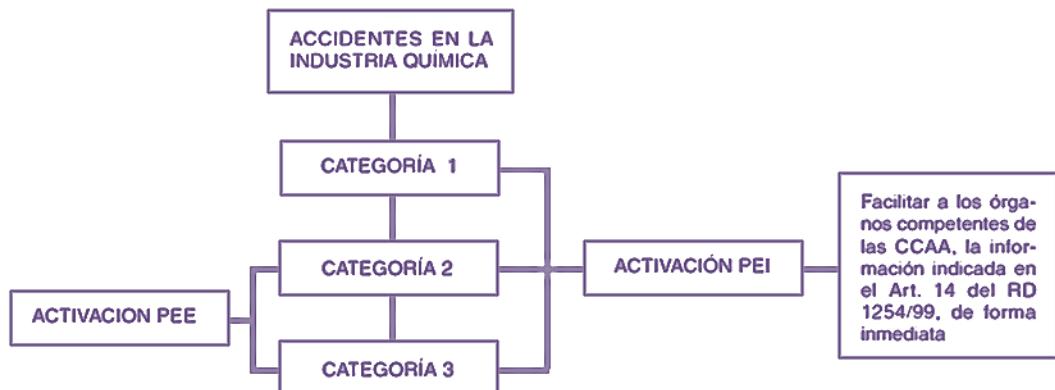


Figura 5.18 Condiciones de activación de los planes de emergencia.

El PEI de la planta NYLON-66, contemplará la identificación de los accidentes que justifiquen su activación. La identificación de estos accidentes está basado en un análisis de riesgo de acuerdo a la gravedad de afectación o, en caso de que el accidente suceda, un informe de seguridad. En este informe se describirán los criterios de activación, principalmente, para los siguientes sucesos:



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

Así pues, el plan de emergencia interno (PEI) de la planta de producción de cumeno tendrá el siguiente contenido o esquema,

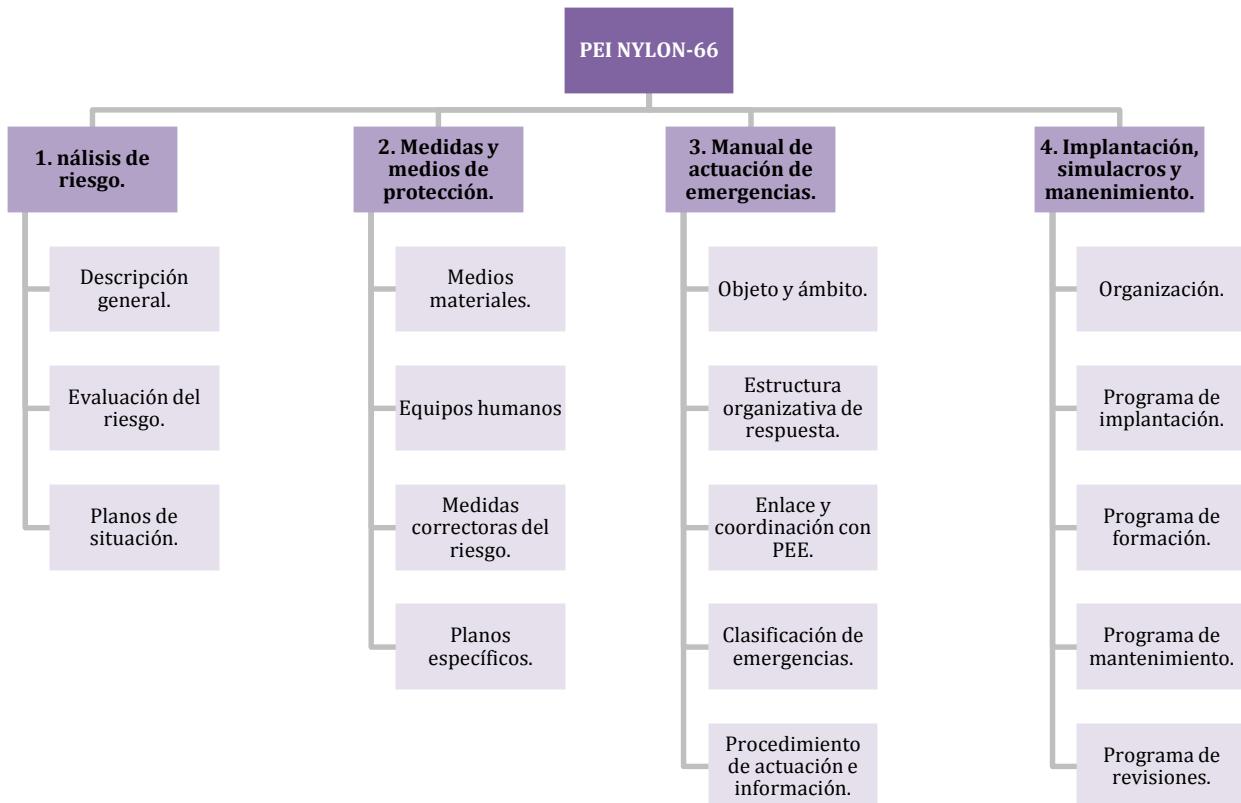


Figura 5.19 Esquema de PEI de la planta NYLON-66.

### 5.12.1 ANÁLISIS DEL RIESGO

El objetivo del análisis de riesgo es identificar y evaluar las causas de emergencias, con mayor probabilidad, identificando las zonas potencialmente más peligrosas. El análisis será sistemático y con una estructura formalizada con un número de personas suficientes. Los accidentes más usuales en la industria química son: Derrames de líquidos inflamables, explosión de nube de vapor confinada, explosiones en general, fuegos sin riesgo de explosión y otros.

El análisis de riesgo de la planta constará con descripciones de las vías de evacuación, ubicación de medios externos, además del estudio de las instalaciones y zonas con sustancias peligrosas presentes. Por otro lado, se incluirán una descripción de la evaluación de riesgos y los planes de autoprotección.

Para la evaluación de riesgos existen diversos métodos, siendo los más usados en la industria química los Análisis históricos de accidentes, Lista de chequeo, AMFE, HAZOP y otros. En la planta de producción de cumeno se empleó el método HAZOP como técnica de evaluación de riesgos (ver punto 5.11).



### 5.12.2 MEDIDAS Y MEDIOS DE PROTECCIÓN

Las medidas y medios de protección es el segundo punto de la elaboración del PEI de la planta. En él se consideran los medios materiales, equipos humanos, medidas correctoras del riesgo y los planos específicos.

En cuanto a medios materiales se refiere, se dispondrán de medidas tales como: instalaciones de detección contra incendios, instalaciones de contención, señalizaciones, entre otras (ver punto 5.10). Además, se detallarán las características de los mencionados anteriormente y se especificarán sus posibles deficiencias de funcionamiento o diseño.

Por otro lado, se identificarán los recursos humanos y se indicarán la dependencia organizativa y procedimientos de movilización. Asimismo, se identificarán las medidas de prevención de accidentes o de mitigación de los efectos de éstos, en caso que se produjese el incidente.

Por último, se dispondrá de un plano en el que se detallarán adecuadamente los medios y equipos de protección de los que se dispone en la planta, así como las posibles rutas de evacuación.

### 5.12.3 MANUAL DE ACTUACIÓN EN EMERGENCIAS

El objetivo del manual de actuación en emergencias es disponer de unas pautas por escrito de las previsiones de actuación en caso de accidentes. En este manual, de acuerdo al grado del accidente, se tendrán distintos niveles de personas que deberán de actuar de manera organizada para minimizar los daños estructurales, personales y del medio ambiente. Los posibles accidentes se clasificarán de acuerdo a su 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; también se especificarán su cambio de clasificación de gravedad y las condiciones para darla por concluida.

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

La jerarquía de actuación del personal es la que se presenta a continuación, figura 5.20. Dicha figura fue sacada del NTP-791.

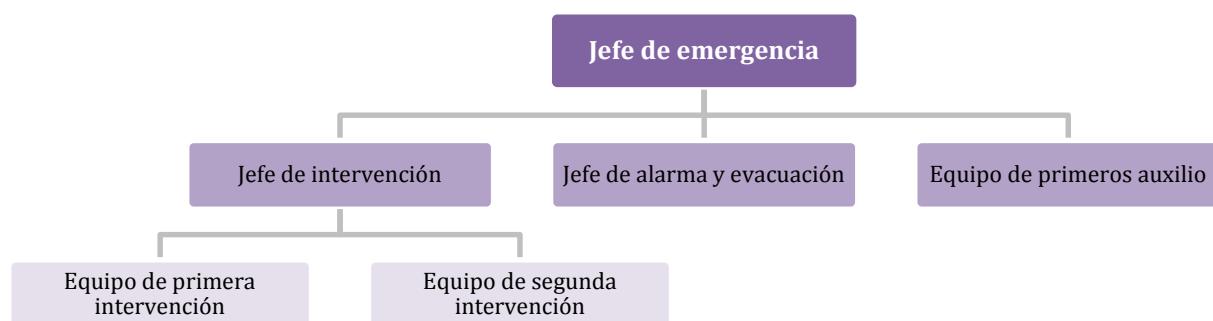


Figura 5.20 Estructura jerárquica.



#### 5.12.4 IMPLANTACIÓN DEL PEI

Una vez redactado el PEI, se describe las etapas de la implantación, la asignación de responsabilidades. Se realizará la formación y adiestramiento adecuado del personal, en función de las misiones asignadas, así como a todos los trabajadores en general.

Para lograr que la divulgación de las actuaciones a seguir por el personal sea efectivo, se realizarán unas fichas con el resumen de las medidas preventivas a adoptar, así como las medidas de actuaciones en caso de emergencia. Se redactarán también las consignas para los componentes de los equipos del plan de emergencia, contratistas y visitantes. Por otro lado, se fijarán carteles con un resumen del PEI en los lugares más visibles de la planta y se organizarán reuniones informativas para todo el personal.

#### 5.12.5 SIMULACROS

Finalmente, se diseñará un plan de realización de simulacros con distintos niveles de emergencia, con el objeto de familiarizar al personal con el contenido del plan y las actuaciones previstas en el mismo.

De acuerdo con la Directriz Básica, se realizarán los simulacros con una periodicidad de tres años, aunque, según el RD 393/2007, se deben realizar al menos una vez al año y se dejarán constancia de su realización en caso de tratarse de sustancias químicas inflamables y combustibles. Puesto que en la empresa se manejan sustancias químicas inflamables y combustibles, se tendrán en cuenta las MIE APQ-1, los simulacros se llevarán a cabo anualmente.

#### 5.12.6 MANTENIMIENTO PEI

Se tendrá un programa de mantenimiento preventivo y otro de pruebas periódicas de las instalaciones de protección tales como extinción, detección y alarmas. Además habrá un sistema de control periódico a través de auditorías y se establecerán procedimientos y responsabilidades para la incorporación de mejoras tecnológicas.

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

Si hay modificaciones de las instalaciones, éstas deberán ir con un estudio previo de seguridad tipo HAZOP o similar. La actualización del PEI se realizará de forma continua, cuando proceda, adicionando las modificaciones de las instalaciones y de la organización interna del personal que puedan afectar al Plan. En aplicación del RD 393/ 2007, se revisará al menos cada tres años.



## 5.13 PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

En este apartado se describirán las medidas a tomar para controlar los riesgos derivados de las tareas peligrosas para la seguridad y salud del personal de la planta.

Primeramente, es importante identificar las tareas que suponen un riesgo para los trabajadores. Una vez establecidas éstas, se implantarán las medidas de seguridad adecuadas para controlar dichas tareas o para su supervisión.

### 5.13.1 RIESGOS LABORALES EN LA EMPRESA

Existen factores que ayudan a clasificar las tareas según el riesgo que suponga la realización de ésta. Estos factores pueden ser: normativas que clasifican las tareas como peligrosas o con riesgos especiales, estadísticas de accidentes del sector, detección de riesgos no controlados durante la ejecución de la tarea, entre otros.

En términos generales, los principales riesgos a los que se exponen los trabajadores de la planta de producción de cumeno están altamente ligados a riesgos de seguridad, higiénicos, ergonómicos y psicosociales.

#### 5.13.1.1 RIESGOS DE SEGURIDAD

En este apartado se identificarán las posibles fuentes de riesgos relacionados con la seguridad de la planta. En la planta NYLON-66, se encontraron las siguientes posibles causas de accidentes laborales:

- Caídas del personal al mismo nivel a causa de los suelos mojados.
- Caídas a diferentes niveles para operaciones sobre las plataformas y las infraestructuras metálicas que permiten llegar a las partes superiores de los equipos.
- Golpes o cortes para manipular las herramientas de trabajo o elementos cortantes.
- Sobreesfuerzos.
- Riesgos derivados del uso de la maquinaria.
- Contactos eléctricos.
- Incendios.

#### 5.13.1.2 RIESGOS HIGIÉNICOS

##### 5.13.1.2.1 Introducción

A continuación se citan algunos de los contaminantes más comunes que pueden presentarse en los trabajos que realiza ARROL, la mayoría de los cuales se dan en las instalaciones:

- Contaminantes químicos: polvo, humo, gases y vapores.
- Contaminantes físicos: ruido, vibraciones, estrés térmico y radiaciones no ionizantes.
- Biológicos: legionella.



Estos contaminantes y algún otro que pudiera presentarse en las instalaciones, se tratarán, cuando proceda, en cada uno de los Planes de Seguridad y Salud que se realicen para cada obra a realizar, y en todo caso, serán nuestros Clientes y la Normativa vigente los que fijen las pautas a seguir.

#### 5.13.1.2.2 Contaminantes químicos

Se entiende por contaminantes químicos las sustancias que, en forma de polvos, humos, gases o vapores, se liberan al ambiente de trabajo como consecuencia de su manipulación o de su generación durante procesos de trabajo, y que pueden llegar a ocasionar trastornos en la salud de las personas expuestas si se encuentran en cantidad suficiente.

El siguiente cuadro muestra una clasificación de los contaminantes químicos en función de sus efectos dañinos sobre la salud.

**Tabla 5.19 Clasificación de contaminantes químicos según sus efectos sobre la salud:**

Efectos	Características	Contaminantes
Neumoconític	Reduce la cantidad de aire inhalado.	Sílice, Carbón, Amianto
Corrosivo	Acción corrosiva sobre los tejidos.	Ácidos, Álcalis
Irritante	Irritación de la piel o vías respiratorias.	Amoniaco, ozono, cromo
Sensibilizante	Alergias en individuos sensibles: dermatitis, etc.	Cemento, polvo de madera
Narcótico – anestésico	Actúa sobre el sistema nervioso central.	Disolventes en general
Asfixiante	Simple	Dióxido de carbono, butano
	Químico	Monóxido de carbono, cianuros
Cancerígeno	Puede producir cáncer.	Benceno, amianto, arsénico
Tóxico sistémico	Alteraciones dañinas en órganos o sistemas.	Plomo, manganeso, mercurio

La sobreexposición a contaminantes químicos puede dar lugar a diferentes enfermedades profesionales, por ello, es necesario conocer las concentraciones de dichos contaminantes en el ambiente de trabajo y así, poder compararlas con valores estándares elaborados por organismos competentes, con el fin de valorar la situación en cada caso.

Tradicionalmente, los valores estándares más utilizados por la higiene industrial en España desde comienzos de los años 70, han sido los TLV (*Threshold Limit Values*) elaborados según los criterios estadounidenses, fijados por la *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (ACGIH).

Desde finales de los años 90, como consecuencia del desarrollo de las normativas comunitarias al respecto, en España se han comenzado a emplear preferentemente como estándares los valores propuestos por el INSHT en sus Guías Técnicas correspondientes, denominados Valores Límite Ambientales o VLA. Se distinguirán:

- VLA-ED (Valores Límite Ambientales para Exposiciones Diarias): Valor medio de concentración, ponderado respecto a 8 horas (con independencia de la duración efectiva de la exposición del

trabajador al contaminante). Por debajo del VLA-ED se considera que el trabajador puede permanecer expuesto 8 h/día, 40 h/semana durante toda su vida laboral y postlaboral sin sufrir efectos derivados.

- VLA-EC (Valores Límite Ambientales para Exposiciones Cortas): Valor medio de concentración, ponderado respecto a 15 minutos. Contempla la posibilidad de que una exposición corta al contaminante pueda desencadenar efectos perjudiciales para el trabajador (lo que depende del grado de acumulación de la sustancia en el organismo, según sea su respectiva tasa de absorción- eliminación).

Es importante destacar que no todas las sustancias referenciadas por el INSHT tienen los dos valores, VLA-EC y VLA-ED. En todo caso, para una misma sustancia, su valor VLA-ED siempre será igual o menor que el de su VLA-EC.

Para aquellos casos en los que un contaminante no disponga de un VLA-EC asignado, se han definido unas concentraciones máximas de referencia. Se denominan Factores de Excursión o Desviación:

- Factor de 5 veces VLA-ED: Valor que no se puede sobrepasar en ningún momento, a lo largo de toda la jornada de trabajo.
- Factor de 3 veces VLA-ED: Valor que no debe sobrepasarse a lo largo de la jornada laboral en un total de 30 minutos. Pueden producirse una o varias exposiciones por encima de esta concentración a lo largo de la jornada, pero nunca deben superar los 30 minutos diarios.

Es importante tener en cuenta que los valores VLA se establecen tomando exclusivamente en consideración la vía respiratoria como forma de entrada al organismo. No obstante, se señalan aquellos contaminantes con capacidad de penetrar en el organismo a través de la piel, por medio de la nota "vía dérmica".

- Medidas preventivas generales

Los recipientes que contengan productos químicos deben estar correctamente etiquetados y deben conservar dicha señalización.

- Se debe informar y formar a los trabajadores expuestos sobre los riesgos que suponen los contaminantes químicos presentes y las medidas de seguridad a adoptar.
- Se efectuarán mediciones ambientales de los contaminantes químicos presentes en el ambiente para controlar su nivel.
- Se realizarán reconocimientos médicos específicos, tanto iniciales como periódicos, de los trabajadores expuestos a contaminantes químicos.
- Se debe concienciar a los trabajadores expuestos sobre la necesidad de extremar la higiene personal (lavarse antes de comer, beber o fumar, ducharse al finalizar la jornada, mantener separadas las ropas de trabajo y de calle, etc.).
- Se prohibirá fumar, beber o comer en las zonas donde puedan existir contaminantes químicos, debiendo habilitarse zonas específicas para ello.
- Además, para reducir la exposición a niveles suficientemente bajos, se deberán emprender las acciones preventivas necesarias sobre el foco de emisión, el medio de difusión y el receptor, en este orden de prioridad.



- Acciones posibles sobre el foco de emisión
  - Sustituir los productos nocivos para la salud por otros menos agresivos, siempre que ello sea técnicamente factible.
  - Automatizar o introducir modificaciones en el proceso productivo actual y sustituirlo por otro menos peligroso.
  - Encerrar o aislar los procesos contaminantes en locales alejados de las zonas de trabajo, dotándolos de ventilación suficiente, ya que conviene saber que uno de los métodos preventivos más eficaces para combatir la contaminación química es la ventilación, ya que elimina el aire contaminado de un puesto de trabajo, sustituyéndolo por aire fresco.
  - Instalar sistemas de extracción localizada que aseguran la captación del contaminante en el punto de emisión, evitando su paso al ambiente.
- Acciones posibles sobre el medio de difusión
  - Limpiar los puestos de trabajo después de cada turno, estableciendo un programa de limpieza periódica de los locales.
  - Instalar sistemas de ventilación general de los locales de trabajo que aseguren una suficiente renovación del aire.
  - Aumentar la distancia entre el foco de emisión y las personas receptoras.
- Acciones posibles sobre el receptor
  - Estas acciones sólo están justificadas cuando las anteriores son imposibles o insuficientes.
  - Cuando no sea posible reducir la concentración de contaminantes en el puesto de trabajo, se limitará todo lo posible el tiempo de exposición, estableciendo rotación del personal si fuera necesario.
  - En determinados casos, es posible aislar al trabajador en el interior de cabinas dotadas de aire acondicionado convenientemente filtrado, desde donde se pueda controlar el proceso a distancia.
  - Si no es posible reducir de otro modo el nivel de exposición, o si se trata de exposiciones esporádicas o de corta duración, se utilizarán equipos de protección individual adecuados (máscaras, guantes, etc.), debiendo los trabajadores conocer las normas de uso y conservación de dichos equipos.

#### 5.13.1.2.3 Contaminantes físicos

Son también factores nocivos que pueden estar presentes en el puesto de trabajo y cuya existencia puede comportar un riesgo de enfermedad profesional que puede llevar a la incapacidad para desarrollar el propio trabajo.



Entre ellos, los más habituales en los trabajos de ARROL son: Ruido, iluminación, radiación no ionizante y vibraciones.

### a) Ruido

El ruido comporta un riesgo permanente para la salud de los trabajadores. En los ambientes industriales el ruido suele ser elevado y a la vez molesto y es una de las causas más importantes de lesiones.

La exposición al ruido tiene asociadas diferentes enfermedades profesionales que se manifiestan de las siguientes maneras:

- Disminución de la capacidad auditiva (hipoacusia), derivada de la exposición a niveles elevados de ruido durante largos períodos de tiempo.
- Pérdida total de la capacidad de audición provocada por ruidos de impacto o explosiones.

El Real Decreto 286/2006, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido durante el trabajo, establece las obligaciones que deben cumplir empresarios y trabajadores para evitar los daños producidos por el ruido.

El cuadro que se muestra a continuación resume dichas obligaciones:

**Tabla 5.20 Obligaciones para evitar daños producidos por el ruido:**

Exposición (dBA)	Informar Formar	Control médico	Uso protección	Mediciones	Señalización
Exposición >87 (Pico >140dBC)	Sí	Cada 3 años	Obligatorio	Cada año	Sí
Exposición >85 (Pico >137dBC)	Sí	Cada 3 años	Obligatorio	Cada año	Sí
Exposición >80 (Pico >135dBC)	Sí	Cada 5 años	Aconsejable	Cada 3 años	Sí

Para evaluar el valor límite de exposición al ruido (87 dBA, 140dBC pico), se tendrá en cuenta la atenuación obtenida con los protectores auditivos usados. Para determinar los valores superior/inferior que dan lugar a acción por parte del empresario, no se considerarán, por el contrario, las atenuaciones obtenidas mediante el uso de protecciones auditivas.

### Protección de los trabajadores frente al ruido

Para disminuir el ruido en las empresas pueden adoptarse medidas de tipo técnico u organizativo.

- Las medidas de tipo técnico van encaminadas al correcto diseño de la maquinaria o al aislamiento o encerramiento de la maquinaria ruidosa.
- Los trabajadores deberán utilizar protección personal siempre que no sea posible aplicar las medidas anteriores, siendo su uso obligatorio para todos los trabajadores por encima de 85 dBA (pico > 137 dBC), o cuando el Servicio de Vigilancia de la Salud así lo disponga para cada trabajador en particular.



- Las medidas de tipo organizativo tratan de reducir el nivel de exposición de los trabajadores al ruido, disminuyendo el tiempo de exposición de éstos al mismo.
- Se deberá actuar sobre la organización del trabajo cambiando, si es necesario, los turnos de trabajo o rotando al personal expuesto al ruido.
- Hay que tener en cuenta que la reducción del nivel de ruido es mucho más eficaz si se actúa sobre la fuente de ruido que utilizando protectores auditivos.
- Deben realizarse audiometrías periódicas a los trabajadores expuestos al ruido según lo indicado en el R.D. 286/2006.

#### Equipos de Protección Individual

Siempre deben utilizarse protectores auditivos adecuados al tipo de ruido existente: cascos, auriculares, tapones desechables o reutilizables, etc.

A la hora de seleccionar los protectores auditivos, debe tenerse en consideración que, la atenuación del ruido conseguido por un protector auditivo es distinta para cada frecuencia, por ello debe conocerse el espectro de frecuencias del ruido contra el que nos queremos proteger.

Los protectores auditivos han de estar convenientemente certificados (CE).

Debe consultarse al trabajador a la hora de escoger los protectores auditivos más adecuados.

Los protectores personales han de mantenerse en correcto estado de conservación y han de ser de uso individual.

#### **b) Exposición a vibraciones mecánicas**

El REAL DECRETO 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas, divide éstos en dos tipos:

- Vibración transmitida al sistema mano-brazo.
- Vibración transmitida al cuerpo entero.

Los límites fijados, de acuerdo al RD ya mencionado, son, para cada tipo de exposición, las que se describen a continuación:

- ❖ Para la vibración transmitida al sistema manobrazo:
  - El valor límite de exposición diaria normalizado para un período de referencia de ocho horas se fija en 5 m/s<sup>2</sup>.
  - El valor de exposición diaria normalizado para un período de referencia de ocho horas que da lugar a una acción se fija en 2,5 m/s<sup>2</sup>.
- ❖ Para la vibración transmitida al cuerpo entero:
  - El valor límite de exposición diaria normalizado para un período de referencia de ocho horas se fija en 1,15 m/s<sup>2</sup>.



- El valor de exposición diaria normalizado para un período de referencia de ocho horas que da lugar a una acción se fija en 0,5 m/s<sup>2</sup>.

#### Determinación y evaluación de los riesgos

El empresario deberá realizar una evaluación y, en caso necesario, la medición de los niveles de vibraciones mecánicas a que estén expuestos los trabajadores.

Para evaluar el nivel de exposición a la vibración mecánica, podrá recurrirse a la observación de los métodos de trabajo concretos y remitirse a la información apropiada sobre la magnitud probable de la vibración del equipo o del tipo de equipo utilizado en las condiciones concretas de utilización, incluida la información facilitada por el fabricante.

El empresario, al evaluar los riesgos, concederá particular atención a los siguientes aspectos:

- El nivel, el tipo y la duración de la exposición a la exposición a las vibraciones.
- Los valores límite de exposición y los valores de exposición que dan lugar a una acción.
- Todos los efectos que guarden relación con la salud y la seguridad de los trabajadores especialmente sensibles expuestos al riesgo.
- La información facilitada por los fabricantes del equipo de trabajo con arreglo a lo dispuesto en la normativa que regula la seguridad en la comercialización de dichos equipos.
- La existencia de equipos sustitutivos concebidos para reducir los niveles de exposición a las vibraciones mecánicas.
- La información apropiada derivada de la vigilancia de la salud de los trabajadores incluida la información científico-técnica publicada, en la medida en que sea posible.

#### Disposiciones encaminadas a evitar o a reducir la exposición

Teniendo en cuenta los avances técnicos y la disponibilidad de medidas de control del riesgo en su origen, los riesgos derivados de la exposición a vibraciones mecánicas deberán eliminarse en su origen o reducirse al nivel más bajo posible. Para ello se recurrirá a:

- Otros métodos de trabajo que reduzcan la necesidad de exponerse a vibraciones mecánicas.
- La elección del equipo de trabajo adecuado, bien diseñado desde el punto de vista ergonómico y generador del menor nivel de vibraciones posible, habida cuenta del trabajo al que está destinado.
- El suministro de equipo auxiliar que reduzca los riesgos de lesión por vibraciones, por ejemplo, asientos, amortiguadores u otros sistemas que atenúen eficazmente las vibraciones transmitidas al cuerpo entero y asas, mangos o cubiertas que reduzcan las vibraciones transmitidas al sistema mano-brazo.
- Guantes anti-vibraciones.
- Programas apropiados de mantenimiento de los equipos de trabajo, del lugar de trabajo y de los puestos de trabajo.
- La concepción y disposición de los lugares y puestos de trabajo.
- La información y formación adecuadas a los trabajadores sobre el manejo correcto y en forma segura del equipo de trabajo, para así reducir al mínimo la exposición a vibraciones mecánicas.



- La limitación de la duración e intensidad de la exposición.
- Una ordenación adecuada del tiempo de trabajo.

#### Información y formación de los trabajadores

Los trabajadores de la empresa deberán tener una serie de información, las cuales evitarán o disminuirán el riesgo a la salud por la exposición a las vibraciones que se tengan en el lugar de trabajo. Además, éstos deberán tener una formación cualificada y de acorde al trabajo a desempeñar.

Por lo tanto, se les deberá proporcionar información sobre:

- Las medidas tomadas en aplicación de este Real Decreto para eliminar o reducir al mínimo los riesgos derivados de la vibración mecánica.
- Los valores límite de exposición y los valores de exposición que dan lugar a una acción.
- Los resultados de las evaluaciones y mediciones de la vibración mecánica efectuadas y los daños para la salud que podría acarrear el equipo de trabajo utilizado.
- La conveniencia y el modo de detectar e informar sobre signos de daños para la salud.
- Las prácticas de trabajo seguras, para reducir al mínimo la exposición a las vibraciones mecánicas.

#### **c) Iluminación**

La iluminación es uno de los factores que se presentan en todos los ambientes de trabajo y que, por tanto, contribuyen a crear unas condiciones más o menos aptas para la realización de las tareas que se llevan a cabo.

Una iluminación inadecuada en el trabajo puede originar fatiga ocular, cansancio, estrés y accidentes. Además, ésta puede ser causa de posturas inadecuadas que generan alteraciones músculo-esqueléticas.

La iluminación de los lugares de trabajo deberá permitir que los trabajadores dispongan de visibilidad adecuada para poder circular por los mismos y desarrollar sus actividades sin riesgo para su salud y seguridad. Así también, ésta deberá adaptarse a la característica de la actividad efectuada.

Una iluminación inadecuada es sinónimo de accidente ya que da lugar a los riesgos que a continuación se mencionan:

- Riesgos inmediatos asociados:
  - Caídas al mismo nivel.
  - Caídas a distinto nivel.
  - Golpes contra objetos móviles.
  - Golpes contra objetos inmóviles.
- Riesgos relacionados con efectos fisiológicos:
  - Fatiga visual o deslumbramientos por iluminación deficiente.



De acuerdo al RD 486/1997, del 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, se establecen los niveles mínimos de iluminación de los lugares de trabajo, tabla 5.21, extraída del RD ya mencionado.

**Tabla 5.21 Niveles de iluminación mínimo:**

Zona o parte del lugar de trabajo (*)	Nivel mínimo de iluminación (lux)
Zonas con bajas exigencias visuales	100
Zonas con moderadas exigencias visuales	200
zonas con exigencias visuales altas	500
Zonas con exigencias visuales muy altas	1000
Áreas o locales de uso ocasional	50
Áreas o locales de uso habitual	100
Vías de circulación de uso comercial	25
Vías de circulación de uso habitual	50

(\*) *El nivel de iluminación de una zona en la que se ejecute una tarea se medirá a la altura donde ésta se realice; en el caso de zonas de uso general a 85 cm. del suelo y en el de las vías de circulación a nivel del suelo*

Existen circunstancias en las que los niveles mínimos deberán duplicarse. Estas circunstancias son: Áreas de uso general y en vías de circulación que existan riesgos apreciables de caídas, choques u otro tipo de accidente; Zonas donde se realicen tareas en las que un error en la apreciación visual durante la realización de ésta suponga un peligro (para el personal o para terceros).

Con la finalidad de facilitar la comprensión de los niveles mínimos de iluminación establecidos por el RD ya mencionado, se realiza una comparación con los niveles mínimos recomendados por las normas UNE 72-163-84 y UNE 72-112-85. Esta comparativa se puede ver en la tabla 5.22

**Tabla 5.22 Comparación de niveles mínimos de iluminación:**

REAL DECRETO	NORMAS UNE		
Exigencias de la tarea	Nivel mínimo requerido (Lux)	Categoría de la tarea	Nivel mínimo recomendado (Lux)
Bajas	100	D (fácil)	200
Moderadas	200	E (normal)	500
Altas	500	F (difícil)	1000
Muy altas	1000	G (muy difícil)	2000
		H (complicada)	5000

Además de lo mencionado anteriormente, todo establecimiento deberá cumplir unas condiciones referente a la iluminación. Éstas son las que se muestran a continuación:

Condiciones generales de seguridad referentes a la iluminación



- Debe existir iluminación suficiente para circular por los lugares de trabajo y desarrollar las actividades sin riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores. (Los niveles mínimos de iluminación se han indicado en el cuadro anterior).
- Deben existir sistemas de iluminación que no originen riesgos eléctricos, de incendio o explosión.
- Se debe emplear iluminación natural siempre que sea posible.
- Todos los lugares de trabajo o de tránsito tendrán iluminación natural, artificial o mixta apropiada a las operaciones que se ejecuten.
- Se intensificará la iluminación de máquinas peligrosas, zonas con riesgo de caídas, escaleras y salidas de emergencia.
- Se procurará que la intensidad luminosa en cada zona de trabajo sea uniforme, evitando los reflejos y deslumbramientos al trabajador.
- Se realizará una limpieza periódica y se renovarán, en caso necesario, las superficies iluminantes para asegurar su constante transparencia.

#### Iluminación artificial

- En las zonas de trabajo que carezcan de iluminación natural, ésta sea insuficiente o se proyecten sombras que dificultan las operaciones laborales, se empleará iluminación artificial.
- Cuando la índole del trabajo exija una iluminación intensa en un lugar determinado, se combinará la iluminación general con otra complementaria.
- Se evitarán los contrastes fuertes de luz y sombras para poder apreciar los objetos en sus tres dimensiones.
- Se deben evitar los deslumbramientos.
- Los reflejos o imágenes de las fuentes luminosas en las superficies brillantes serán evitados pintando las máquinas de colores mates.
- La iluminación artificial deberá ofrecer garantías de seguridad, no viciar la atmósfera del local ni presentar ningún peligro de incendio o explosión.
- En los locales con riesgo de explosión por el tipo de sus actividades, sustancias almacenadas o ambientes peligrosos, la iluminación será antideflagrante.

#### Iluminación de emergencia

- En todos los centros de trabajo se dispondrá de medios de iluminación de emergencia adecuados a las dimensiones de los locales y número de trabajadores ocupados simultáneamente.
- Dicha iluminación será capaz de mantener, al menos durante una hora, una intensidad de 5 lux, y su fuente de energía será independiente del sistema normal de iluminación.

#### Niveles recomendados de iluminación

En la tabla 5.23, se proponen unos niveles de iluminación para diversas categorías de trabajos.



**Tabla 5.23 Niveles de iluminación:**

Naturaleza del trabajo	Iluminación requerida (lux)	Zonas Características
Percepción general	20 - 100	Pasillos y corredores, almacenamiento de materiales gruesos
Percepción grosera de detalles	150	Montaje de grandes máquinas, inspección de piezas en stock
Percepción moderada de detalles	300	Montaje y verificación de piezas medianas, trabajos corrientes de oficina
Percepción bastante fina de detalles	700	Montaje y verificación de piezas pequeñas, pintura y barnizado extrafinos
Percepción muy fina de detalles	1.500	Montaje y verificación de piezas de precisión, lectura de instrumentos de medida
Percepción extremadamente fina de detalles	3.000 o más	Fabricación y reparación de relojería de precisión

#### d) Radiaciones no ionizantes

Las radiaciones son formas de energía que se emiten, propagan y absorben por parte de la materia. Esta energía puede producirse en forma de ondas o de partículas corpusculares. Las ondas son radiaciones electromagnéticas caracterizadas por: Frecuencia, longitud de onda y energía. A continuación se realiza una breve descripción de cada una.

- Frecuencia ( $v$ ): se mide en ciclos/segundo o Hertzios (Hz).
- Longitud de onda ( $\lambda$ ): se mide en unidades de longitud (metros).
- Energía ( $E$ ): proporcional a la frecuencia y que se mide en electrón - voltio (eV).

Las radiaciones se clasifican en Ionizantes y No Ionizantes. Las radiaciones ionizantes, por su alto poder energético tienen capacidad para penetrar en la materia y arrancar electrones de los átomos que la constituyen, provocando con ello una ionización.

Las radiaciones ionizantes engloban a los rayos X, rayos Y, partículas  $\alpha$ , partículas  $\beta$  y neutrones.

Las radiaciones no ionizantes, al interaccionar con la materia biológica no producen ionización, no obstante, pueden ser causa de otros efectos, básicamente térmicos y fotoquímicos. Este tipo de



radiaciones es la que presenta mayor interés para Grupo ISASTUR, ya que puede estar presente en alguna de sus actividades.

Las frecuencias de las radiaciones no ionizantes son iguales o menores de 3000 THz y sus energías son iguales o menores a 12,4 eV, distinguiéndose según los valores anteriores indicados en la tabla 5.3.

**Tabla 5.24 Frecuencias de radiaciones no ionizantes:**

Radiaciones no ionizantes	Frecuencia
Radiación ultravioleta	750 – 3.000 THz
Radiación visible	385 – 750 THz
Radiación infrarroja	0'3 – 385 THz
Microondas	0'3 – 300 THz
Radiofrecuencias	0'1 – 300 THz

THz: Tera hertzios (10e12) Hz meV: mili electrón - Voltio (10e-3) eV

GHz: Giga hertzios (10e9) Hz µeV: micro electrón - Voltio (10e-6) eV

MHz: Mega hertzios (10e6) Hz neV: nano electrón - Voltio (10e-9) eV

Dentro de las radiaciones no ionizantes, la que más puede afectar a los trabajos de Grupo ISASTUR es la radiación ultravioleta, producida fundamentalmente en los arcos de soldadura y en operaciones de oxicorte, que puede ocasionar efectos en la piel y en los ojos, como el eritema cutáneo y la fotoqueratitis.

Como protecciones eficaces pueden utilizarse pantallas o protectores oculares con filtros adecuados, limitar el tiempo de exposición, utilización de cremas barrera, guantes y ropa adecuada.

En el siguiente cuadro se muestra la numeración del cristal inactínico apropiado en función de la intensidad de soldadura (soldadura eléctrica al arco con electrodo).

**Tabla 5.25 Numeración del cristal inactínico:**

Intensidad de soldadura	Número de cristal inactínico
Menos de 40 Amperios	9
De 40 a 80 Amperios	10
De 80 a 175 Amperios	11
De 175 a 300 Amperios	12
De 300 a 500 Amperios	13
Más de 500 Amperios	14

#### 5.13.1.2.4 Contaminantes biológicos

Se denominan agentes biológicos a todos aquellos seres vivos microscópicos de naturaleza diversa (bacterias, hongos, virus, parásitos) que pueden estar presentes en determinados puestos de trabajo, y que son capaces de producir efectos adversos (infecciosos, tóxicos o alérgicos) para la salud de los trabajadores.



La principal disposición legal referente a la protección del trabajador frente a riesgos derivados de agentes biológicos en el trabajo es el R.D. 664/1997.

Según sus disposiciones, se puede establecer una catalogación de los agentes biológicos según el riesgo de infección, en cuatro grupos:

- Grupo 1: Agentes biológicos que difícilmente pueden causar enfermedades en el hombre.
- Grupo 2: Agentes biológicos origen de enfermedades (patógenos) que, en circunstancias propicias, pueden causar enfermedad en el hombre, pero que difícilmente se puede propagar a la colectividad, existiendo generalmente tratamiento eficaz.
- Grupo 3: Agentes biológicos patógenos que pueden causar enfermedades graves en el hombre, con riesgo de que se propague a la colectividad, existiendo tratamiento eficaz.
- Grupo 4: Agentes biológicos patógenos que pueden causar enfermedades graves en el hombre, con riesgo de que se propague a la colectividad, sin que exista tratamiento eficaz.

Por tanto, la clasificación de los agentes biológicos se hace en base a los parámetros que se resumen en la siguiente tabla:

**Tabla 5.26 Clasificación de los agentes biológicos:**

Características del agente	Grupo de riesgo			
	1	2	3	4
Es fácil que ocasione enfermedad.	NO	SI	SI	SI
La enfermedad se propaga fácilmente.	NO	SI	SI	
Existe remedio eficaz.	SI	SI	NO	

El principal agente biológico al que pueden estar expuestos los trabajadores del Grupo ISASTUR es la bacteria *Legionella pneumophila*, causante de la enfermedad conocida como legionella o legionelosis.

### **Legionella pneumophila**

De acuerdo al criterio anteriormente expresado, la bacteria de la legionella sería un agente biológico de clase 2, que es capaz de sobrevivir en un amplio intervalo de condiciones físico-químicas, a temperaturas entre los 20-45º C. Prolifera en aguas superficiales, y de ahí puede pasar a las redes de distribución de A.C.S. con/sin circuito de retorno, cisternas, o los sistemas de refrigeración que presenten un mantenimiento deficiente, ausencia del mismo o diseño deficiente de la instalación.

### Medidas preventivas a adoptar

- Se establecerá la correspondiente planificación de revisiones periódicas de las instalaciones en riesgo (tuberías de A.C.S., sistemas de refrigeración, etc.), de acuerdo con lo dispuesto en el R.D. 865/2003, que establece los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.
- Dicha revisión de mantenimiento debe ser llevada a cabo por personal o empresas debidamente formadas y acreditadas para desempeñar tales tareas, prestando especial atención a las características mínimas que debe incluir el programa de mantenimiento de las instalaciones.



- En caso de reformas en las instalaciones ya existentes, o desarrollo de instalaciones nuevas, se prestará especial atención a las medidas preventivas específicas de las instalaciones, recogidas en la normativa vigente.

### 5.13.1.3 RIESGOS ERGONÓMICOS

#### 5.13.1.3.1 Introducción

Las Pantallas de Visualización de Datos, en adelante PVD, como instrumentos de trabajo y de utilización particular, forman hoy en día parte fundamental en el sistema laboral y social.

Dada la importancia actual de las PVD, ha sido necesario proceder a regular, mediante el Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.

#### 5.13.1.3.2 Riesgos y sus causas

El trabajo con equipos de PVD no está libre de riesgos. Estudios efectuados hasta la fecha demuestran que el absentismo producido por enfermedades de mediana y corta duración en trabajadores/as que operan con PVD es debido a riesgos concretados en forma de:

- Irritación de los ojos.
- Dolor de espalda, nuca, cabeza y articulaciones.
- Malestar por el ruido o vibraciones.
- Irritabilidad o depresiones.

Es evidente que toda situación de riesgo presenta una causa en su origen relacionada directamente con éste. De esta forma, una vez determinados los riesgos, también podremos agrupar las posibles causas.

- a. Causas individuales. Condiciones físicas de la persona.
- b. Causas del diseño del puesto y equipo.
- c. Causas del entorno. Microambiente del local o sala de trabajo.
- d. Causas de la organización del trabajo.

#### 5.13.1.3.3 Patologías específicas

La patología específica derivada de los trabajos con PVD presenta orígenes y causas diferentes, por lo que su tratamiento será distinto a pesar de que los objetivos son idénticos: mejora de las condiciones de trabajo.

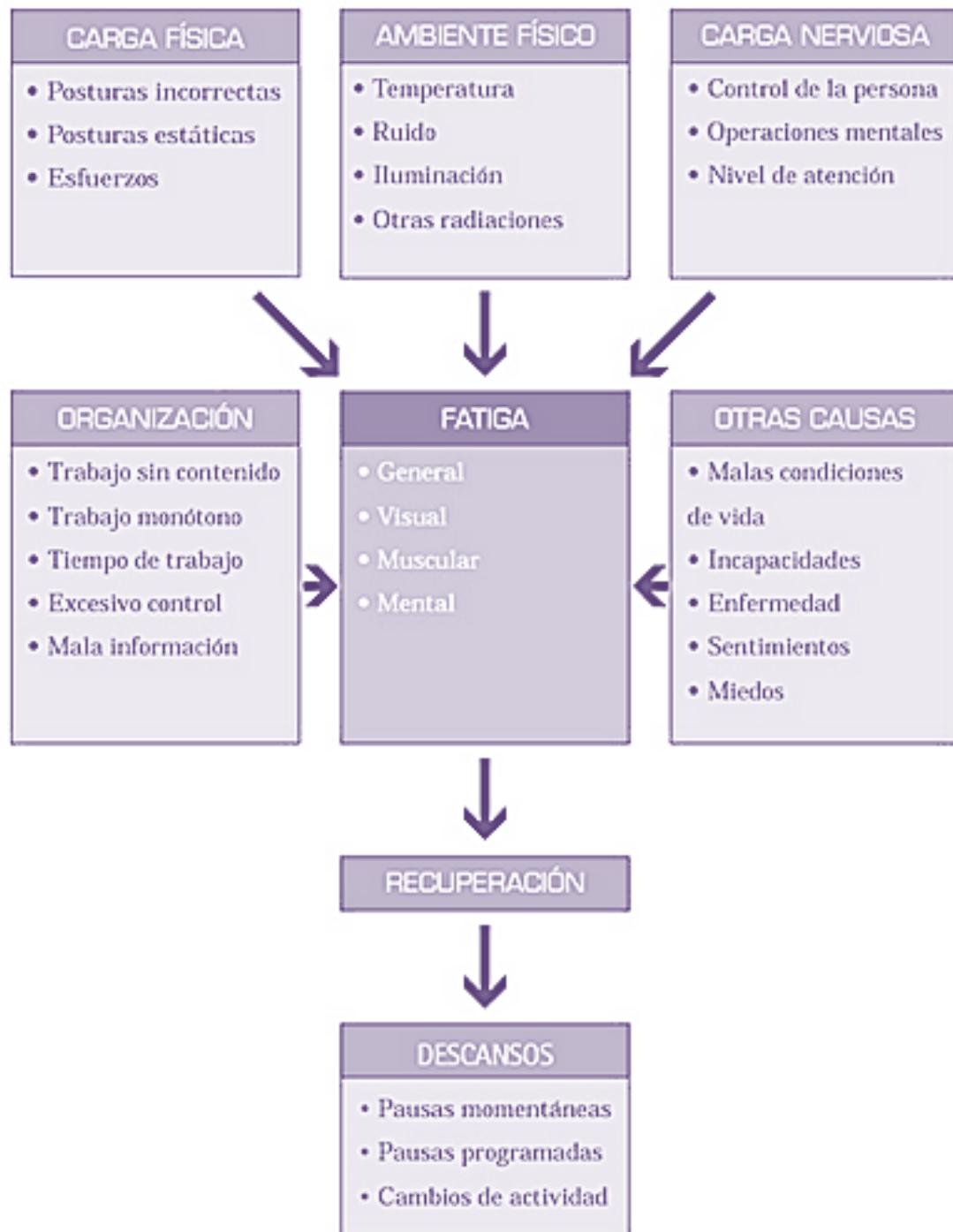
No todos los problemas son atribuibles a las propias PVD, sino que muchos de ellos son comunes a cualquier puesto de trabajo de características similares, o bien son dependientes del mal tratamiento de los riesgos y de las propias organizaciones.

Las alteraciones más frecuentes sufridas por los operadores de PVD se pueden agrupar en tres grandes apartados:



- A. Fatiga visual.
- B. Fatiga física. Trastornos posturales.
- C. Fatiga mental o psicológica.

El esquema siguiente muestra las alteraciones sufridas por los operadores de PVD.


**ALTERACIONES SUFRIDAS POR LOS OPERADORES DE PVD**




La fatiga visual es una modificación funcional, de carácter reversible, debida a un esfuerzo excesivo del aparato visual. Sus síntomas se presentan en tres niveles:

- Molestias oculares: pesadez de párpados, de ojos, picores, quemazón, necesidad de frotarse, somnolencia, escozor ocular, aumento del parpadeo.
- Trastornos visuales: borrosidad de los caracteres que se tienen que percibir en las pantallas.
- Síntomas extraoculares: cefaleas, vértigos, sensaciones de desasosiego y ansiedad.

**B. Fatiga física**

Es debida a una tensión muscular estática, dinámica o repetitiva. Estos esfuerzos excesivos pueden producir dolores cervicales, del dorso, tirantez en la nuca y lumbalgias.

**C. Fatiga mental o psicológica**

Es debida a un esfuerzo intelectual o mental excesivo. Este tipo de fatiga es el que tiene mayor incidencia entre los trabajadores que operan con PVD.

Los síntomas de fatiga mental pueden ser de tres tipos:

- Trastornos neurovegetativos y alteraciones psicosomáticas (constipación, cefaleas, diarreas, palpitaciones).
- Perturbaciones psíquicas (ansiedad, irritabilidad, estados depresivos).
- Trastornos del sueño (pesadillas, insomnio, sueño agitado).

Si el organismo es incapaz por sí mismo de recuperar el estado de normalidad o persisten las condiciones desfavorables del equipo, ambiente o incorrecta racionalidad del trabajo, el estado de estrés es inevitable.

**5.13.1.3.4 Condiciones de trabajo**

❖ Respecto a la sala de trabajo:

- Las paredes serán mates y de colores pálidos.
- Las lámparas dispondrán de difusores de luz.
- La iluminación general tendrá una intensidad de 150 - 300 lux.
- El ruido ambiental para el trabajo normal será inferior a 65 - 70 dB (A) y para el trabajo concentrado inferior a 55 dB (A).
- La temperatura seca será de 19º - 24º y la humedad del 40% - 70%.

❖ Respecto al propio puesto de trabajo:

- La distancia visual óptima será de 45 - 55 cm.
- El ángulo visual será de 10º - 20º con la horizontal.
- El portacopias estará a la misma altura que la pantalla.



- El teclado estará a una altura del suelo de 60 - 75 cm y no deberá situarse al borde de la mesa, sino dejando unos 10 - 15 cm para apoyar la muñeca.
- El asiento será de cinco patas con respaldo regulable. La altura del asiento regulable será de 38 - 48 cm. La profundidad del asiento será de 40 cm. El ángulo de los brazos será de 90º y el de las piernas, superior a 90º.
- El reposapiés será regulable en altura.

❖ Respecto a la pantalla:

- Mantenerla limpia.
- Alejada de las ventanas.
- Perpendicular a las luces.
- Sin reflejos desde el puesto de trabajo.

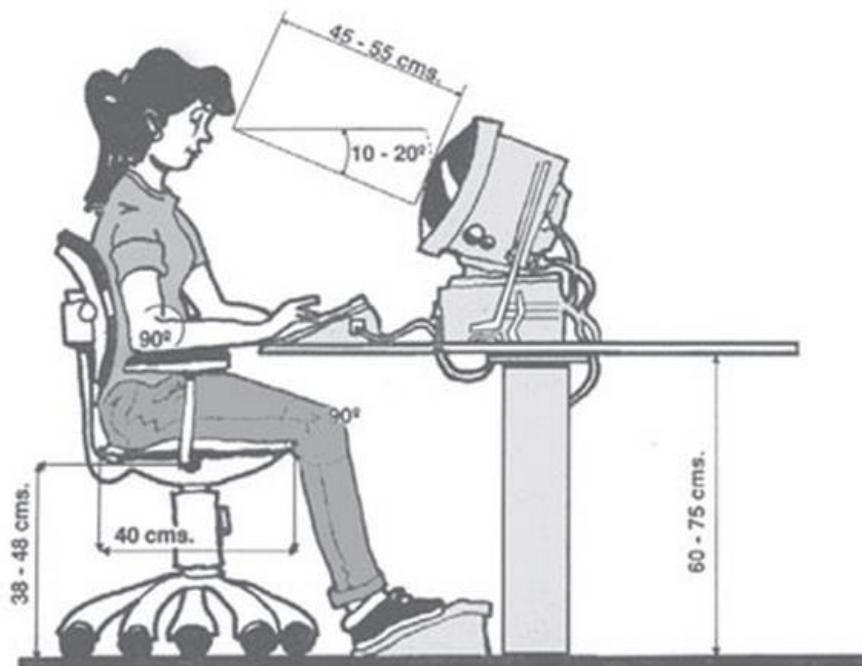


Figura 5.21 Posición correcta frente al ordenador.

#### 5.13.1.4 RIESGOS PSICOSOCIALES

##### 5.13.1.4.1 Introducción

Los riesgos psicosociales tienen sus raíces en el complejo ámbito de la organización del trabajo y, a pesar de que sus consecuencias negativas para la salud no son tan evidentes como las de los accidentes de trabajo o las enfermedades profesionales, también pueden tener una notable relevancia manifestándose a través de problemas como el absentismo, la rotación de personal, los defectos de calidad o el estrés que, en conjunto, representan importantes costes tanto en términos de salud para las personas como económicos para la empresa.



Los factores psicosociales se pueden definir como "aquellos características de las condiciones de trabajo y, sobre todo, de su organización que afectan a la salud de las personas a través de mecanismos psicológicos y fisiológicos a los que también llamamos estrés" (definición de Istan21).

Más o menos todos tenemos un concepto intuitivo de lo que es el estrés, una respuesta del organismo ante una situación que requiere algún tipo de respuesta, dicha respuesta se traduce en poner al propio organismo en situación de alerta para poder actuar. Este proceso es normal y ha permitido al hombre sobrevivir hasta nuestros días, ante una situación de amenaza, todo nuestro cuerpo se prepara para la huída o la lucha. Una vez que la amenaza desaparece, el organismo vuelve a su estado normal.

El estrés como riesgo aparece cuando la situación de alerta se prolonga en el tiempo, lo cual impide al organismo relajarse, de modo que se encuentra en un estado continuo de tensión. Esta situación mantenida en el tiempo puede dar lugar a todo tipo de alteraciones en el organismo.

De este modo, el estrés podría definirse como "el conjunto de reacciones emocionales, cognitivas, fisiológicas y del comportamiento a ciertos aspectos adversos o nocivos del contenido, la organización o el entorno de trabajo; es un estado que se caracteriza por altos niveles de excitación y de angustia, con la frecuente sensación de no poder hacer frente a la situación" (definición de Istan21).

Entendiendo por salud un "estado de equilibrio físico, psíquico y social" (definición de la OMS), resulta evidente la necesidad de considerar los aspectos psicosociales del trabajo, no sólo como factores de riesgo sobre los que debemos actuar para evitar consecuencias negativas sobre la salud, sino como vía de potenciación de las cuestiones positivas para la salud de los trabajadores como son el bienestar y la satisfacción en el trabajo.

#### 5.13.1.4.2 Factores de Riesgo de Origen Psicosocial

De acuerdo con lo comentado hasta ahora, cuando se produce un desequilibrio entre las interacciones de, por un lado, el trabajo, su medio ambiente, la satisfacción en el trabajo y las condiciones de su organización y, por otro lado, las capacidades del trabajador, sus necesidades, su cultura y su situación personal fuera del trabajo aparece el riesgo de origen psicosocial.

Son muchos los factores psicosociales de riesgo, de modo que, aunque todos ellos estén relacionados entre sí, podemos realizar la siguiente clasificación:

- Factores ligados a la tarea: oportunidad para desarrollar las habilidades propias, monotonía, repetitividad, grado de autonomía, control sobre pausas y ritmo de trabajo, presión de tiempos (relación entre el volumen de trabajo y el tiempo disponible), interrupciones en las tareas, trabajo emocional (contacto con usuarios, público y clientes), trabajo cognitivo (que requiere gran esfuerzo intelectual), trabajo sensorial (que requiere esfuerzo de los sentidos), etc.
- Factores ligados a la organización del tiempo de trabajo: duración y distribución temporal de la jornada de trabajo, trabajo nocturno y a turnos, pausas formales e informales, etc.
- Factores ligados a la estructura de la organización: apoyo social de compañeros y superiores, cantidad y calidad de la relación social en el trabajo, sistemas de participación, prácticas de formación e información, control del estatus (estabilidad laboral, cambios, perspectivas de



promoción, tareas acordes a la cualificación), estima (respeto y reconocimiento), apoyo adecuado, trato justo, salario, etc.

- Otros factores psicosociales: características de la empresa y del puesto, etc.

A continuación se explica en qué consiste cada uno de estos factores.

Factores ligados a la tarea:

- Contenido y significado del trabajo:

Un trabajo con contenido es aquel que permite al trabajador sentir que su trabajo sirve para algo, que tiene utilidad en el conjunto del proceso en que se desarrolla y para la sociedad en general, y que le ofrece la posibilidad de aplicar y desarrollar sus conocimientos y capacidades.

Para que un trabajo sea interesante debe ser variado, debe tener una cierta multiplicidad de tareas y de atribuciones, lo que permite, además, regular mejor la carga de trabajo. Pero debe tenerse en cuenta que el enriquecimiento del trabajo, si es una reestructuración hacia una mayor carga horizontal, no es enriquecimiento sino que supone un aumento de carga de trabajo. El enriquecimiento de tareas ha de darse en una mejora vertical, de modo que se consiga verdaderamente un enriquecimiento psicológico mediante el trabajo al aumentar el grado de control sobre el propio trabajo y la introducción de tareas nuevas y más difíciles.

- Carga de trabajo

Si el trabajo, de forma transitoria, nos exige demasiado o muy poco, podemos adaptarnos a él, pero si esta situación se repite de forma cotidiana, tanto en exceso (sobrecarga) como por defecto (infracarga), puede convertirse en fuente de estrés. Cuando las demandas del trabajo superan la capacidad del sujeto para responder a ellas, se habla de sobrecarga de trabajo, que puede ser:

- Sobrecarga cuantitativa: cuando la presión de tiempo es alto, es decir, cuando el trabajador no puede regular el ritmo y éste es elevado, cuando se debe realizar un gran volumen de trabajo en relación al tiempo disponible para hacerlo y/o cuando son numerosas las interrupciones que obligan a dejar momentáneamente las tareas y volver a ellas más tarde.
- Sobrecarga cualitativa: cuando la realización del trabajo exige demasiado de la persona que lo realiza y la desborda. Suele aparecer cuando se produce un cambio tecnológico y organizativo, cuando se promociona a una persona sin haber llevado a cabo las acciones de información y formación correspondientes o en trabajos en contacto con usuarios, público y/o clientes.

Cuando la realización de las tareas plantea pocas exigencias a la persona, se habla de infracarga de trabajo, y ésta puede ser:

- Infracarga cuantitativa: cuando la actividad (física y/o mental) de la tarea es escasa o se requiere la presencia del trabajador pero sus intervenciones son limitadas.
- Infracarga cualitativa: cuando el contenido del trabajo es escaso, es un trabajo poco creativo y su realización no permite tener iniciativa ni tomar decisiones.

- Autonomía

Podemos distinguir tres tipos de autonomía:



- Autonomía temporal: posibilidad de controlar el ritmo de trabajo, la duración y distribución de las pausas y de adaptar el horario y las vacaciones a sus necesidades.
- Autonomía operacional: posibilidad de influir en el orden de las tareas y de elegir entre ellas y el modo de realizarlas, así como a la influencia sobre la cantidad y la calidad de las respuestas.
- Autonomía organizacional: posibilidad de intervenir en la política de la empresa, en los objetivos, normas y procedimientos.

La falta de autonomía incide en una menor implicación de la persona en la organización, afectando sus motivaciones, generando insatisfacción y disminuyendo su rendimiento en el trabajo. Además, si esta falta de control se mantiene en el tiempo, puede generar ansiedad y alteraciones psicosomáticas.

- Grado de automatización

En la mayor parte de los procesos automatizados, la organización y el ritmo de trabajo dependen de la máquina, reduciendo la tarea de la persona a una serie de operaciones rutinarias y repetitivas, perdiéndose la visión del conjunto del proceso productivo y originando un empobrecimiento del contenido del trabajo y un incremento de la monotonía.

Además, la información que se recibe y se maneja suele aparecer en una pantalla, en forma de símbolos, señales, gráficos, que requieren interpretación (más o menos rápida en función de la tarea que se realiza) de modo que aumenta la carga mental del trabajo. Asimismo se puede producir un empobrecimiento de las relaciones y de las posibilidades de comunicación con otros trabajadores, apareciendo el riesgo de aislamiento.

Factores ligados a la organización del tiempo de trabajo:

- Jornada de trabajo: duración y distribución temporal

Al estudiar la duración de la jornada de trabajo es necesario considerar las necesidades de recuperación física y mental del organismo humano. El periodo de descanso debe permitir la recuperación de la fatiga y deberá ser más o menos largo en función de la mayor o menor actividad física o mental desarrollada.

Respecto a la distribución temporal de la jornada de trabajo podemos distinguir jornada continua, partida o flexible. En general, lo recomendable es la jornada con horario flexible, dejando un margen al inicio y final de la jornada que permita al trabajador la realización de sus actividades personales.

- Jornada a turnos

La jornada a turnos tiene una incidencia directa en la salud, influyendo más o menos dependiendo de cada persona. El conjunto de problemas que plantea el trabajo a turnos se centra en las consecuencias que se derivan del cambio constante de horarios de trabajo, la incidencia que sobre la vida familiar y social tienen la jornada de tarde y las repercusiones directas sobre la salud del trabajo nocturno.

Además, los cambios de horario provocan una serie de consecuencias referidas fundamentalmente al descenso de la actividad mental y de la capacidad de atención y reacción, al equilibrio nervioso y a la



fatiga, junto con alteraciones del sueño que pueden repercutir en la salud física, en el riesgo de sufrir accidentes, en la calidad de la tarea y en el rol familiar.

- Descansos y pausas

La distribución de las pausas va ligada al tipo de jornada laboral, a la posibilidad de la flexibilidad del horario y, sobre todo, al tipo de tarea (trabajos con PVD, trabajo físico, contacto continuo con clientes, etc.).

Como orientación general se pueden plantear varias pausas cortas y una pausa más larga, aproximadamente a la mitad de la jornada, que permita una ruptura de la actividad que se realiza.

Factores ligados a la estructura de la organización:

- Definición de la tarea: definición extrema o indefinición

Todas las personas necesitan saber qué se espera de ellas, cuáles son sus atribuciones, hasta dónde pueden llegar y qué pueden o no hacer, de modo que todo puesto de trabajo debe tener una clara definición de las tareas asociadas al mismo. De este modo se evitará colocar al trabajador en situaciones contradictorias o de indecisión por ambigüedades o indefiniciones.

Además, también debe estar claramente definido el organigrama de mando, el grado de autonomía, si se trabaja en equipo o no y las consecuencias de sus decisiones, de modo que se puedan evitar situaciones conflictivas.

- Estructura de la jerarquía: jerarquización vertical u horizontal

Conocer la estructura de la empresa y el lugar que ocupa cada uno en la misma es importante para el desarrollo, tanto de los trabajadores como de la propia empresa.

- Estilo de mando

La clasificación más común divide los diferentes estilos en autoritario, paternalista, "laissez-faire" y democrático.

- Autoritario: se caracteriza por la poca confianza en los subordinados, tratando de que interfieran lo menos posible en la toma de decisiones. Los objetivos de la organización y las decisiones se toman "desde arriba" y se transmiten a través de la línea de mando. Los métodos de actuación consisten en dar órdenes que deben ser cumplidas, imponer al grupo las opiniones, no informar sobre los objetivos globales sino sólo dar consignas inmediatas y mantenerse alejado del grupo. Este tipo de estilo de mando suele derivar en bastantes tensiones, competitividad entre los miembros del grupo y falta de motivación de aquellos que tienen una mínima responsabilidad y no encuentran sentido al trabajo que realizan.
- Paternalista: se caracteriza por anteponer los intereses personales a las demandas de la organización. El jefe utiliza métodos de controles generales y suaves pero, en contra de lo que



pudiera parecer, no facilita la participación de los trabajadores y puede generar malestar entre los miembros del grupo.

- "Laissez-faire": el jefe exige un esfuerzo ínfimo, se abstiene de guiar, deja al grupo que se organice libremente y no ofrece ningún tipo de instrucción. Como consecuencia de ello, el grupo no suele alcanzar sus objetivos o lo hace con baja calidad, existiendo normalmente una agresividad latente derivada de la incertidumbre existente.
- Democrático: se caracteriza por valorar tanto la tarea como el individuo, alcanzando el objetivo si éste tiene sentido para los miembros del grupo y si éstos trabajan con un cierto grado de satisfacción.

El jefe, antes de tomar una decisión, consultará con los miembros del grupo para que se busque la solución entre todos y se acuerde la más adecuada. La función principal del mando democrático consiste en coordinar al grupo. El clima de trabajo que se crea con este tipo de mando es muy motivador, fomenta el sentido de la responsabilidad y el espíritu de equipo y aumenta la calidad del trabajo realizado y la satisfacción en el trabajo. La falta de consulta y participación en la toma de decisiones derivada de estilos de mando no democráticos, así como la limitación de la iniciativa, contribuyen, en gran medida, a la carencia de bienestar por parte de los trabajadores.

- Canales de información y comunicación

La información que necesita conocer el trabajador, tanto para desempeñar adecuadamente su trabajo como para hacerlo sin riesgos para su seguridad y su salud, debe ser transmitida de forma clara y sencilla, llegando a todo el personal.

De ahí la importancia de que se establezcan y mantengan activos unos canales de comunicación eficaces, los cuales facilitarán la participación de los trabajadores y pueden ayudar a reducir la accidentalidad.

- Relaciones entre departamentos y personales

Las buenas relaciones entre los diferentes departamentos de la empresa y entre los propios trabajadores mejoran el clima laboral y la productividad.

- Desarrollo profesional

La posibilidad de desarrollo profesional es un elemento claramente motivador para las personas, especialmente cuando existe una relación entre formación y promoción.

La falta de posibilidades de promoción puede provocar una pérdida de interés por todo aquello que no esté relacionado con la rutina diaria, mientras que una formación inadecuada para el desempeño de la tarea podría ser fuente de estrés, tanto si la tarea exige superar las capacidades del trabajador como si las infrautiliza.

- Introducción de cambios en el medio de trabajo



A la hora de introducir los cambios necesarios en la empresa que la permitan evolucionar, se deben realizar adecuadamente, de modo que se eviten conflictos:

- Considerando las actitudes de los trabajadores frente al cambio.
- Informando a los trabajadores, especialmente a aquellos afectados, sobre los cambios y sus objetivos.
- Proporcionando, cuando proceda, la formación necesaria a los trabajadores para sus nuevas funciones.
- Haciendo participar a los trabajadores afectados por el cambio, a lo largo de todo el procedimiento de implantación del mismo.

○ Sistema de recompensas o compensaciones: control del estatus, estima y salario

El control del estatus incluye la estabilidad laboral, los cambios no deseados, la falta de perspectivas de promoción y la inconsistencia de estatus, mientras que la estima incluye el respeto y el reconocimiento, el apoyo adecuado y el trato justo.

La interacción entre un esfuerzo elevado y un bajo nivel de recompensas a largo plazo representa la situación de mayor riesgo para la salud.

#### Otros factores psicosociales:

- Características de la empresa y del puesto:
  - Tamaño de la empresa: en las grandes empresas es más probable que exista una mayor organización preventiva, mayores posibilidades de recibir formación en todos los aspectos y mayor estabilidad en el empleo, mientras que en las empresas pequeñas suele haber una gran autonomía y control sobre el trabajo realizado y una mayor satisfacción con el mismo.
  - Imagen social: una buena imagen social genera en los trabajadores una mayor identificación con la empresa, lo cual influye en el clima laboral, el rendimiento y la satisfacción en el trabajo, pudiendo cubrir también sus necesidades de estatus y prestigio.
  - Ubicación: el desplazamiento a otras ciudades, la distancia entre el lugar de trabajo y la vivienda y lugares de ocio, la influencia de un espacio natural circundante inciden directamente en la calidad de vida de los trabajadores.
  - Actividad: la actividad de la empresa puede generar conflicto de rol si el trabajador realiza tareas no acordes con sus intereses o valores, o llegar a avergonzarse del trabajo si éste entra en conflicto con los intereses o valores de la sociedad, pasando a convertirse el trabajo en una fuente de insatisfacción.
  - Diseño del lugar de trabajo: el espacio disponible, la distribución y el acondicionamiento del mismo para un puesto de trabajo, son factores psicosociales a tener en cuenta, ya que entre sus efectos negativos se encuentra la insatisfacción, el desarrollo de sintomatología del estrés y hasta manifestaciones psicopatológicas graves como la claustrofobia o la agorafobia, generadoras de graves episodios de angustia o ansiedad. Cabe destacar como especialmente negativos los trabajos que se realizan en situación de aislamiento.
- Futuro inseguro en el empleo



Cuando se da una incertidumbre acerca del futuro en el puesto de trabajo (despido, traslado forzoso, promoción), cualquier cuestión se percibe como una amenaza, incrementándose el nivel de estrés y la insatisfacción. La citada incertidumbre podría atenuarse informando de los posibles cambios con la suficiente antelación a los trabajadores afectados.

- Contexto físico peligroso

Lógicamente, cuando la tarea a realizar o supervisar es peligrosa, ello genera ansiedad y sentimiento de amenaza en el trabajador. En estos casos cobra especial importancia la información y la formación que se dé al trabajador sobre la identificación de riesgos y las medidas a adoptar para evitarlos.

#### 5.13.1.4.3 Consecuencias de los Riesgos Psicosociales

Cuando las condiciones de trabajo y los factores humanos están en equilibrio, el trabajo crea sentimientos de superioridad y confianza en sí mismo, aumenta la motivación, la capacidad de trabajo, la satisfacción en el trabajo y mejora la salud.

Si por el contrario se produce un desequilibrio los efectos pueden ser variados, partiendo de la insatisfacción en el trabajo, pueden surgir efectos psicológicos, reacciones de comportamiento, consecuencias psicofisiológicas e, incluso, incidentes y accidentes de trabajo. Recordemos que el conjunto de los mencionados efectos psicológicos, alteraciones de comportamiento y consecuencias psicofisiológicas es lo que se denomina estado de estrés.

- Consecuencias psicológicas:

El mantenimiento de los factores psicosociales nocivos a lo largo del tiempo podría originar una disminución de las defensas psíquicas del trabajador, favoreciendo la aparición de trastornos emocionales tales como sentimientos de inseguridad, ansiedad, miedo, fobias, apatía, depresión, etc. Además, estas alteraciones pueden ir acompañadas de perturbaciones de las funciones cognitivas como la atención, la memoria, el pensamiento, la concentración, etc.

- Reacciones de comportamiento:

Las reacciones de comportamiento afectan tanto a la vida personal y familiar como a la vida social y laboral del trabajador, repercutiendo en la eficacia de las organizaciones. La Organización Internacional del Trabajo (OIT) clasifica los trastornos del comportamiento en:

- Comportamientos activos: quejas, huelgas, enfrentamientos con jefes y superiores, retrasos, etc.
- Comportamientos pasivos: resignación, indiferencia hacia la calidad del trabajo, absentismo, falta de participación, no tener ganas de estar con gente, sentirse agobiado, infeliz, no poder dormir bien, abusar de la comida, el alcohol o el tabaco, etc.

- Consecuencias psicofisiológicas

Se ha demostrado que existe una relación entre los factores psicosociales y una serie de trastornos funcionales físicos y estados psicológicos límite. La aparición de uno u otro trastorno depende de la sensibilidad de cada persona, ya que este tipo de alteraciones suelen afectar en la parte más débil de cada individuo.



Dichos trastornos pueden ser de tipo cardiovascular (infartos), respiratorio (hipereactividad bronquial, asma), trastornos de base inmunitaria (artritis reumatoide), gastrointestinales (dispepsia, úlcera péptica, síndrome del colon irritable, enfermedad de Crohn, colitis ulcerosa), dermatológicos (psoriasis, neurodermitis, alergias), endocrinológicos, musculoesqueléticos (dolor de espalda, contracturas) y trastornos en la salud mental.

- Incidentes y accidentes de trabajo

Unas condiciones psicosociales nocivas pueden generar distracciones, comportamientos inseguros, etc., y derivar en incidentes o accidentes.

#### **5.13.1.4.4 Intervención Psicosocial**

Existen métodos de análisis de las condiciones de trabajo que permiten evaluar la incidencia de los factores psicosociales y proporcionan información sobre las medidas a adoptar para eliminar o, al menos, reducir sus efectos nocivos en la salud de los trabajadores, contribuyendo a mejorar la calidad de vida laboral en las empresas. Entre los métodos de evaluación de factores psicosociales, cabe destacar los métodos LEST, Renault, Anact, FSICO del INSHT, Istan21, etc.

Una vez obtenido el diagnóstico de la situación, deberán planificarse las acciones necesarias para eliminar o reducir los riesgos detectados, acciones que podemos agrupar en tres grandes bloques: sobre el estilo de dirección, sobre la organización del trabajo y sobre el trabajador.

##### Acciones sobre el estilo de dirección

La dirección de la empresa debe estar implicada en todas y cada una de las actividades relacionadas con la prevención de riesgos laborales, integrando la política y los objetivos de prevención junto con la política y objetivos generales de la empresa y desarrollando a partir de los mismos, los planes y programas de prevención, los cuales debe aprobar e, incluso, promover.

En el tema que nos ocupa, los riesgos psicosociales, los esfuerzos deben dirigirse a conseguir unas buenas relaciones humanas y un buen clima social en la empresa. Para ello la dirección puede actuar sobre los sistemas de comunicación de la empresa y de participación de los trabajadores y sobre el estilo de mando.

- El sistema de comunicación de la empresa

La comunicación, en el mundo del trabajo, además de ser una necesidad humana, es una herramienta imprescindible que todos los miembros de la empresa puedan llevar a cabo en sus tareas. El desarrollo de un sistema de comunicación eficaz permite que la información llegue a todo el personal, tanto en sentido ascendente como descendente y horizontal, a través de los canales existentes la organización (formal e informal).

En materia de prevención de riesgos laborales, una deficiente comunicación puede ocasionar múltiples problemas, desde insatisfacción por malas relaciones con superiores o compañeros hasta accidentes de trabajo.



La comunicación hablada o interpersonal (reuniones, grupos de trabajo, visitas de empresa, actividades formativas, entrevistas, conferencias, etc.) es importante ya que influye en el clima de la organización, fomentando la participación de los trabajadores y el "feedback".

La comunicación escrita (actas de reuniones, informes, boletines informativos, revista de la empresa, encuestas de opinión, buzón de sugerencias, etc.), siempre que el mensaje esté bien concebido, evita el riesgo de distorsión y deja al receptor un soporte material que le permite recordar el mensaje. Como desventaja cabe citar que es más costosa y necesita un tiempo para su elaboración de modo que el mensaje no quede sujeto a interpretaciones.

- El estilo de mando

Dependiendo de la fuente del problema, se puede actuar sobre diferentes funciones de los mandos:

- Funciones sobre las relaciones interpersonales: el mando debe estar formado en técnicas de dinámica de grupos y entrenado en habilidades sociales, lo cual le permitirá desarrollar con eficacia sus funciones de relaciones con otros departamentos o grupos propios de la organización o ajenos a ella, sus funciones de representación de su grupo de trabajo y sus funciones de liderazgo.
- Funciones sobre la transmisión de la información: el entrenamiento en técnicas de comunicación es muy conveniente para la importante función de transmitir información a los trabajadores (objetivos que se persiguen, consignas de trabajo, cambios que se vayan a producir, etc.) y a sus superiores (inquietudes, opiniones y necesidades de los trabajadores).
- Funciones sobre la toma de decisiones: los directivos y mandos que delegan en sus subordinados la toma de decisiones en determinados campos favorecen la implicación de los trabajadores, aumentando el nivel de satisfacción laboral de los mismos.

#### Acciones sobre la organización del trabajo

Tras la evaluación de los factores psicosociales, puede considerarse necesario aplicar alguna medida sobre la organización del trabajo como por ejemplo, reorganización de tareas (modificación del ritmo, rotación de tareas...), medidas de organización (sobre la autonomía, delegación de responsabilidades...), medidas ergonómicas y de mejora del medio ambiente de trabajo (temperatura, humedad, iluminación...), modificación del espacio y del tiempo de trabajo (medidas para evitar el hacinamiento, el aislamiento, prever períodos de descanso...), etc.

A continuación se comentan algunas posibles actuaciones, ordenadas de menor a mayor capacidad de mejora de las condiciones de trabajo. En cualquier caso, la elección de las medidas a adoptar más adecuadas dependerá del tipo de problema detectado y de las características de la organización y del puesto.

- Rotación de tareas: es una tímida modificación ya que se trata simplemente de repartir la carga negativa entre varios trabajadores en vez de concentrarla en uno o unos pocos.
- Ampliación de tareas: podría utilizarse en los inicios de la aplicación de una estrategia escalonada de cambio y consiste en reagrupar horizontalmente las tareas de un puesto de trabajo, sin entrar en redefinirlas para darles mayor contenido.



- Enriquecimiento de tareas: se trata de un cambio profundo que debe ir precedido de una modificación de los principios de la organización y consiste en introducir variedad y contenido a las tareas de un puesto, haciendo un reagrupamiento horizontal y vertical. Enriquecer un puesto de trabajo implica hacerlo más complejo e interesante, de modo que el trabajador pueda desarrollar sus capacidades personales, profesionales y sociales.
- Trabajo en grupos: el trabajo en grupos supone una forma más humana de organizar el trabajo ya que favorece la autonomía y la participación, con la consiguiente influencia de la satisfacción en el trabajo.

La forma de llevar a la práctica el trabajo en grupos debe adaptarse a las características de la organización, aunque hay algunas características que suelen darse en la mayoría de los casos: grupos de tamaño reducido (de 10 a 15 personas), con objetivos comunes y claramente definidos, miembros del grupo con tareas interrelacionadas, grupos con autonomía de decisión y autonomía temporal, con medios materiales propios y con responsabilidad colectiva (el grupo es responsable del logro de sus objetivos).

#### Acciones sobre el trabajador

En materia de prevención de riesgos laborales, a través de la información y de la formación de los trabajadores se pretende dotar al trabajador de aquellos conocimientos y capacidades que le permitan analizar la situación y reaccionar de la forma adecuada adoptando un comportamiento preventivo.

La planificación de la formación en prevención de riesgos laborales debe partir de la realización de un análisis de las necesidades existentes, la determinación de los destinatarios, el establecimiento de unas prioridades de actuación en función de las necesidades detectadas y la determinación de los objetivos formativos que se pretenda alcanzar.

A partir de aquí se determinará el programa de formación a desarrollar, definiendo los contenidos correspondientes, estimando los recursos necesarios (materiales, humanos, económicos) y diseñando la temporalización.

En el área psicosocial, hablar de formación significa hablar de una herramienta que ayuda a satisfacer las necesidades y expectativas que el trabajador tiene sobre su trabajo, siendo un instrumento que le permite, por ejemplo, adaptarse a las nuevas situaciones de trabajo potencialmente generadoras de estrés y mantenerse actualizado en su profesión, lo cual le abre expectativas de promoción y desarrollo profesional.

#### **5.13.2 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI'S)**

El Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual (en adelante EPI) transpone al ordenamiento jurídico español la Directiva europea 89/656/CEE, de 30 de noviembre de 1989. En la disposición final primera del Real Decreto 773/1997, marca las directrices sobre dichos equipos.

##### **5.13.2.1 DEFINICIÓN**



Se entiende por EPI, cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que lo proteja de uno o más riesgos que puedan amenazar su seguridad y/o su salud, así como cualquier complemento destinado al mismo fin.

Los EPI son pues elementos de protección individuales del trabajador, muy extendidos y utilizados en cualquier tipo de trabajo y cuya eficacia depende, en gran parte, de su correcta elección y de un mantenimiento adecuado del mismo.

Se excluyen de esta definición:

- La ropa de trabajo corriente y los uniformes que no estén específicamente destinados a proteger la salud o la integridad física del trabajador.
- Los equipos de los servicios de socorro y salvamento.
- Los equipos de protección individual de los militares, de los policías y de las personas de los servicios de mantenimiento del orden.
- Los equipos de protección individual de los medios de transporte por carretera.
- El material de deporte.
- El material de defensa o de disuasión.
- Los aparatos portátiles para la detección o señalización de los riesgos y de los factores de molestia.

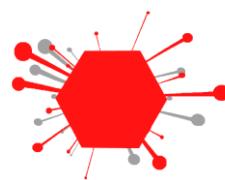
Según la definición y para tener la condición de EPI es necesario hacer las siguientes consideraciones:

- El EPI no tiene por finalidad realizar una tarea o actividad sino protegernos de los riesgos que presenta la tarea o actividad. Por tanto, no tendrán la consideración de EPI, las herramientas o útiles aunque los mismos estén diseñados para proteger contra un determinado riesgo (herramientas eléctricas aislantes, etc.).
- El EPI debe ser llevado o sujetado por el trabajador y utilizado de la forma prevista por el fabricante.
- El EPI debe ser elemento de protección para el que lo utiliza, no para la protección de productos o personas ajenas.

### 5.13.2.2 TIPOS DE CATEGORÍA EPI

Los equipos EPI se dividen en tres tipos de categorías:

- Categoría I: son EPI de diseño sencillo y que proporcionan una protección ligera; por ejemplo:
  - Guantes de jardinería.
  - Guantes para coger piezas calientes de menos de 50º C.
  - Ropa o calzado para agentes atmosféricos ni excepcionales, ni extremos.
- Categoría II: son EPI de diseño medio que proporcionan una protección media; por ejemplo:
  - Equipos de protección específica de manos y/o brazos.
  - Equipos de protección específica de pies y/o piernas.
  - Todos los cascos.



- Todos los equipos de protección total o parcial del rostro.

En cada EPI o en su embalaje debe llevar CE.

- **Categoría III:** son EPI de diseño complejo, destinados a proteger al usuario de todo peligro mortal o que pueda dañar gravemente y de forma irreversible su salud; por ejemplo:
  - Todos los dispositivos de protección diseñados y fabricados para proteger contra caídas desde altura.
  - Todos los equipos de protección respiratoria para proteger contra los aerosoles sólidos y líquidos o contra gases.

En cada EPI y en su embalaje debe llevar CE XXXX, en donde: XXXX es el número distintivo del organismo notificado que interviene en la fase de producción.

### 5.13.2.3 CLASIFICACIÓN DE LOS DIFERENTES EPI'S

Según la localización de los efectos de protección, los EPI se pueden clasificar en:

- Parciales: destinados a proteger frente a riesgos localizados en zonas o partes del cuerpo específicas (p.e.- cascos, botas, guantes, etc.).
- Integrales: protegen frente a riesgos cuya actuación no tiene una localización específica (p.e.- ropa ignífuga, cinturones de seguridad, etc.).

La tabla siguiente nos muestra los diferentes tipos de EPI y su clasificación:

**Tabla 5.27 Diferentes tipos EPI:**

EPI Parciales de protección	Protectores de la cabeza	Casco
	Protectores del oído	Tapones, Orejeras
	Protectores de los ojos y la cara	Gafas, Pantallas
	Protectores de las vías respiratorias	Máscaras
	Protectores de brazos y manos	Guantes
	Protectores de pies y piernas	Botas, Polainas
	Protectores del tronco y abdomen	Fajas, Mandiles
EPI Integrales de protección	Protectores de barrera	Cremas
	Protectores anticaídas	Cinturones, Arneses
	Ropa de protección específica	Ropa ignífuga

A continuación se describen las características más importantes de los EPI más utilizados.

#### 5.13.2.3.1 Protección de la cabeza



Se debe utilizar un casco, que es un elemento que colocado sobre la cabeza, protege la parte superior de la misma contra caída de objetos. Como mínimo debe estar compuesto por un armazón y un arnés.

Marcado: El casco debe llevar la siguiente identificación:

- El número de Norma Europea.
- El nombre o marca que identifica al fabricante.
- El año y trimestre de fabricación.
- El modelo del casco.
- La gama de tallas.

Información importante: Cada casco debe llevar fijada una etiqueta con la siguiente información:

"Este casco debe ajustarse a la talla del usuario. Está concebido para absorber la energía de un impacto mediante la destrucción parcial o mediante desperfectos del armazón y del arnés, por lo que, aún en el caso de que estos daños no sean aparentes, cualquier casco que haya sufrido un impacto severo debe ser sustituido. No efectuar ningún tipo de modificación en el casco".



**Figura 5.22 Cascos.**

#### 5.13.2.3.2 Protección del pie

Se debe utilizar un calzado de seguridad para uso profesional, que es el que incorpora elementos de protección destinados a proteger al usuario de las lesiones que pudieran provocar los accidentes, en aquellos sectores de trabajo para los que el calzado ha sido concebido y que está equipado con topes diseñados para ofrecer protección frente al impacto.

Etiquetado: El calzado debe llevar la siguiente identificación:

- Talla.
- Marca de identificación del fabricante.
- Designación del tipo de fabricante.
- Fecha de fabricación (trimestre y año).
- Nacionalidad del fabricante.
- Número de las Normas Europeas.

Los símbolos correspondientes a la protección ofrecida. Dichos símbolos significan lo siguiente:

- S: Tiene tope de acero con resistencia al impacto de 200 Julios.



- P: Tiene protección contra la perforación de la suela.
- WRU: Tiene resistencia frente a la penetración y absorción del agua.
- CI: Tiene resistencia frente al frío.
- C: Calzado conductor.
- A: Calzado antiestático.
- I: Calzado aislante.

#### 5.13.2.3.3 Protección ocular o facial

Se debe utilizar cuando existan riesgos por proyecciones de partículas y no se haya evitado con protección colectiva, por ejemplo, trabajos con la sierra circular, con la esmeriladora portátil, etc. Básicamente existen los siguientes tipos de protección ocular:

Montura universal: Cuyo uso es permitido para:

- Partículas a gran velocidad.
- Lentes correctores de protección.
- Radiación óptica: soldadura, infrarrojos, ultravioleta, solar.

Montura integral: Cuyo uso está autorizado para:

- Partículas a gran velocidad: baja y media energía.
- Radiación óptica: soldadura, infrarrojos, ultravioleta, solar.

Pantalla facial: Cuyo uso está permitido para:

- Partículas a gran velocidad: baja, media y alta energía.
- Radiación óptica: soldadura, infrarrojos, ultravioleta, solar.
- Salpicaduras de líquidos.

Todos los equipos de protección ocular no son, ni tienen que ser, iguales. Se deben comprobar las marcas que llevan en la montura y el ocular. Algunas de estas marcas son las siguientes:

- Marcas en el ocular:
  - a: Resistencia al impacto.
  - S: Robustez aumentada.
  - F: Alta velocidad, baja energía.
  - B: Alta velocidad, media energía.
  - A: Alta velocidad, alta energía.
  - k: Resistencia a la abrasión.
  - n: Resistencia al empañamiento.
- Clase óptica: Puede ser 1, 2 y 3. La clase óptica 1 es la de mayor calidad óptica. Es la recomendada para uso prolongado.



- Marcas en la montura:
  - a: Resistencia al impacto S, F, B, A (según proceda).
  - 4: Uso de líquidos.
  - 5: Uso para partículas grandes de polvo.
  - 6: Uso para partículas finas de polvo.



Figura 5.23 Protección ocular.

#### 5.13.2.3.4 Protección respiratoria

Para el uso de este equipo de protección, es fundamental distinguir dos situaciones distintas:

1. Cuando se respira aire de la atmósfera ambiente.
2. Cuando el aire que se respira es independiente de la atmósfera ambiente.

En el primer caso, el equipo que se ha de utilizar es el equipo de filtro; y en el segundo caso, el equipo autónomo o semiautónomo. Estos EPI son de la categoría III, la más exigente en su certificación: es decir, que el riesgo del que protegen puede ser grave o muy grave.

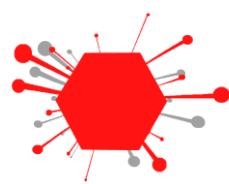
##### EPI de filtro

Es aquel dispositivo en el que el aire pasa a través de un filtro que retiene las impurezas antes de ser inhalado.

Existen tres tipos de equipos filtrantes en función de la materia que se intenta evitar pase a los pulmones; estos equipos se pueden ver en la tabla 5.27.

Tabla 5.28 Equipos filtrantes:

<b>EQUIPOS FILTRANTES CONTRA PARTÍCULAS</b>	Filtro contra partículas + adaptador facial
	Mascarilla autofiltrante contra partículas
<b>EQUIPOS FILTRANTES CONTRA GASES Y VAPORES</b>	Filtro antigás + adaptador facial
	Mascarilla autofiltrante contra gases y vapores



<b>EQUIPOS FILTRANTES CONTRA PARTÍCULAS, GASES Y VAPORES</b>	Filtro mixto + adaptación facial
	Mascarilla autofiltrante mixta

A la hora de elegir y utilizar estos equipos habrá que tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Concentración de oxígeno.
- Sustancias contaminantes.
- Concentración de los contaminantes.
- Tiempo de exposición.

Especialmente en el uso de estos equipos, se deben leer y seguir estrictamente las indicaciones y prescripciones del fabricante, comprobando periódicamente que se mantiene la acción protectora.

#### Equipos autónomos o semiautónomos:

Son los que permiten al usuario respirar el aire independiente de la atmósfera ambiente. Se pueden clasificar de la siguiente forma:

**Tabla 5.29 Equipos de respiración:**

Equipos no autónomos	De aire fresco
	De aire comprimido
Equipos autónomos	De circuito abierto
	De circuito cerrado



**Figura 5.24 Protección respiratoria**

#### **5.13.2.3.5 Protección de oído**

Cuando existe una fuente de emisión de ruido y un trabajador está expuesto a ella, lo ideal sería controlar el ruido en el origen, donde se produce. En muchas ocasiones ésto no es posible, bien por causas técnicas, o bien, en la mayoría de los casos, por motivos económicos. Es, entonces, cuando se



recurre al uso de EPI. Antes de llegar a los propios EPI, hay que saber que ante el ruido, lo primero que se debe hacer es su medición, analizar y valorar el riesgo, de acuerdo a lo establecido en la normativa vigente. En cuanto se conozca el nivel sonoro y la frecuencia principal que perturba, entonces se acudirá a la protección que sea más adecuada.

Para cerrar el pabellón auditivo, impidiendo que afecte la entrada del ruido, se pueden utilizar dos equipos:

Orejera: Protector auditivo que cubre totalmente el pabellón auditivo. Consta de dos casquetes, uno para cada oreja con un filtro adecuado a la frecuencia perturbadora y un arnés de fijación, que facilite el ajuste a la cabeza.

Tapón: Protector auditivo que se introduce en el canal externo del oído y que se suministra en varias tallas o en material deformable para adaptarlo a cualquier persona.

Se pueden utilizar indistintamente la orejera o el tapón: lo importante es que el nivel sonoro que llegue al oído sea menor de 80 db (A). Ésto lo proporciona la atenuación del EPI.

A la hora de decidir si usar orejera o tapón, habrá que tener en cuenta:

- La colocación adecuada del protector.
- La comodidad.
- La compatibilidad con otros EPI, (cascos, gafas, etc.).

Para el uso de estos equipos, se deben conocer básicamente dos valores:

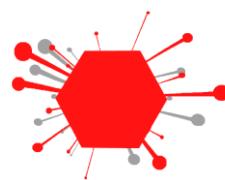
- Nivel sonoro existente.
- Nivel de atenuación del EPI que se va a usar.

El nivel sonoro se conoce realizando una medición; y la atenuación, es decir, los decibelios que baja el EPI, se sabe leyendo las instrucciones del fabricante, que debe traer todo equipo.



Figura 5.25 Protección de oído.

#### 5.13.2.3.6 Protección de brazos y manos



La protección de manos y brazos se consigue básicamente con los guantes. Éstos pueden ser de diferentes tamaños, llegando algunos a proteger el antebrazo o el brazo entero. Como en todos los EPI, se debe realizar un análisis previo del riesgo y elegir el EPI apropiado para dicho riesgo. Los guantes pueden clasificarse en:

- A. Guantes de protección frente a riesgos mínimos: pertenecen a la categoría I y son los que protegen al usuario frente a:
  - Acción mecánica de efectos superficiales.
  - Productos de limpieza de acción débil.
  - Manejo de productos calientes de  $T < 50^\circ\text{C}$ .
- B. Guantes de protección frente a riesgos mecánicos: pertenecen a la categoría II y son los que protegen al usuario frente a riesgos tales como, cortes, pinchazos, golpes, etc. Estos guantes protegen de riesgos importantes, por lo que necesariamente han de pasar por unas pruebas específicas de resistencia a:
  - La abrasión.
  - Corte por cuchilla.
  - Rasgado.
  - La perforación.
- C. Guantes de protección contra productos químicos: pertenecen a la categoría III y deben reunir unos requisitos en sus prestaciones respecto a:
  - Penetración.
  - Permeabilidad.
  - Degradación.
  - Propiedades mecánicas.
- D. Guantes de protección contra riesgos térmicos para uso en ambientes de temperatura  $50^\circ\text{C} < T < 100^\circ\text{C}$ : pertenecen a la categoría II y protegen frente al calor o las llamas, que pueden presentarse de las siguientes formas:
  - Fuego.
  - Calor de contacto.
  - Calor radiante.
  - Salpicaduras de metal fundido.
- E. Guantes de material aislante para trabajos eléctricos: pertenecen a la categoría III y protegen de los riesgos de contactos eléctricos, clasificándose como se observa en la tabla 5.29.

**Tabla 5.30 Clasificación de los guantes de acuerdo a la tensión de aislante:**

Clase	Tensión de prueba V (valor eficaz)	Tensión máxima de utilización (V)
00	2.500	500
0	5.000	1.000
1	10.000	7.500



2	20.000	17.000
3	30.000	26.500
4	40.000	36.000

▪ Embalaje y marcado de los guantes aislantes para trabajos eléctricos:

Cada par de guantes deberá ser embalado en un embalaje individual de resistencia suficiente para protegerlos adecuadamente contra deterioros.

El exterior del guante deberá llevar:

- Nombre del fabricante o suministrador.
- Clase.
- Categoría.
- Tamaño.
- Longitud.
- Diseño del puño.

El embalaje deberá incluir las recomendaciones para la utilización así como toda la instrucción suplementaria o modificación.

Recomendaciones para la utilización de los guantes aislantes para trabajos eléctricos:

Conservación: Los guantes se almacenarán en su embalaje. Se tendrá cuidado de que los guantes no se aplasten, ni doblen, ni se coloquen en las proximidades de focos de calor.

Examen antes de utilizarlos: Antes de cada uso deben inflarse los guantes para comprobar si hay escapes de aire y llevar a cabo una inspección visual. Para los guantes de las clases 2, 3 y 4 se recomienda inspeccionar el interior de los guantes.

▪ Precauciones de uso:

- No exponerlos innecesariamente al calor o a la luz ni al contacto con aceite, grasa, trementina, alcohol o un ácido enérgico.
- Si se utilizan otros guantes protectores al mismo tiempo que los guantes de goma para usos eléctricos, se colocarán por encima de éstos.

Esta clasificación no recoge todos los tipos de guantes que existen, sino aquellos más utilizados en la actividad de construcción y montajes eléctricos.

Inspecciones periódicas: La periodicidad de las revisiones es la siguiente:

- Los guantes aislantes de las clases 0 (1000 V) y 00 (500 V) serán verificados con una periodicidad anual.
- Los guantes de clase 1, 2, 3, 4, es decir, todos los de más de 1000 V, se retirarán a partir de los 6 meses de su fecha de fabricación, sustituyéndolos por guantes nuevos, por lo que no procede su verificación.



Estas verificaciones se harán siempre por personal acreditado. Las verificaciones se realizarán en el almacén del Grupo ISASTUR, por la persona responsable, que será la encargada de dejar constancia de dicha revisión, tanto en la base de datos de herramientas, como en las hojas de revisión.

F. Guantes de material ignífugo para trabajos con riesgo térmico y arco eléctrico: pertenecen a la categoría III y protegen de los riesgos térmicos (altas temperaturas).



Figura 5.26 Protección de manos.

#### 5.13.2.3.7 Protección contra las condiciones climáticas adversas y entornos agresivos

Se consigue con la ropa destinada a proveer protección contra la influencia del mal tiempo, viento y frío ambiental excesivos. Cuando se utilice esta ropa se deberán leer las instrucciones de uso y fijarse en el marcado, donde se indica la resistencia a la penetración del agua y la resistencia al vapor de agua.

La resistencia a la penetración del agua se refiere a la presión hidrostática soportada por un material, como medida de oposición al paso de agua a través de él.

La resistencia al vapor de agua es la propiedad del material textil que define la cantidad de flujo de calor de evaporación "latente" en un campo de temperatura dado.

En función de estos parámetros, esta ropa puede ser de categoría I, II y III, según los datos que obtenga el fabricante en los ensayos.

En trabajos en entornos químicos agresivos (ácidos y bases) la ropa a utilizar debe ser la adecuada para proteger en caso de contacto de estos productos químicos.

#### 5.13.2.3.8 Protección anticaídas



La normativa interna de ARROL frente al riesgo de caídas a distinto nivel indica que "a partir de 1,5 metros de altura, los trabajadores deben disponer de protección colectiva o individual".

Evidentemente, el riesgo de caída a distinto nivel puede ser muy grave que, en caso de materializarse, puede causar un accidente mortal o grave para el trabajador.

**Tabla 5.31 Protección de caídas:**

<b>Impedir la caída</b>	Eliminando riesgos
	Utilizando protecciones colectivas
<b>Limitar la caída</b>	Colocando redes de protección
<b>Protección individual</b>	Utilizando dispositivos anticaídas

Frente al riesgo de caída a distinto nivel, se debe actuar en el orden siguiente:

Se entiende como EPI contra caídas de altura, aquel que sujeta a la persona a un punto de anclaje que evite cualquier caída de altura o que la detiene en condiciones de seguridad.

Se clasifican de la forma siguiente:

- Sistemas de sujeción en posición de trabajo.
- Sistemas anticaídas.

Sistemas de sujeción en posición de trabajo: son los que están destinados a sostener al trabajador en altura. No se debe utilizar para la parada en la caída, deben utilizarse siempre con un sistema anticaídas a la vez, el cual debe estar inactivo.

Sistemas anticaídas: conjunto de EPI que permite parar la caída en condiciones de seguridad, compuesto de arnés anticaída más alguno de los tres elementos o dispositivos indicados a continuación y que servirían para conectarse a un punto de anclaje seguro

**Tabla 5.32 Sistemas anticaídas:**

<b>Sistemas anticaída</b>	Arnés anticaída
	Elementos de amarre con absorbedor de energía
	Dispositivos anticaídas deslizantes compatibles con línea de anclaje rígida o flexible
	Dispositivos anticaídas con retención automática o retráctil

Arnés anticaídas: Es un dispositivo de prensión del cuerpo, destinado a parar las caídas, pudiendo estar constituido por bandas, elementos de ajuste, hebillas y otros elementos, dispuestos y ajustados de forma



adecuada sobre el cuerpo de una persona para sujetarla durante una caída y después de la parada de ésta.

Elemento de amarre: Puede ser una cuerda de fibras sintéticas, un cable, una cadena o una cinta. Siempre debe llevar absorbedor como componente de un sistema anticaída.

Absorbedor de energía: Impide causar daños irreversibles al trabajador al frenar la caída en condiciones de seguridad.

Dispositivos anticaídas deslizantes: Pueden estar unidos a:

- Línea de anclaje rígido.
- Línea de anclaje flexible.

Dispositivos anticaídas con retención automática o retráctil: Está compuesto de un contenedor con tambor y un elemento de amarre. Pueden llevar absorbedores de energía de forma opcional.

Para unir los elementos dispositivos y arnés entre sí y con los puntos de anclaje, se utilizan conectores que pueden ser mosquetones o un gancho.



Figura 5.27 Protección anticaídas.

#### 5.13.2.3.8 Ropa ignífuga

Dado que los electricistas pueden verse afectados por la elevada temperatura del arco eléctrico accidental, en sus trabajos o maniobras, su ropa de trabajo deberá ser ignífuga. La ropa de trabajo deberá poseer una capacidad de aislamiento térmico y una resistencia mecánica adecuada a las condiciones normales de uso. Deberá también poseer un grado de inflamabilidad correspondiente al tipo de riesgo



asociado a las previsibles condiciones de uso y no debe fundir si se expone a una llama, ni contribuir a su propagación. Cuando se realizan trabajos en emplazamientos con riesgo de incendio o explosiones, este tipo de ropa debe ser además antiestática.

#### **5.13.2.3 CANTIDAD Y UTILIZACIÓN DE EPI'S EN LA 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 utilizarán exclusivamente durante la realización de trabajos de reparación, mantenimiento o construcción de equipos en altura.

## Protección individual en ARROL: equipos de seguridad.

### 1 | Equipo de Protección Individual habitual

Se trata de la indumentaria más común con el fin de preservar la seguridad de los trabajadores.

#### B | Protectores auditivos

Protegen los oídos contra los ruidos. El operario puede escoger entre tapones desechables y orejeras adaptables al casco.

• Las orejeras acopladas a casco permiten tres posiciones de colocación: trabajo, aterrizaje y parada. Su atenuación media es de 33 dB.

• Los tapones son de espuma de poliuretano con película de sellado antiparticulas. Son moldeables y su atenuación media es de 27 dB.



#### F | Guantes

Protegen las manos contra todo tipo de riesgos mecánicos.

• Guante de piel de vacuno muy confortable.

• Protección frente a riesgos mecánicos: resistencia a la abrasión, al corte, al rasgado y a la perforación.



#### A | Casco de seguridad

Fabricado en ABS, material termoplástico utilizado por su gran capacidad de absorción en caso de golpes, bajo peso y su alta resistencia química.

• Protección para la cabeza frente a la caída de objetos desprendidos o de los trabajadores.

• Protección térmica (hasta 150°).

• Aislamiento eléctrico (hasta 1.000 V).

#### C | Gafas

Aportan protección frente a la radiación ultravioleta y a impactos de partículas.

• Proyección de partículas de alta velocidad y baja energía.

• Radiación ultravioleta con deslumbramiento.

#### D | Ropa de trabajo ignífuga

El uniforme básico se compone de chaqueta y pantalón azul oscuro y camisa azul. Están fabricados en Nomex Delta Comfort: Nomex (93%), Kevlar (5%) y fibra antiestática (2%).

• Protege frente al riesgo de exposición a calor procedente de llamas.

• Protección contra quemaduras generadas por arcos eléctricos.

#### E | Calzado

La puntera y la planta son de acero. El operario puede escoger entre botas o zapato. Protegen sus pies además de utilizar materiales ligeros y confortables.

• Piel transpirable, hidrófuga y resistente a aceites.

• Punta de acero antiperforación y plantilla antiestática.

• Suela antideslizante, aislante de frío/calor, resistente a la abrasión y a los hidrocarburos.

#### B | Botas de trabajo

Plantilla de acero antiperforación

Suela aislante y resistente

Zapato de trabajo

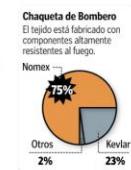
Horma ancho especial

Punta de acero antiperforación

200 julos

### 2 | Equipo de Bombero

Es la ropa que visten los Bomberos a la hora de enfrentarse a un fuego o un accidente. Posee unos altos niveles de protección frente a las llamas, la radiación y cualquier tipo de líquido.



Los bomberos llevan debajo de su equipo el Equipo Individual habitual.

Cubrepantalón

Botas de intervención

Guantes

Chaqueta

Pantalla de protección térmica y UVA

Casco con equipo de comunicación craneal

### 3 | Traje de alquileración

Es el equipo de protección química. Entre sus componentes se encuentra el vitón, que es una goma específica, resistente a las sustancias químicas ácidas.



Detalle de enganche de oxígeno clínico. El traje de alquileración posee en la parte de atrás una vía de aire, para ser utilizada en caso de necesidad.

Figura 28. EPI de ARROL.

### 5.13.3 OBLICACIÓN DE LOS TRABAJADORES EN PREVENCIÓN DE RIESGOS

El artículo 29 de La Ley de Prevención de Riesgos Laborales asigna al trabajador la obligación de velar por su propia seguridad y salud en el trabajo y por la de aquellas otras personas a las que pueda afectar su actividad profesional.

En particular los trabajadores con arreglo a su formación y siguiendo las instrucciones del empresario deberán:

- Usar adecuadamente las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y, en general, cualesquiera otros medios con los que desarrolle su actividad.



- Utilizar y mantener correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario, solicitando su reposición en caso de deterioro.
- No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes.
- Informar de inmediato a su superior jerárquico directo acerca de cualquier situación que, a su juicio, entrañe un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- Cooperar con el empresario para que éste pueda garantizar unas condiciones de trabajo que sean seguras y no entrañen riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- El incumplimiento de las obligaciones en materia de prevención de riesgos a los que se refieren los apartados anteriores tendrán la consideración de incumplimiento laboral a los efectos previstos en el artículo 58.1 del Estatuto de los Trabajadores.



## 5.14 HIGIENE DE LA PLANTA

En primer lugar, todos los materiales de construcción utilizados así como los equipos se puedes limpiar sin problemas. Para llevar al cabo la limpieza de la planta se primeramente un sistema CIP, *Cleaning in Place*, seguidamente, para eliminar gotas de agua u otros componentes, se procederá secar los equipos con aire comprimido. Por último para la inertización de los equipos se empleará nitrógeno.

De acuerdo al Real decreto 486/1997, las operaciones de limpieza de la planta no suponen un riesgo para la salud de los trabajadores y éstas se realizarán de manera periódica y siempre que sea necesaria.

Por otro lado, siguiendo lo estipulado en el Real decreto 486/1997, será necesario aplicar unas disposiciones concretas a los lugares de trabajo, de manera que se pueda garantizar una higiene que no implique riesgos en la salud del trabajador. Dichas disposiciones son: agua potable, vestuarios, retretes y locales de descanso.



## 5.15 PRIMEROS AUXILIOS

Entendemos por Primeros Auxilios el conjunto de técnicas y actuaciones que permiten la atención inmediata de un accidentado o enfermo repentino, en el mismo lugar de los hechos, hasta que se pueda obtener la asistencia médica profesional, evitando agravar o empeorar las lesiones que haya sufrido, haciendo sólo aquello de lo que estemos totalmente seguros.

A la persona capacitada para aplicar estas técnicas, la llamaremos Socorrista.

Ante cualquier accidente debemos recordar la palabra P.A.S., que está formada por las iniciales de tres actuaciones básicas para empezar a atender a la víctima; Proteger el lugar de los hechos. Avisar a los servicios de socorro. Socorrer.

Una vez activado el Sistema de Emergencia (P.A.S.) y a la hora de socorrer, se debe establecer un método único que permita identificar las situaciones vitales o de Emergencia Médica y las de Urgencia Médica.

Es imprescindible disponer de un esquema de actuación que denominaremos Evaluación Inicial.

La evaluación inicial del paciente consistirá en valorar de forma global su estado para determinar el alcance de sus lesiones y permitirnos priorizar la actuación adoptando las medidas necesarias en cada caso.

Se efectuará en el lugar de los hechos y constará de dos fases:

### VALORACIÓN PRIMARIA. Soporte Vital Básico (S.V.B.)

Se trata de identificar las situaciones que pueden amenazar de forma inmediata la vida del accidentado.

Para ello es importante conocer que el órgano más delicado del ser humano es el cerebro cuya función es coordinar y ordenar el buen funcionamiento del resto del organismo. Si éste falla, el resto del organismo falla también.

Las células que lo forman (neuronas) son muy delicadas, tanto que su muerte implica la imposibilidad de regeneración de las mismas. Debe vigilarse y evitarse su lesión.

Las neuronas precisan el oxígeno que transporta la sangre, oxígeno que se adquiere gracias a la respiración (pulmones) y se transporta por el impulso que realiza el corazón.

Cuando este proceso se detiene, porque la persona no puede respirar o porque el corazón no envía la sangre al cerebro, éste sufre, se lesiona y muere. Las neuronas pueden soportar esta situación durante 4 minutos sin lesionarse; a partir de ese momento y si no hemos restablecido el proceso, empiezan a morir de forma progresiva y, transcurridos 4 minutos más, se produce la muerte total del cerebro.

Comprenderemos así por qué delante de un accidentado, sea el que sea, SIEMPRE deberán buscarse las situaciones que puedan implicar daño cerebral, o lo que es lo mismo, realizar la Valoración Primaria o identificación de signos vitales, mediante el Soporte Vital Básico (S.V.B.).

1. Consciencia: Comprobar la capacidad de respuesta de la víctima.



2. Respiración: Debe valorarse si la víctima respira normalmente o no.
3. Circulación: Si la víctima no respira normalmente se iniciará de inmediato la Resucitación Cardiopulmonar (R.C.P.).

Las Hemorragias Severas deberán detenerse de inmediato.

El Soporte Vital Básico (S.V.B.) se refiere al mantenimiento de la permeabilidad de las vías aéreas y al soporte de la respiración y de la circulación, sin utilizar otros dispositivos que no sean de protección.

1. Reconocimiento precoz de la emergencia y llamada pidiendo ayuda: activación del sistema de emergencias médicas o sistema local de respuesta de emergencias, por ejemplo “telefonear al 112”. Una respuesta precoz y efectiva puede prevenir la parada cardíaca.

## 2. Resucitación Cardiopulmonar (R.C.P.) precoz.

La P.S.C. es una de las causas más importantes de muerte en Europa. Alrededor del 40% de víctimas de P.S.C. presenta una Fibrilación Ventricular (F.V.). La F.V. se caracteriza por un ritmo cardíaco rápido y caótico, dejando el corazón de bombear sangre de manera efectiva.

Muchas víctimas de Parada Súbita Cardíaca (P.S.C.) pueden sobrevivir si quienes presencian la parada actúan inmediatamente, mientras la Fibrilación Ventricular (F.V.) está todavía presente, pero la resucitación suele ser inefectiva una vez que el ritmo se ha deteriorado hacia la asistolia.

El tratamiento óptimo de la F.V. es la Resucitación Cardiopulmonar (R.C.P.) inmediata (ventilaciones de rescate y compresiones torácicas combinadas) además de la desfibrilación eléctrica.

El mecanismo predominante de parada cardíaca en víctimas de traumatismos, sobredosis de drogas, ahogamiento, y en muchos niños es la asfixia; las ventilaciones de rescate son fundamentales en la resucitación de estas víctimas.

En la mayoría de comunidades, el tiempo entre la llamada al Servicio de Emergencias Médicas (S.E.M.) y su llegada (intervalo de respuesta) es de 8 minutos o más. Durante este tiempo, la supervivencia de la víctima depende del inicio precoz, por parte de los testigos del evento, de las actuaciones incluidas en la secuencia del Soporte Vital Básico (S.V.B.).

La R.C.P. inmediata a las víctimas de parada cardíaca, aporta un flujo sanguíneo pequeño pero de trascendencia crítica al corazón y al cerebro. También incrementa las probabilidades de que una descarga de desfibrilación termine con la F.V. y permita al corazón saltar a un ritmo efectivo que genere una perfusión sistémica efectiva.

Las compresiones torácicas son especialmente importantes si la descarga no puede ser administrada antes de los 4-5 minutos tras el colapso. Por cada minuto sin R.C.P., la supervivencia de una F.V. presenciada disminuye un 7-10%. Cuando quienes presencian la Parada Cardiorrespiratoria (P.C.R.) efectúan la R.C.P., la disminución de la supervivencia es más gradual siendo su media un 3-4%.

## VALORACIÓN SECUNDARIA

Una vez aseguradas las funciones vitales, nos ocuparemos de otras lesiones (heridas, quemaduras, fracturas, etc.) y buscaremos las posibles lesiones no aparentes.



Efectuaremos la exploración detallada del accidentado, de una forma reglada, de la cabeza a los pies.

Se tranquilizará al afectado y le informaremos sobre lo que le estamos haciendo.

1. Cabeza:

- Buscar heridas.
- Ver si emana sangre por la nariz o por los oídos (signo de posible fractura del cráneo).
- Observar si existen lesiones oculares.
- Ver el aspecto de la cara (frialdad, sudoración,...).

2. Cuello:

- No movilizarlo si hay dolor, y si hay que hacerlo, mantener la cabeza, el cuello y el tronco como un bloque.
- Buscar heridas.
- Aflojar las prendas ajustadas al cuello (cuellos de camisa, corbatas, collares, cadenas,...).

3. Tórax:

- Buscar heridas o deformidades.
- Valorar los movimientos respiratorios y dificultad en los mismos.
- Localizar zonas dolorosas.

4. Abdomen:

- Buscar heridas.
- Localizar zonas dolorosas.
- Palpar si es blando y depresible o rígido.
- Pensar en daños internos.

5. Extremidades:

- Examinar en busca de heridas, sangrados, deformidades, inflamación, dolor, etc.
- Explorar la sensibilidad y la movilidad para detectar una lesión medular.



# Principios básicos de primeros auxilios

Cómo actuar frente a una **emergencia médica**

**Ante un accidente...**

**P**rotege  
Si no puedes mover al accidentado, estanca el lugar.

**A**visa al 061

**S**ocorre  
Evalúa al accidentado:  
- su estado de conciencia  
- su pulso  
- su respiración  
- la existencia de hemorragias

**DECÁLOGO DE CONDUCTA**

Estar tranquilo para actuar.  
Rocar una composición de lugar.  
Si no vas a mover al accidentado, hacerlo con mucha  
precaución, manteniendo alineado la columna y  
moviendo lo menos posible las extremidades  
hacia el accidentado.  
Mantener al accidentado seco y caliente, en lugar  
protegido.

**No hacer más de lo imprescindible**  
**No correr ni tirar a una persona inconsciente**  
**No dejar inviada sola al accidentado**  
**No intentar resucitar a un accidentado claudicante**  
**No intentar sacar a nadar si no se tiene buenos conocimientos**  
Controlar las hemorragias mediante compresión  
En las quemaduras, aliviar el dolor sólo con agua fría.  
Atestar al **061**, pedir ayuda.

1
2
3

**ACTUACIÓN FRENTE A UNA VICTIMA EN EL SUELO**

Respira calmada en el suelo, sin estreñir la boca.

**Si la persona responde:**

- Si respira: coloca en el suelo un cojín o almohada.
- Si no respira: coloca en el suelo una almohada y realiza respiración boca a boca.
- Si no responde:
- Si respira: coloca en el suelo una almohada.
- Si no responde y respira:
- Si respira: coloca en el suelo una almohada.
- Si no responde y no respira:
- Si respira: coloca en el suelo una almohada.

**ASFIXIA. Atropellamiento por automóvil y otros accidentes extraños**

Si la víctima responde por respiración: si es consciente, coloca en el suelo una almohada.

**Si la persona responde:**

- Si respira: coloca en el suelo una almohada.
- Si no respira: coloca en el suelo una almohada y realiza respiración boca a boca.
- Si no responde:
- Si respira: coloca en el suelo una almohada.
- Si no responde y respira:
- Si respira: coloca en el suelo una almohada.
- Si no responde y no respira:
- Si respira: coloca en el suelo una almohada.

**INTOXICACIONES Y EXPOSICIONES A PRODUCTOS QUÍMICOS**

Si la persona responde por respiración: si es consciente, coloca en el suelo una almohada.

**Si la persona responde:**

- Si respira: coloca en el suelo una almohada.
- Si no respira: coloca en el suelo una almohada y realiza respiración boca a boca.
- Si no responde:
- Si respira: coloca en el suelo una almohada.
- Si no responde y respira:
- Si respira: coloca en el suelo una almohada.
- Si no responde y no respira:
- Si respira: coloca en el suelo una almohada.

**REANIMACIÓN CARDIO-PULMONAR BÁSICA**
**LITOTOMÍA O DESMAYO. Puedes usar o parar el resucitador**

**PROCESO TRAUMÁTICO**
**Agresión sexual**

**Pida ayuda y permanezca junto a la víctima**

**Figura 29. Guía rápida de primeros auxilios.**

5.143