

MANUAL DE PIROTECNIA



CONSEJO SUPERIOR DE COLEGIOS
DE INGENIEROS DE MINAS

MANUAL DE PIROTECNIA



CONSEJO SUPERIOR DE COLEGIOS
DE INGENIEROS DE MINAS





AGRADECIMIENTO

Soy de Castellón, ciudad bañada por el mar Mediterráneo, donde cada fiesta, evento y fecha señalada se celebra con una traca, una mascletá o un castillo de fuegos artificiales.

Aquel niño que fui tiraba petardos en las fiestas de su ciudad, ignorando que la pólvora corría por sus venas. El destino me llevaría a estudiar Ingeniería de Minas, y cómo no, las celebraciones de Santa Bárbara en las Escuelas eran una gran efeméride para volver a oler las mezclas pirotécnicas y confiar en sus efectos sonoros y fumígenos, con el único objetivo de evitar alguna asistencia a clase o bien como excusa para evacuar algún aula.

Durante quince años fui profesor asociado de la Universidad Politécnica de Valencia, donde impartí distintas asignaturas, entre las que se encontraba la de Pirotecnia. Conseguí transmitir la pasión por el arte de la pirotecnia al alumnado, del griego “pyr” (fuego) y “te-chne” (arte), con pocas referencias escritas, casi sin manuales... a excepción del Manual del compañero Javier Gastaldi. Entre mi experiencia laboral, los conocimientos adquiridos y la pasión por aprender y enseñar, resurgió aquel vínculo con la pólvora, emulando a los viejos polvoristas, y como resultado, este Manual que ahora tienes en tus manos.

Querido compañero, espero que te sea útil, que cubra tus expectativas, te ayude a afrontar los retos profesionales y sobre todo que resuelva tus posibles dudas. Pero también poseo el firme convencimiento, de que el Manual podrá ser utilizado en las Escuelas de Ingeniería de Minas, para que los futuros titulados puedan iniciarse en el apasionante mundo de la Pirotecnia.

Mi agradecimiento a Juan Manrubia Conesa (q.e.p.d), por hacerme ver que existía un vacío en cuanto a formación e información sobre pirotecnia. Gratitud que quiero compartir con mis compañeros y amigos, José García García y Antonio Lucius Comerzara, por su incansable respaldo en las reuniones del Consejo Superior, y cómo no, a todos los Decanos y Vocales de los Colegios Territoriales, y en concreto a los de mi Colegio de Levante, que creyeron y siguen creyendo en este proyecto y en mí, para llevarlo a cabo.

A mi familia, por las horas robadas y las ausencias no compensadas.

Luis Oria

Autor





INTRODUCCIÓN AL REAL DECRETO 989/2015

1. MARCO LEGISLATIVO DEL REGLAMENTO DE PIROTECNIA. RD 989/2015

El sector pirotécnico en España cuenta con 120 empresas y factura en torno a 100 millones de euros, de los cuales 70 millones corresponden a espectáculos y 30 a venta directa, y el 50% de esta facturación se produce en la Comunitat Valenciana. La fiesta de la pólvora es una gran tradición que da trabajo a millares de personas en toda España. Además, el principal volumen de negocio está en el exterior y las empresas valencianas concentran el 40% de lo exportado a nivel nacional, siendo EEUU, Francia y Japón los principales mercados. *"Esto demuestra que el resto de países mira a España y en concreto a la Comunitat Valenciana (como ejemplo), dada la importancia del sector de la pirotecnia y el arraigo social y cultural del uso de los artificios de pirotecnia"*, según declaraciones de Vicente Caballer.

El vigente Reglamento de Artículos Pirotécnicos y Cartuchería, RD 989/2015, surge debido a las siguientes necesidades y exigencias legales, culturales y técnicas derivadas de:

Armonización de Normativa Europea

A través de la mejora y detección de ciertas lagunas y obsolescencias que presentaba el Reglamento de Explosivos 230/1998, puesto que los avances y especialización del sector de la pirotecnia española

exigía poseer un reglamento único y específico, diferenciado del reglamento de explosivos.

La aprobación por parte del Parlamento Europeo y el Consejo en el año 2007 de la Directiva 2007/23/CE, de 23 de mayo de 2007 sobre la puesta en el mercado de artículos pirotécnicos, obligaba a ser incorporada al ordenamiento jurídico interno español antes del 4 de enero de 2010. De entre las consideraciones tenidas en cuenta para la publicación de la citada Directiva 2007/23/CE, aparece la realidad de que las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los diferentes Estados miembros sobre la puesta en el mercado de artículos pirotécnicos eran bastante divergentes, especialmente en lo que respecta a aspectos como la seguridad y características de funcionamiento del producto pirotécnico. La Directiva que se transpone armoniza la regulación referente a la puesta en el mercado de artículos pirotécnicos, a fin de garantizar su libre circulación en el mercado interior, asegurando al mismo tiempo un alto nivel de protección de la salud humana, de la seguridad y protección de los consumidores, así como de los usuarios profesionales finales.

Del mismo modo, el 12 de junio de 2013, fue aprobada la Directiva 2013/29/UE, del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre la armonización de las legislaciones de los Estados miembros en materia de comercialización de artículos pirotécnicos (versión refundida), por la

que se modifica y posteriormente deroga la Directiva 2007/23/CE, de 23 de mayo de 2007. La aprobación de esta nueva directiva hizo necesaria, en primer lugar, una modificación del Reglamento de artículos pirotécnicos y cartuchería, aprobado por Real Decreto 563/2010, de 7 de mayo, que se llevó a cabo mediante la Orden PRE/647/2014, de 25 de abril, por la que se modificaba la Instrucción Técnica Complementaria número 2, “*Requisitos esenciales de seguridad de artificios pirotécnicos, otros artículos pirotécnicos y dispositivos de ignición*”, del mismo.

Finalmente, en la elaboración del RD 989/2015, se ha tenido un especial cuidado para que las nuevas exigencias reglamentarias no entorpecieran ni obstaculizaran determinadas celebraciones tradicionales populares, festividades religiosas y culturales intensamente extendidas y arraigadas en nuestra nación, al igual que se hizo en su día con el Real Decreto 563/2010, de 7 de mayo.

Consideraciones técnicas y legales

Las transformaciones administrativas, económicas y técnicas producidas desde el año 1.998 en el que fue promulgado el Reglamento de Explosivos, aprobado por Real Decreto 230/1998, de 16 de febrero, hacían necesaria una revisión global de dicho Reglamento en cuanto a los artículos pirotécnicos y a la cartuchería se refiere. Esta separación de la normativa, basaba su justificación lógica en el hecho de que los requerimientos técnicos en el ámbito de la seguridad de los diferentes tipos de materias reglamentadas (explosivos de uso civil, por un lado, y artículos pirotécnicos y cartuchería, por otro) no poseían el mismo grado de complejidad y exigencia. El vigente Reglamento de Explosivos Real Decreto 130/2017, de 24 de fe-

brero, con ámbito normativo en dicha materia, ya no regula la fabricación, transporte y utilización de los artificios pirotécnicos de acuerdo con las nuevas realidades técnicas del sector y las exigencia sociales y culturales, dando la importancia y entidad suficiente al Sector de la Pirotecnica.

Consideraciones culturales

El vigente Reglamento de Artículos Pirotécnicos y Cartuchería se ha elaborado con especial cuidado y respeto, de forma que las exigencias reglamentarias no entorpecieran ni obstaculizaran determinadas celebraciones tradicionales populares, festividades religiosas y culturales intensamente extendidas y arraigadas en nuestra nación, al igual que se hizo en su día con el Real Decreto 563/2010, de 7 de mayo. El uso de artículos pirotécnicos en tales eventos, se articuló garantizando que la seguridad de los participantes (trabajadores, usuarios y público) no fuese una contrapisa u obstáculo para el desarrollo de las manifestaciones asociadas a la pirotecnia y al secular uso de la cultura del fuego, como manifestación o expresión cultural, festiva e incluso religiosa. Actualmente esta motivación sigue vigente con el RD 989/2015.

2. NOMENCLATURA

1. Materia reglamentada en la pirotecnia: Materias explosivas que forman parte de los artículos pirotécnicos y que tienen efecto detonante o pirotécnico. También se considerará materia reglamentada la pólvora negra fabricada en los talleres para su propio uso como materia prima. **La materia reglamentada se compone de:**

- a) Materia detonante que está destinada a producir efecto de trueno y apertura en algunos artículos pirotécnicos.
 - b) Materia pirotécnica que está destinada a producir los efectos no detonantes en los artículos pirotécnicos.
2. **Artificio de pirotecnia:** artículo pirotécnico con fines recreativos o de entretenimiento.
 3. **Artículo pirotécnico destinado al uso en teatros:** artículo pirotécnico diseñado para su utilización en escenarios al aire libre o bajo techo.
 4. **Fabricante:** persona que diseñe o fabrique un producto contemplado en el presente Reglamento o para su puesta en el mercado, bajo su propio nombre o marca.
 5. **Importador:** toda persona establecida en la Comunidad Europea que, ponga en el mercado comunitario un producto de un tercer país.
 6. **Distribuidor:** toda persona integrada en la cadena de distribución de un producto en el mercado.
 7. **Experto:** persona autorizada para manipular artificios de pirotecnia.



Imagen 1. Artificios categoría 1.

3. CLASIFICACIÓN DE LOS ARTIFICIOS PIROTÉCNICOS

1. Artificios de pirotecnia:

- Categoría 1: artificios de pirotecnia de muy baja peligrosidad y ruido, destinados a ser usados en zonas delimitadas.
- Categoría 2: artificios de pirotecnia de baja peligrosidad y ruido destinados a ser utilizados al aire libre en zonas delimitadas.
- Categoría 3: artificios de pirotecnia de peligrosidad media destinados a ser utilizados al aire libre en zonas de gran superficie y



Imagen 2. Artificios categoría 2.



Imagen 3. Artificios categoría 3.



Imagen 4. Artificios categoría 4.

cuyo nivel de ruido no sea perjudicial para la salud humana.

- Categoría 4: artificios de pirotecnia de alta peligrosidad destinados al uso exclusivo por parte de expertos y cuyo nivel de ruido no sea perjudicial para la salud humana.
 - a) Artículos pirotécnicos destinados al uso en teatros.
 - Categoría T1: artículos pirotécnicos de baja peligrosidad para su uso sobre escenario.
 - Categoría T2: artículos pirotécnicos para su uso sobre escenario que deban ser utilizados exclusivamente por expertos.
 - b) Otros artículos pirotécnicos:
 - Categoría P1: todo artículo pirotécnico que no sea un artificio de pirotecnia ni un artículo pirotécnico destinado al uso en teatros y que presente una baja peligrosidad.
 - Categoría P2: todo artículo pirotécnico que no sea un artificio de pirotecnia ni un artículo pirotécnico destinado al uso en teatros y que deba ser manipulado o utilizado exclusivamente por expertos.
 - c) Artículos pirotécnicos de utilización en la marina:
 - Señales fumígenas.
 - Señales luminosas.
 - Señales sonoras.
 - Lanzacabos, etc.

Quedan excluidos del ámbito de aplicación del RD 989/2015 y se regulan por su reglamenta-



Imagen 5. Artificios categoría 4 de uso en teatro y espectáculos.

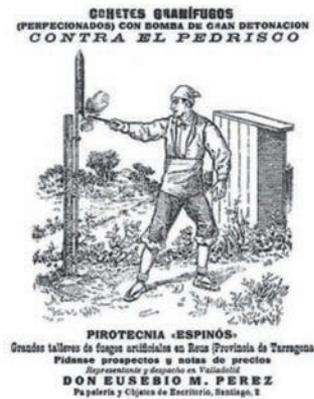


Imagen 6. Publicidad antiguos artificios utilizados en meteorología.



Imagen 7. Artificios categoría 4, subcategoría P2, para utilización en minería e ingeniería civil.



Imagen 8. Artificios categoría 4, para utilización en ámbito naval y marítimo.

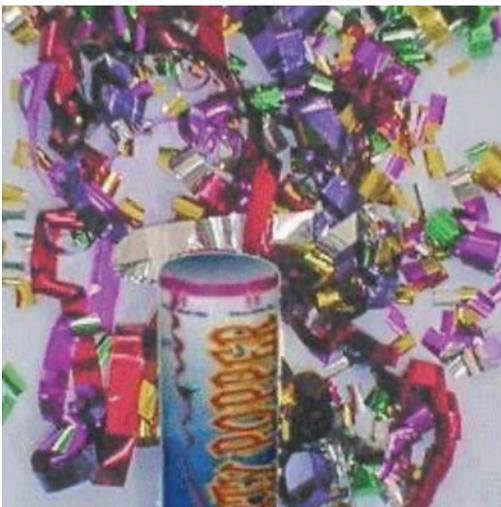


Imagen 9. Artículos de fiesta, iniciados por aire comprimido, exentos de aplicación del RD 989/2015.

ción específica. No se ajustan a las anteriores categorías:

- Los artículos pirotécnicos y la cartuchería destinados al uso en la industria aeroespacial (eyección asientos pilotos, etcétera).
- Las materias que en sí mismas no sean explosivas, pero que puedan formar mezclas explosivas de gases, vapores o polvos, y los artículos que contengan materias o mezclas explosivas de materias en cantidad tan pequeña, o de tal naturaleza, que su iniciación por inadvertencia o accidente no implique ninguna manifestación exterior en el artefacto que pudiera traducirse en proyecciones, incendio, desprendimiento de humo, calor o fuerte ruido.
- Los artículos pirotécnicos destinados al uso no comercial por parte de las Fuerzas Armadas y las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad. No obstante, a los Cuerpos de Policía dependientes de las Corporaciones Locales les será de aplicación el artículo 136 del Reglamento, en lo referente a adquisición de cartuchería.
- Los artículos pirotécnicos destinados al uso no comercial por parte de los cuerpos de bomberos.
- Los pistones de percusión concebidos específicamente para juguetes incluidos en el ámbito



Imagen 10. Pistones de percusión de utilización en juguetes.

de aplicación del Real Decreto 880/1990, de 29 de junio, por el que se aprueban las normas de seguridad de los juguetes y modificaciones posteriores.

- Los cartuchos de impulsión o fogueo con una carga de pólvora menor o igual a 0,3 gramos netos.

Edades de utilización

Las Comunidades Autónomas podrán disminuir las edades mínimas para el uso de los artificios de pirotecnia de las categorías 1 y 2, respecto a lugares y horarios concretos durante el desarrollo de arraigadas costumbres. Para ello deberá cumplirse:

- a) Que la edad de los usuarios de artificios de pirotecnia de la categoría 1 sea de, al menos, ocho años y que la edad de los usuarios de artificios de pirotecnia de la categoría 2 sea de, al menos, diez años.



MINERÍA, AGUAS PIROTECNIA TRABAJOS ESPECIALES



rodes@rodesingenieria.com / www.rodesingenieria.com





Imagen 11. Menores utilizando artificios pirotécnicos en fiestas tradicionales de la Comunitat Valenciana.

- b) Que los usuarios con edades comprendidas en los límites fijados por las comunidades autónomas hayan recibido una formación suficiente sobre las características de cada producto, así como sobre su utilización segura.
- c) Que la utilización de los productos por parte de tales usuarios objeto de la disminución de edad se realice bajo la supervisión de un adulto y haya sido previamente autorizada por escrito por quien ostente su patria potestad o tutela.
- d) Que se adopten todas las medidas necesarias para garantizar la correcta aplicación de los límites de edad definidos por las comunidades autónomas.

Además de las características propias de los locales de venta de material pirotécnico, se deberán cumplir las especificaciones que afecten al comerciante, desarrolladas en el Real Decreto 989/2015 o el Reglamento de Artículos Pirotécnicos y Cartuchería, tales como normas de segu-

ridad en el transporte, almacenamiento máximo, normas de seguridad durante la venta...

Tipo de marcado que deben llevar los artículos de venta en establecimientos autorizados:

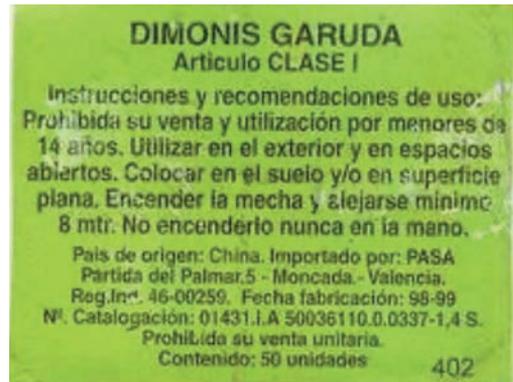
- Los distribuidores, deberán comprobar que el artículo pirotécnico lleva la marca de conformidad requerida y va acompañado de los documentos exigidos.
- Sólo se podrán poner en el mercado, los artículos pirotécnicos que ostenten el marcado CE.
- El marcado CE no se colocará ilícitamente sobre ningún artículo pirotécnico.
- El marcado CE deberá colocarse de manera visible, legible e indeleble sobre los artículos pirotécnicos o, sobre la etiqueta fijada a éstos en los envases y embalajes.
- El modelo que habrá de utilizarse para el marcado CE será el dispuesto en la Instrucción técnica complementaria número 7 del presente Reglamento.
- No se colocará sobre los artículos pirotécnicos ninguna marca que pueda inducir a error a terceros.

Cómo almacenar los productos:

- Las materias y objetos habrán de estar acondicionados para su mejor almacenamiento y conservación.
- Los productos que se almacenen con sus envases o embalajes originales de transporte deberán ir cerrados y mantendrán la división.
- Todo lo referente a transporte, de acuerdo con lo dispuesto en el transporte de mercancías peligrosas.

Envases y embalajes:

- Envase es el recipiente de retención destinado a contener productos pirotécnicos o cartuchería.
- Embalaje es la protección externa con que se dota a ciertos envases.
- Todo envase exterior deberá someterse a pruebas y a homologación con arreglo a las disposiciones relativas al transporte de mercancías peligrosas.
- En el exterior de los envases y embalajes deberán figurar las marcas, duraderas y visibles, que indique su conformidad al tipo de diseño homologado.
- En cada envase exterior o embalaje de artículos pirotécnicos deberán figurar, redactados al menos en castellano, las frases:



1. Riesgo de explosión por choque, fricción o fuego.
2. Protéjase de fuentes de calor. No fumar.
3. Los envases y embalajes con residuos peligrosos, deberán llevar las mismas etique-



Locales de venta y puesta a disposición del público de artículos pirotécnicos

- La venta al público de artificios de las categorías 1, 2, 3, T1, P1 podrá efectuarse en locales de venta permanentes, con o sin almacén anexo. También podrá efectuarse la venta temporal de dichos artificios de pirotecnia en locales y casetas móviles, con o sin almacén anexo, instaladas en la vía pública o en terrenos de propiedad privada.
- Los artificios pirotécnicos de categoría 1, podrán venderse en cualquier establecimiento comercial previa notificación a la Intervención de Armas y Explosivos de la Comandancia dónde radique el establecimiento, en la que se deberán indicar los productos concretos, siempre y cuando la cantidad máxima almacenada sea inferior o igual a 5 kilogramos brutos.
- Los artículos pirotécnicos de uso en la marina podrán ser vendidos en locales náuticos.

tas de peligro que si no hubiesen sido utilizados, hasta que se proceda a su destrucción.

En el etiquetado de los artículos pirotécnicos deberán figurar:

1. El nombre y la dirección del fabricante.
2. Nacionalidad.
3. En caso de que el fabricante no esté establecido en la Comunidad Europea, el nombre del fabricante y el nombre y la dirección del importador.
4. El nombre y tipo de artículo.
5. La edad mínima que se indica en el artículo 121.
6. La categoría correspondiente.
7. Las instrucciones de uso.
8. El año de producción para los artificios de pirotecnia de las categorías 3 y 4.
9. El etiquetado incluirá la cantidad de materia reglamentada.
10. En los artificios de pirotecnia figurará, además su categoría.

Venta y puesta a disposición:

Titulares de un depósito de productos terminados pirotécnicos

1. La titularidad de un depósito de productos terminados pirotécnicos conllevará la autorización de venta de los productos que en él se almacenen, excepto la venta directa al público general.
2. No obstante los titulares de un taller o de un depósito de productos terminados podrán obtener la autorización para un establecimiento de venta al público general adscrito a sus instalaciones.
3. Comprobación de las condiciones de venta y puesta a disposición.
4. La unidad mínima de venta al público, será el envase, prohibiéndose la venta de unidades sueltas fuera de él.
5. Edades mínimas para la venta y puesta a disposición de los artículos pirotécnicos:
 - a) Categoría 1: 12 años → 8 años (Comunidad Valenciana DECRETO 19/2011, de 4 de marzo, del Consell, por el que se reconoce el carácter religioso, cultural o tradicional de las manifestaciones festivas celebradas en la Comunitat Valenciana en las que se utilizan artificios de pirotecnia.)

- b) Categoría 2: 16 años→10 años (Comunidad Valenciana DECRETO 19/2011, de 4 de marzo, del Consell, por el que se reconoce el carácter religioso, cultural o tradicional de las manifestaciones festivas celebradas en la Comunitat Valenciana en las que se utilizan artificios de pirotecnia.)
- c) Categoría 3: 18 años.

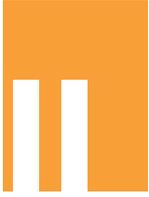
Personas autorizadas para la venta al público de artículos pirotécnicos

- La venta y puesta a disposición del público de artículos pirotécnicos se realizará por personas autorizadas.
- Únicamente se venderán y suministrarán productos conformes con el Reglamento 989/2015.
- Serán personas autorizadas para la venta, aquellas personas que cuenten con un establecimiento autorizado según la Instrucción técnica complementaria número 17 del RD 989/2015.
- Queda expresamente prohibido el envío de los productos que hayan sido vendidos al público por correspondencia.
- Las autorizaciones de locales de venta podrán ser exigidas en todo momento por la autoridad competente.



Luis Verde, 23 - VALSEQUILLO - Gran Canaria
Tlfs.: 928 705 402 - fax: 928 571 989 - móvil.: 639 417 742
info@pirotecniasanmiguel.es

www.pirotecniasanmiguel.es



CRITERIOS DE DISEÑO DE TALLERES DE PIROTECNIA

1. Marco legislativo
2. Relación del taller respecto a su entorno
3. Clasificación de zonas, secciones y edificios
4. Distribución en planta del taller. Distancias entre instalaciones y edificios
 - 4.1. Alcance de producción
 - 4.2. Procesos de fabricación
 - 4.3. Actividad del taller
 - 4.4. Construcción
 - 4.5. Terreno
 - 4.6. Defensas
5. Emplazamiento del taller
 - 5.1. Distancias entre edificios o locales peligrosos
 - 5.2. Distancias entre almacenes de productos terminados y auxiliares
6. Tipología y clasificación de edificios
 - 6.1. Edificios peligrosos. Características comunes a todos los edificios peligrosos
 - 6.2. Edificios de trabajo o proceso
7. Defensas contra explosiones
 - 7.1. Tipología y relación entre edificio-defensa
 - 7.2. Defensas contra las bolas de fuego y las proyecciones de restos de explosiones
8. Protección activa contra incendios
 - 8.1. Configuración del taller de pirotecnia
 - 8.2. Justificación del riesgo de fuego forestal
 - 8.3. Dotación medios contra incendios
 - 8.4. Equipos portátiles de protección contra incendios, extintores
 - 8.5. Otros sistemas
 - 8.6. Señalización
 - 8.7. Requisitos constructivos del establecimiento industrial
9. Sistema de protección contra descargas eléctricas atmosféricas. protección contra el rayo ITC-9
 - 9.1. Evaluación del riesgo de caídas de rayo sobre instalaciones
 - 9.2. Tipo de pararrayos a instalar
- 10.- Cumplimiento de la Instrucción Técnica Complementaria Número 10.
11. Servicios de protección inmediata de los talleres y depósitos, ITC 11
12. Tratamiento de productos destinados a eliminación o inertización, ITC 12
- 13.- Instalaciones eléctricas, ITC-13
- 14.- Disposiciones relativas a la seguridad y salud para la protección de los trabajadores frente al riesgo de explosión, ITC 14

1. MARCO LEGISLATIVO

El RD 989/2015, describe en el TÍTULO II. Talleres. y en la correspondiente Instrucción Técnica Complementaria (ITC9), todo lo referente a las exigencias que deben cumplir los Talleres de fabricación de productos pirotécnicos.

Los talleres de fabricación de artículos pirotécnicos, cartuchería, talleres de preparación y montaje de espectáculos con artificios de pirotecnia, deberán cumplir una serie de condiciones y poseer los siguientes servicios e instalaciones:

1. La fabricación de artículos pirotécnicos y cartuchería sólo podrá efectuarse en talleres de fabricación oficialmente autorizados.
2. Los talleres de fabricación estarán formados por las siguientes instalaciones:
 - Locales de fabricación.
 - Depósito de productos terminados.
 - Depósito auxiliar, en el cual se almacenarán los productos semielaborados tanto de uso propio como para ser comercializados entre titulares de talleres.
 - Zonas destinadas a la eliminación o inertización de productos reglamentados.
 - Otras dependencias e instalaciones tales como oficinas, comedores, etc.
3. En el caso de que realicen espectáculos con artificios de pirotecnia, el taller de fabricación tendrá, además, la consideración de taller de preparación y montaje y deberá disponer de un local o varios locales separados de los locales de fabricación para la preparación y montaje de actividades. Estos talleres de preparación y montaje son aquellos que, sin tener producción de artículos de pirotécnicos, están formados por uno o varios locales de montaje y preparación de espectáculos ubicados conforme a lo dispuesto en la ITC9, además de con un depósito de productos terminados de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 42.3 del RD 989/2015.
4. Instalaciones, art 23. Las instalaciones que integran el taller, deberán situarse dentro de un recinto vallado cuya localización deberá cumplir las distancias determinadas en la Instrucción técnica complementaria número 9, entre ellas y con los elementos exteriores que se establecen.
5. Inspecciones de los talleres, art 32-37. Como en toda actividad industrial, los organismos públicos con competencias de autorización e inspección son múltiples, destacándose:
 - La inspección en materia de seguridad industrial y laboral de los talleres corresponderá al Área de Industria y Energía de la Subdelegación del Gobierno de provincia de implantación del Taller. Para el desarrollo de las inspecciones en materia de seguridad industrial, las Áreas de Industria y Energía podrán requerir a la empresa titular del taller el informe de una entidad colaboradora de la Administración. Dicho Área velará porque las instalaciones y actividades se acomoden a las autorizaciones oficiales en que se ampare su funcionamiento.
 - La inspección sobre medidas de seguridad ciudadana de los talleres y el control de las materias reglamentadas que se encuentren almacenadas en ellos corresponde a las distintas Intervenciones de Armas y Explosivos de la Guardia Civil, quienes podrán realizar, sin previo aviso, cuantas inspecciones estimen necesarias. Las anomalías observadas

serán puestas por la Intervención Central de Armas y Explosivos en conocimiento de la Delegación del Gobierno correspondiente y del titular del taller para su subsanación dentro de un plazo indicado.

Talleres de pirotecnia. Sección 1.ª

Normas generales.

Obligaciones relativas a los depósitos.

Artículo 42

- Los talleres de fabricación de pirotecnia estarán obligatoriamente dotados, al menos, de un depósito de productos terminados distanciado de las zonas de fabricación y de las oficinas, formado por almacenes donde se guardarán los artículos pirotécnicos terminados de fabricación propia y, si procede, los artículos pirotécnicos terminados procedentes de terceros fabricantes, así como productos semielaborados para su puesta en el mercado. La capacidad de los almacenes de este depósito no podrá superar la dispuesta para los almacenes de depósitos de productos terminados no asociados a un taller.
- El taller de fabricación deberá disponer, al menos, de un depósito auxiliar dentro del recinto de fabricación formado por almacenes auxiliares que puedan albergar las materias y objetos necesarios para la fabricación de los artículos, otras materias primas, las materias reglamentadas en el ámbito del RD 989/2015 y los productos semielaborados. Además, el taller contará con locales auxiliares para el almacenamiento de material inerte.
- En caso de que un taller no sea de fabricación, porque sea exclusivamente de preparación y montaje de espectáculos de artificios pirotécni-

cos realizados por expertos, deberá estar obligatoriamente dotado, al menos, de un depósito de productos terminados distanciado de los locales de preparación, montaje, y de las oficinas, formado por almacenes donde se guardarán los artículos pirotécnicos terminados procedentes de terceros fabricantes. La capacidad de los almacenes de este depósito, no podrá superar la dispuesta para los almacenes de depósitos de productos terminados no asociados a un taller.

Dirección técnica. Artículo 43

- El empresario titular del taller, como responsable de la seguridad de las instalaciones, designará la dirección técnica que corresponderá a un encargado con capacitación profesional que le faculte para ello, a cuyo nombramiento deberá dar conformidad expresa el Delegado del Gobierno en la Comunidad Autónoma, previo informe del Área de Industria y Energía.
- Dicha dirección velará por el funcionamiento y salvaguarda del taller y, en particular, por el cumplimiento de las medidas de seguridad aplicables.

Seguridad industrial. Artículo 44

- En el proyecto de solicitud de autorización de un taller, se deberá justificar expresamente el correcto cumplimiento de las disposiciones establecidas en el presente Reglamento en materia de seguridad industrial y en particular las establecidas en las Instrucciones técnicas complementarias números 9, 12 y 14. Además, se deberá justificar el cumplimiento de lo dispuesto en la normativa vigente en cuanto a medidas de seguridad contra incendios en establecimientos industriales.

Artículo 46. Personal, señalización y locales de trabajo

- Los empleados en un taller de pirotecnia deberán utilizar EPI's especiales que les facilite la empresa, adecuados a las materias que manipulen y a las operaciones que realicen con ellas, cuando las condiciones del trabajo lo requieran.
- No se deberá encender fuego ni almacenar materias inflamables o fácilmente combustibles en el interior o en las proximidades de los edificios o locales peligrosos, a no ser por causa ineludible y previa la adopción de las medidas de seguridad pertinentes. Tampoco podrá penetrarse en dichas dependencias con objetos susceptibles de producir chispas o fuego, salvo autorización especial.
- Los edificios, locales y almacenes peligrosos deberán estar claramente identificados mediante una clave numérica, alfabética o alfanumérica. Dicha clave deberá reseñarse, de forma bien visible, en el exterior del edificio, local o almacén y próxima al acceso al mismo.
- En el interior de dichos lugares, en lugar visible y junto al acceso principal, deberá disponerse una placa identificativa donde se recoja, al menos, la información siguiente:
 - a) Identificación del edificio o local.
 - b) Número máximo de personas que puede albergar simultáneamente.
 - c) Cantidad máxima de materias reglamentadas que pueda contener, si procede, y división de riesgo.
 - d) Medidas generales de seguridad.
 - e) Normas que deben adoptarse en caso de emergencia.

- Ningún empleado podrá entrar en zonas, edificios o locales peligrosos en los que no le corresponda trabajar, sin autorización especial para ello.

Comunicación de accidentes.

Artículo 48

- El empresario titular del taller estará obligado a comunicar, de modo inmediato, al Área de Industria y Energía de la Delegación de Gobierno en la Comunidad Autónoma donde esté ubicado el taller, todo accidente grave o mortal que se produzca en su recinto, así como cualquier reparación que, como consecuencia del accidente, se vea obligado a ejecutar. Todo ello sin perjuicio de la obligación del empresario titular del taller de requerir de manera inmediata a aquellas otras autoridades que por naturaleza de los hechos tuvieran que intervenir. En cualquier caso, la empresa tiene obligación de informar de dichos accidentes a las Autoridades Laborales competentes cuando con ocasión de dichos accidentes se haya producido el accidente de trabajo de un trabajador de la empresa, de conformidad con lo previsto en el artículo 23.3 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, o en el ámbito de la Seguridad Social, de conformidad con lo establecido en la Orden de 16 de diciembre de 1987, por la que se establecen los modelos para la notificación de accidentes de trabajo y se dan instrucciones para su cumplimentación y tramitación.
- El empresario tiene la obligación de realizar, ante cualquier accidente laboral ocurrido en los centros de trabajo comprendidos en el ámbito de aplicación del presente Reglamento, la investigación correspondiente al objeto de determi-

nar sus causas y la necesidad de adoptar nuevas medidas de prevención y protección. Toda esta información será igualmente presentada al Área de Industria y Energía de la Delegación de Gobierno en la Comunidad Autónoma correspondiente. Adicionalmente, las conclusiones de la investigación del accidente serán remitidas a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social.

Señalización. Artículo 84

- Los almacenes del depósito deberán estar claramente identificados mediante una clave numérica, alfabética o alfanumérica. Dicha clave deberá reseñarse, de forma bien visible, en el exterior del edificio, local o almacén y próxima al acceso.
- En el interior de dichos lugares, en lugar visible y junto al acceso principal, deberá disponerse una placa identificativa donde se recoja, al menos, la información siguiente:
 - a) Identificación del edificio o local.
 - b) Número máximo de personas que puede albergar simultáneamente.
 - c) Peso neto máximo de productos que pueda contener, si procede.



Imagen 12. Señalización de seguridad industrial en el vallado perimetral de un taller de pirotecnia.

- d) Medidas generales de seguridad.
- e) Normas que deben adoptarse en caso de emergencia.

Servicio contra incendios. Artículo 85

- Será obligatoria la existencia de un servicio contra incendios, que podrá estar formado por personal del taller o depósito, para combatir el fuego que pudiera originarse en cualquiera de las instalaciones, de acuerdo con un plan previamente establecido por el titular responsable, y que deberá ser revisado anualmente.
- El personal del taller o depósito asignado eventualmente al servicio contra incendios deberá recibir instrucción periódica y equipación adecuada a los posibles riesgos.

2. RELACION DEL TALLER RESPECTO A SU ENTORNO

Como en todo proyecto de instalación industrial, deberá existir un plano u ortofoto, que contendrá los emplazamientos de las instalaciones del taller dentro de las parcelas ocupadas y terrenos limítrofes en un radio de tres kilómetros, con curvas de nivel de cinco metros de equidistancia y señalización e indicación de cuantos datos sean precisos para la plena identificación de la superficie comprendida en dicho perímetro. El tamaño de la escala a la que se deben realizar los planos ha de ser la adecuada para obtener una visión clara de la situación de los emplazamientos.

- Plano de situación. 1:50.000/1.25.000.
- Plano de emplazamiento. 1:10.000.
- Plano parcelario. 1:5.000.
- Plano de instalaciones. 1:1.000/1:500.



Imagen 13. Detalle configuración y edificios de un taller de pirotecnia.

3. CLASIFICACIÓN DE ZONAS, SECCIONES Y EDIFICIOS

La industria pirotécnica es en esencia una industria peligrosa, si bien a través de los parámetros de diseño y los procedimientos de trabajo junto a la formación del personal, el riesgo llega a asumirse e incluso minimizarse. La configuración de un taller de pirotecnia está formada por una zona convencional o no peligrosa, constituida por aquellas secciones y edificios auxiliares o complementarios, y una zona peligrosa, la más importante, constituida por aquellas secciones y edificios donde se realizan actividades con materia reglamentada o simplemente se almacenan. Además, existen otras zonas peligrosas específicas donde se realiza la destrucción de los residuos peligrosos y donde se hacen pruebas con productos pirotécnicos.



Imagen 14. Plano planta general Taller.

Dentro de la zona peligrosa del taller, es conveniente establecer una clasificación de secciones y de edificios por los riesgos inherentes a cada uno de ellos. La clasificación sigue los siguientes criterios:

- **Edificios peligrosos de riesgo alto y riesgo medio.** Son los edificios de proceso o de trabajo. Es decir, son aquellos donde se procesan, manipulan y se fabrican las composiciones y productos pirotécnicos. El riesgo en estos edificios es debido:
 - A las características del material peligroso: Sensibilidad de ignición (fricción, impacto, temperatura de inflamación, etc.), inestabilidad química (presencia de composición incompatibles, aumento de temperatura, presencia de humedad, etc.)
 - A las características de riesgo que entraña el trabajo sobre el material pirotécnico: Procesado, manipulado, fabricado, etc.

La subclasificación entre riesgo alto y riesgo medio se ha hecho considerando los siguientes aspectos:



Imagen 15. Detalle Zona de Bombos. Molienda y Mezclado de la Pólvora.



Imagen 16. Detalle bombos de molienda de bolas de color.



Imagen 17. Bombos de molienda.



Imagen 18. Detalle de máquina encapsuladora automática, impulsada por aire comprimido.

- **Riesgo alto.** Existencia de polvo explosivo en cantidad peligrosa. Alta sensibilidad de las composiciones y productos intermedios pirotécnicos a los parámetros de ignición a los que están expuestos, incluidos los debidos al trabajo procesado.
- **Riesgo medio.** No existencia de polvo explosivo peligroso o existencia en cantidad no peligrosa. Nula o pequeña sensibilidad a los parámetros de ignición por razones del producto pirotécnico (producto intermedio, producto final). Nula o pequeña sensibilidad a los parámetros de ignición por razones de trabajo o procesado.
- **Edificios peligrosos de riesgo bajo.** Son aquellos donde solo se almacenan sustancias y productos pirotécnicos, es decir almacenes de productos terminados. No están incluidos en este tipo de riesgo los polvorines para abastecimiento equivalente a un día de trabajo.
- **Edificios auxiliares.** Son aquellos donde se trabajan o almacenan cualquier tipo de material o producto no explosivo. Estos edificios pueden estar o no ubicados dentro del recinto del taller y son, por lo general, complementarios al resto de los edificios.

4. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DEL TALLER. DISTANCIAS ENTRE INSTALACIONES Y EDIFICIOS

La distancia mínima entre edificaciones o instalaciones peligrosas y las no peligrosas será como mínimo de 25 metros. En todo momento se cumplirá con lo especificado en el apartado de Distancias entre edificios o locales peligrosos. La distancia mínima entre edificaciones o instala-



Imagen 19. Casetas de trabajo y taller de pirotecnia, con las puertas abiertas durante la jornada laboral.

ciones peligrosas y las no peligrosas será, como mínimo, de veinte metros. Los criterios básicos en torno a los cuales debe definirse la distribución de las distintas secciones peligrosas y los edificios que las conforman son dos:

- Las actividades que en ellas se realizan.
- Los materiales peligrosos que en ellas están presentes.

A continuación, se citan los principales parámetros que pueden servir de base para organizar la distribución en planta de un taller pirotécnico:

1. Alcance de producción

- Producción diversificada de productos
- Producción selectiva de productos

2. Procesos de fabricación

- Procesado por máquinas (proceso industrial o semiindustrial)
- Procesado artesanal



Imagen 20. Detalle de dosificación y pesaje manual de mezcla/materia pirotecnia.

3. Actividad del taller

- Continuada
- Temporal

4. Construcción

- Edificios de un solo uso (casetas)
- Edificios multiuso (locales adosados)



Imagen 21. Casetas de elaboración y montaje en taller de pirotecnia.



Imagen 22. Casetas de procesos en taller de pirotecnia. Nótese la existencia de elementos de defensa contra explosiones (muro) y la existencia de pararrayos.



Imagen 23. Taller de pirotecnia adaptado a la orografía del terreno de asentamiento.



Imagen 24. Taller de pirotecnia adaptado a la orografía del terreno de asentamiento.

5. Terreno

- Orografía (plana, irregular)
- Disponibilidad.
- Valor económico

6. Defensas

- Atendiendo a la protección por distancia entre dependencias
- Atendiendo a la protección debido a la existencia de muros, barricadas de tierra, etcétera

Una vez concretados los puntos anteriores, se deberá realizar un estudio de detalle que contemple una serie de factores, como:

- Aislamiento de los almacenes permanentes de material pirotécnico de las secciones de trabajo y de las áreas de tránsito.
- Ubicación de los almacenes permanentes del material pirotécnico próximos a la puerta de expedición. Si se dispone de una sola puerta se debe organizar el movimiento del material pirotécnico de manera que el riesgo para las personas sea mínimo.
- Las rutas entre las distintas fases que intervienen en la fabricación deben ser lo más cortas y lógicas posibles.
- La distribución interior en los edificios de trabajo debe ser aquella que permita el



Imagen 25. Casetas de elaboración de taller pirotecnia. Nótese la misma orientación de puertas y ventanas en casetas adyacentes.



Imagen 26. Almacenes de productos terminados, protegidos por merlones de tierra y muros resistentes.

mayor grado de seguridad para los operarios, dotando de tantas dependencias auxiliares al local o locales de trabajo como sean necesarios:

- Polvorín de abastecimiento.
- Polvorín para el material procesado. Estos polvorines deben estar separados del local de trabajo por muros resistentes. La capacidad máxima de almacenamiento para cada uno de estos polvorines es la equivalente a una jornada de trabajo
- Sala de motores (eléctricos, grupo hidráulico y/o neumático...), etcétera.
- Los locales de trabajo que constituyan un edificio dado, estarán justificados por razones de realización de actividades interrelacionadas.
- Las dependencias de un local o locales de trabajo, estarán justificadas para confinar pequeñas cantidades de materia reglamentada (polvorines), para albergar actividades o equipos comunes (sala de motores, almacén de materiales inertes, etcétera).

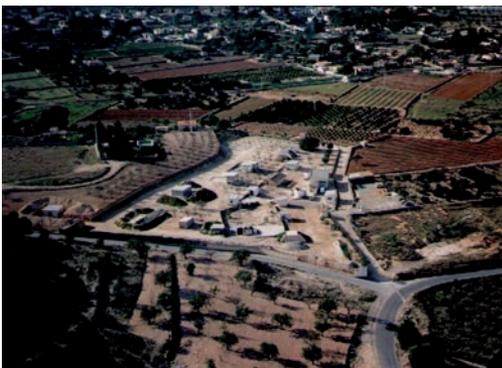


Imagen 27. Imagen aérea de la disposición de las diferentes dependencias de un taller de pirotecnia.

5. EMPLAZAMIENTO DEL TALLER

A la hora de determinar el emplazamiento seguirán en todo momento lo especificado en la ITC-9, punto 3.1.

| División de riesgo | Respecto a núcleos de población o aglomeración de personas | Respecto a vías de comunicación o lugares turísticos | Respecto a viviendas aisladas y otras carreteras y líneas de ferrocarril |
|--------------------|--|--|--|
| 1.1 y 1.5 | $D = 34 \cdot \sqrt[3]{Q}$ | $D = 27 \cdot \sqrt[3]{Q}$ | $D = 20 \cdot \sqrt[3]{Q}$ |
| 1.2 (1) | $D = 58 \cdot \sqrt[6]{Q}$ (3) | $D = 58 \cdot \sqrt[6]{Q}$ (3) | $D = 39 \cdot \sqrt[6]{Q}$ (5) |
| (2) | $D = 76 \cdot \sqrt[6]{Q}$ (4) | $D = 76 \cdot \sqrt[6]{Q}$ (4) | $D = 51 \cdot \sqrt[6]{Q}$ (5) |
| 1.3 | $D = 6 \cdot \sqrt[3]{Q}$ (5) | $D = 6 \cdot \sqrt[3]{Q}$ (5) | $D = 4 \cdot \sqrt[3]{Q}$ (6) |
| 1.4 y 1.6 | (7) | (7) | (7) |

(1) Materias y objetos que en caso de explosión no originan metralla pesada.
 (2) Metralla pesada, debida a la posible presencia de proyectiles de calibre mayor de 60 milímetros.
 (3) Distancia mínima 90 metros.
 (4) Distancia mínima 135 metros.
 (5) Distancia mínima 60 metros.
 (6) Distancia mínima 40 metros.
 (7) distancia mínima 25 metros, excepto para los almacenamientos especiales de los previstos en el capítulo V del Título V.

Tabla 1. Cálculo de distancias entre taller y localizaciones e infraestructuras colindantes, en relación a las divisiones de riesgo de las materias reglamentadas a almacenar.

Se entenderá por vías de comunicación, las líneas de ferrocarril públicas y las autopistas, autovías y carreteras con una circulación superior a 2.000 vehículos/día. Se entenderá por otras carreteras y líneas de ferrocarril, las no incluidas en el caso anterior, excepto los caminos con una circulación inferior a 100 vehículos/día. Se entenderá por viviendas aisladas las que, estando permanentemente habitadas, no constituyan un núcleo de población. Las mediciones se efectuarán a partir de los paramentos interiores de los edificios en los que se manipulen o almacenen sustancias reglamentadas. Las distancias podrán reducirse a la mitad cuando existan defensas naturales o artificiales.

Se quiere recordar las características de las sustancias pirotécnicas en relación con la clasificación de riesgo establecida por la ONU:

- **División 1.1.** Sustancias o materiales que presentan un riesgo de explosión en masa.
- **División 1.2.** Sustancias o materiales que presentan un riesgo de proyección, sin riesgo de explosión en masa.
- **División 1.3.** Sustancias o materiales que presentan un riesgo de incendio y un riesgo menor de explosión o un riesgo menor de proyección, o ambos, pero no un riesgo de explosión en masa.
- **División 1.4.** Sustancias o materiales que no presentan riesgo apreciable considerable.
- **División 1.5.** Sustancias o materiales muy insensibles, que presentan un riesgo de explosión en masa.
- **División 1.6.** Artículos sumamente insensibles, que no presentan riesgo de explosión en masa.

5.1. Distancias entre edificios o locales peligrosos

Las distancias mínimas que han de observarse en el emplazamiento de los edificios o locales peligrosos de las fábricas y talleres, en relación con las características constructivas de los mismos y de la cantidad y división de riesgo de la materia explosiva existente en el edificio o local donante, según la ITC-9 del Reglamento de Pirotecnia, se calcularán mediante la fórmula:

$$D = K \cdot \sqrt[3]{Q}$$

Donde:

- D: es la distancia entre edificios o locales, en metros.
- Q: es la cantidad neta de materia reglamentada contenida habitualmente en cada edificio o local dador, en kilogramos.

- K: es un coeficiente de acuerdo con las tablas siguientes:

División de Riesgo 1.1
Coeficiente K

| Dador \ Receptor | → | → | → | → | |
|---|---|---|-----|---|-----|
| Cubierto de tierra (1) | → | 2 | 2,5 | 3 | 3,5 |
| Cubierta y paredes resistentes (2) Cubierta resistente (2) y paredes ligeras, con defensas (3) | → | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Paredes resistentes (2) y cubierta ligera Cubierta y paredes ligeras, con defensas (3) | → | 2 | 2,5 | 3 | 5 |
| Cubierta y paredes ligeras | → | 2 | 3,5 | 4 | 6 |

(1) El espesor mínimo del recubrimiento será de un metro.
 (2) El espesor mínimo de la cubierta o pared será el correspondiente a 25 centímetros de hormigón armado u otra estructura de resistencia equivalente.
 (3) Ver apartado 4 de la presente Instrucción técnica complementaria.

División de Riesgo 1.3 y 1.2
Coeficiente K

| Dador \ Receptor | → | → | → | → | |
|--|---|-----|------|------|------|
| Recubrimiento de tierra | → | * | * | * | 1,25 |
| Pared resistente al fuego (1) sin aberturas | → | * | * | 1,25 | 1,4 |
| Pared resistente al fuego (2) con defensas | → | * | 1,25 | 1,4 | 1,7 |
| Pared resistente al fuego (2) sin defensas | → | 1,4 | 1,4 | 1,7 | 2,0 |
| Pared ligera o cara de alivio de presión (3), con defensas | → | 1,4 | 1,7 | 2,0 | 3,2 |

* Ninguna regulación de distancias.
 (1) Pared con una resistencia al fuego EI-60 según Real Decreto 312/2005.
 (2) Pared con una resistencia al fuego EI-30 según Real Decreto 312/2005.
 (3) Es un panel o zona debilitada, de baja resistencia a la sobrepresión.

Tablas 2 y 3. Coeficiente K de mayoración, para el cálculo de distancias entre diferentes edificios y secciones del taller, en relación con las divisiones de riesgo de las materias reglamentadas a almacenar o manipular y las características constructivas de los edificios.

División de riesgo 1.4

En este caso, la distancia mínima entre edificios o locales será de cinco metros si las paredes son de hormigón armado de espesor 25 centímetros de hormigón o estructura de resistencia equivalente, o de diez metros si se trata de paredes ligeras.

5.2. Distancias entre almacenes de productos terminados y auxiliares

La distancia entre polvorines superficiales y semienterrados limítrofes se calculará mediante la fórmula:

$$D = K \cdot \sqrt[3]{Q}$$

Donde:

- D: es la distancia entre los parámetros interiores de los polvorines limítrofes, en metros.
- Q: es la capacidad máxima reglamentada neta del polvorín de mayor capacidad de los dos considerados, en kilogramos.
- K: es un coeficiente de acuerdo con lo que indican las tablas 4 y 5.

Cuando coexistan diferentes divisiones de riesgo en el mismo edificio, la distancia mínima aplicable corresponderá a la mayor resultante de las distancias calculadas para cada una de las divisiones de riesgo. El valor de Q para cada uno de estos cálculos corresponderá a la capacidad total del edificio, es decir, a la suma de las cantidades netas máximas de cada división de riesgo.

División de riesgo 1.4

En este caso, la distancia mínima entre almacenes será de diez metros. Mediante una pared resistente al fuego EI 60, según Real Decreto 312/2005, de 18 de marzo, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego, o estructura similar, podrá reducirse la distancia a la mitad.

División de Riesgo 1.1
Coeficiente K

| Dador \ Receptor | | | | | |
|--|--|-----|-----|-----|-----|
| SEMIENTERRADO, PARED LATERAL O TRASERA | | 1 | 2 | 1,5 | 1,5 |
| SEMIENTERRADO, PARED FRONTAL (2) | | 2 | (1) | 1,5 | (1) |
| SUPERFICIAL CON DEFENSA | | 1 | 2 | 1,5 | 1,5 |
| SUPERFICIAL SIN DEFENSA | | 1,5 | (1) | 1,5 | 3 |

(1) Disposición no admitida.
(2) Se considerará disposición frontal respecto a otro almacén, cuando el receptor se encuentre dentro del sector o área determinada por un ángulo de 60°, cuya bisectriz coincida con el eje del almacén dador y cuyo origen se sitúe sobre dicha pared frontal.

Tabla 4. Coeficiente K de mayoración, para el cálculo de distancias entre diferentes edificios y secciones del taller, en relación a las divisiones de riesgo de las materias reglamentadas a almacenar o manipular y las características constructivas de los edificios.

División de Riesgo 1.2
Coeficiente K

| Dador \ Receptor | | |
|------------------|--|------------|
| SEMIENTERRADOS | | (1) (1) |
| SUPERFICIALES | | 25 m, 90 m |

(1) Ninguna regulación de distancias.

División de Riesgo 1.3
Coeficiente K

| Dador \ Receptor | | | | |
|--------------------------|--|-----|---------|----------|
| SEMIENTERRADO | | (1) | (1) | 1,25 (2) |
| SUPERFICIAL CON DEFENSAS | | (1) | 1,4 (2) | 1,4 (3) |
| SUPERFICIAL SIN DEFENSAS | | (1) | 1,4 (3) | 1,7 (3) |

(1) Ninguna regulación de distancias.
(2) Distancia mínima, 15 metros.
(3) Distancia mínima, 20 metros.

Tabla 5. Coeficiente K de mayoración, para el cálculo de distancias entre diferentes edificios y secciones del taller, en relación a las divisiones de riesgo de las materias reglamentadas a almacenar o manipular y las características constructivas de los edificios.

6. TIPOLOGÍA Y CLASIFICACIÓN DE EDIFICIOS

6.1. Edificios peligrosos.

Características comunes a todos los edificios peligrosos

El tipo de construcción de los paramentos ligeros recomendado, es el realizado con elementos de obra de pequeño tamaño para evitar la proyección de cascotes de gran volumen en caso de explosión.

En el basamento de los edificios, el tipo de construcción más generalizado consiste en una solera de hormigón de quince centímetros de espesor, y cuando las circunstancias lo requieran, se armará con un mallazo de quince centímetros de luz. Cuando la cubierta del edificio sea de tipo convencional se construirá con materiales muy ligeros, como planchas de acero galvanizado o tipo sándwich para garantizar el adecuado aislamiento térmico. El tipo de acabado superficial interior será liso para evitar la acumulación de polvo. En los casos que se considere necesario se pintará para facilitar su limpieza.

Cuando la presencia de polvo sea constante y se necesite una limpieza muy exhaustiva y continuada, una buena solución consiste en revestir las paredes con azulejos (por ejemplo, en las secciones de fabricación de pólvora y de color).

Las medidas que se pueden adoptar contra la permeabilidad de la humedad y del calor son:

- En cuanto a la humedad:
 - a) La colocación de aceras, de un ancho mínimo de 50 centímetros.
 - b) Recubrimiento exterior de la parte inferior de los paramentos con pinturas asfálticas o resinas epoxi, como mínimo de una altura de 50 centímetros.
 - En cuanto al aislamiento térmico:
 - a) Si el edificio está provisto de falso techo se colocará sobre éste una capa aislante de fibra de vidrio de un espesor aproximado de 5 cm.
 - b) Si el edificio es sin falso techo, se puede emplear el techo tipo sándwich (planchas de acero galvanizado con aislante en su interior).
 - c) Para los paramentos exteriores, si se considera necesario, se podrá emplear cámara de aire, pudiéndose rellenarse con aislantes térmicos no combustibles. Por otra parte, una buena ventilación del edificio puede prevenir la humedad y el calentamiento de los materiales explosivos: La ventilación se efectuará preferentemente por aireación natural por los huecos practicados en los paramentos. Estos huecos deberán estar protegidos exteriormente con malla metálica resistente y con una luz de malla lo más pequeña posible, para evitar la entrada de chispa, roedores y objetos.
- Los principales diseños constructivos para orientar favorablemente la onda expansiva, en caso de explosión dentro de una dependencia, se ha de considerar desde el punto de vista constructivo:
- Edificación superficial construcción no resistente.
 - Construcción resistente del techo.
 - Construcción resistente de tres paramentos.
 - Construcción resistente de techo y tres paramentos.
 - Edificación semienterrada o Construcción resistente de techo y tres paramentos.
- En la Tabla 6 se grafía el esquema constructivo de cada uno de ellos.

| TIPOS DE EDIFICACIONES | | | | | |
|--|---------------------|-----------------------------|--|--|--|
| SUPERFICIAL | | | | SEMIENTERRADA | |
| No resistente | Cubierta resistente | Tres paramentos resistentes | Cubierta y tres paramentos resistentes | Cubierta y tres paramentos resistentes | |
| | | | | | |
| Vista en planta | | | | | |
| | | | | | |
| Alzado | | | | | |
| Comentarios: Frente a paramentos de construcción ligera, es recomendable construir defensas de protección contra bolas de fuego y restos constructivos proyectados | | | | | |

Tabla 6. Diferentes configuraciones constructivas de edificios existentes en taller de pirotecnia.

6.2.-Edificios de trabajo o proceso

- **Edificios de alto riesgo.** Hay que tener en consideración que un edificio puede estar formado por uno o más locales de trabajo. Además, el edificio o locales de trabajo pueden disponer de otras dependencias auxiliares, tal como sala de motores, pequeños polvorines para almacenar el material a procesar y el procesado, almacén de productos no peligrosos, etc. La capacidad máxima de estos polvorines asociados al local de trabajo será el equivalente a un día de labor. Los edificios de alto riesgo considerados se detallan en la Tabla 7.
- **La caseta.** La caseta es la dependencia de trabajo básica en todo el proceso. Estas casetas deben mantener unas distancias mínimas entre ellas que vendrá determinado por la actividad que se realiza en su interior, la cantidad máxima de materia reglamentada que puede contener y las características

constructivas y defensas asociadas a ellas. Estos reducidos e imprescindibles edificios, están habitualmente ocupados por una o dos personas y una cantidad limitada de material explosivo. Sus dimensiones no suelen sobrepasar los diez metros cuadrados, en la mayoría de las ocasiones. A la entrada de estos reducidos espacios de trabajo, figura un letrero informativo, en el que además de



Imagen 28. Detalles de casetas de producción, con defensas tipo merlón asociadas. Véase la no eficacia de las defensas existentes.

| Sección | Edificio / local de trabajo |
|-----------------------------------|---|
| Mezcla manual | Color fulminante |
| Color | Grajeado Secadero color |
| Pólvora negra | Molienda binaria (nitrato p. + carbón) con más de un 15% de carbón Mezcla ternaria Compactado por prensas Mezcla y compactado por chileno Compactado por mazas Graneado por paletas Secadero pólvora Clasificado |
| Carga automática o semiautomática | Carga de cartuchería por prensas Fabricación pastillas por prensa |
| Carga manual | Composiciones con sensibilidad al rozamiento < 5 kg |
| Llenado manual | Composiciones con sensibilidad al rozamiento < 5 kg |

Tabla 7. Secciones e identificación de los edificios de alto riesgo, con designación trabajos desarrollados.

las normas de obligado cumplimiento, se detalla a qué menester se dedica esa caseta, el número de operarios que pueden trabajar en ella y la cantidad máxima en kilos que puede almacenar.

El objetivo básico para definir la distribución del interior del edificio o locales de trabajo debe ser la seguridad y la salud de los operarios que vayan a desarrollar el trabajo. Los criterios generales para conseguir dicho objetivo son: ubicar la puerta del local de trabajo a la espalda o laterales del operario y minimizar en lo posible la cantidad de material explosivo en presencia del operario. Se debe realizar una descripción exhaustiva de la descripción de cada local y relacionarlo con la actividad que en él se realiza.

Las personas que pueden permanecer y los materiales pirotécnicos que pueden contener los distintos locales de trabajo, serán los estrictamente necesarios para realizar el trabajo.

En ningún caso se deberían exceder lo indicado en la Tabla 8.

- **Producción de pólvora negra.** Partiendo del azufre y del nitrato potásico, se obtiene una mezcla binaria que, en unión con el carbón permitirá conseguir la pólvora negra. La pólvora necesita un elemento aglomerante. Para ello antiguamente se utilizaba la paja, preferentemente de arroz. Todo el conjunto se introduce en el bombeo de mezcla. Una hormigonera que lo centrifuga generosamente durante un largo periodo de tiempo. Mediante toda esta manipulación se logra un

| Sección | Edificio o local | Material pirotécnico neto | | | Nº máximo de personas | |
|---------------|--|---------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------------|
| | | Tipo | Cantidad máxima, kg | | Durante la operación | Antes y después de la operación |
| | | | Procesando / manipulando | Para procesar / manipular | | |
| Mezcla manual | Pesaje y mezcla (composiciones SR* < 5 kg) | Color o fulminante | 10/seco | 0 | 2 | 1 |
| | Pesaje y mezcla (composiciones SR* > 5 kg) | Color o fulminante | 25/seco | 0 | 3 | 2 |
| Color | Grajeado | Color | 75 | 25/seco | 2 | 1 |
| | Secadero | Color | según defensas | 0 | 2 | 0 |
| Pólvora | Molienda binaria | Nítrico p. + carbón | 125 | 0 | 2 | 0 |
| | Mezcla ternaria | Pólvora | 125 | 0 | 2 | 0 |
| | Compactado | Pólvora | 5 | 5 | 2 | 1 |
| | Mezclado y compactado | Pólvora | 75 | 0 | 2 | 0 |
| | Compactado | Pólvora | 25 | 0 | 2 | 0 |
| | Graneado | Pólvora | 75 | 0 | 2 | 0 |
| | Secadero | Pólvora | Según defensas | 0 | 2 | 0 |
| | Clasificado | Pólvora | 75 | 0 | 2 | 0 |

* SR: Sensibilidad al rozamiento

Tabla 8. Recomendación de sustancias peligrosas presentes en edificios de alto riesgo, con designación trabajos desarrollados y número máximo de ocupantes.

grosor de grano diferente, que tendrá diversas aplicaciones en función de la utilidad que se le pretenda dar posteriormente. Después de un tratamiento y producción, los componentes terminan adhiriéndose, El resultado es un producto altamente inflamable. Actual-

mente, la gran mayoría de talleres no fabrican la pólvora que utilizan, sino que, por el contrario, la adquieren a fabricantes de explosivos y pólvora.

- **Zona de color.** Se trata de una de las áreas más sensibles y peligrosas del taller. Se deben ex-

| Sección | Edificio o local | Material pirotécnico neto | | | Nº máximo de personas | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------------|
| | | Tipo | Cantidad máxima, kg | | Durante la operación | Antes y después de la operación |
| | | | Procesando / manipulando | Para procesar / manipular | | |
| Carga automática o semiautomática | Prensado cartuchería, SR* < 12 kg | Color | 3 | 3 | 2 | 1 |
| | Prensado cartuchería, SR* > 12 kg | Pólvora o color | 6 | 6 | 2 | 1 |
| | Prensado pastillas, SR* < 12 kg | Color, seco | 2,5 | 2,5 | 2 | 1 |
| | Prensado pastillas, SR* > 12 kg | Color, seco | 3 | 3 | 2 | 1 |
| | Prensado pastillas, SR* < 12 kg | Color, mojado | 4 | 4 | 2 | 1 |
| | Prensado pastillas, SR* > 12 kg | Color, mojado | 5 | 5 | 2 | 1 |
| Carga Manual | Composiciones SR* < 5 kg | Color en Polvo | 5 | 0 | 2 | 1 |
| Llenado manual | Composiciones SR* < 5 kg | Color en bola o en pastilla | 10 | 0 | 3 | 2 |
| | | Fulminante | 3 | 0 | 2 | 1 |

* SR: Sensibilidad al rozamiento

Tabla 9. Recomendación de sustancias peligrosas presentes en edificios de alto riesgo, con designación trabajos desarrollados y número máximo de ocupantes.



Imagen 29. Proceso de secado tradicional de la pólvora por exposición a los rayos solares.



Imagen 30. Pólvora granulada procedente de fábricas de explosivos, ampliamente utilizada en la actualidad.

tremar las precauciones al máximo, estando el acceso restringido. Unos avisadores luminosos avisan de los momentos en que, en alguna de sus fases, se está trabajando. En este caso nadie debe acercarse. Esta zona es tan sensible que, en caso de elevadas temperaturas se evita trabajar e incluso cuentan con monitorización continua de la temperatura y de la humedad, teniendo en cuenta que la desviación de estos parámetros respecto los normalizados, puede potenciar la producción de accidentes, sobre todo en presencia de electri-

cidad estática en días ventosos. Con productos como el clorato potásico, magnesio y los propios fulminantes deben extremarse las medidas de seguridad cuando se alcancen temperaturas superiores a los 25 °C. En días con viento de poniente deberán ser suspendidos los procesos de fabricación en los que intervengan sustancias con un alto índice de peligrosidad. La humedad también entorpece el trabajo pirotécnico donde afecta más a determinadas sustancias. Los colores por si solos no ofrecen ningún riesgo.

- **Espacio de secado.** Las bolas o pastillas generadas en el proceso de color necesitan pasar por un proceso de secado. Si las condiciones



Imagen 31. Procedimiento de cribado de pastillas o bolas de color, después de proceso de fabricación.



Imagen 32. Bombos de molienda de sección de fabricación de color.



Imagen 33. Prensa fabricación pastillas de color.

climatológicas son apropiadas este proceso de secado se puede realizar al aire libre. En tal caso, como término medio, podemos hablar de 48 horas en lo referente al tiempo necesario para culminar esta fase. Aunque en la actualidad y atendiendo a las exigencias productivas, el secado se realiza mediante la utilización de generadores térmicos.

En las secciones y dependencias de riesgo alto, deben existir una serie de exigencias constructivas de los techos, para evitar que un accidente en otra caseta pueda incidir negativamente en la integridad de los productos que se albergan, se

quiere destacar que si éstos son de plancha de acero galvanizado no se precisará protección alguna. Todas las superficies transparentes para entrada de luz deberán estar protegidas. Algunas de las protecciones que se pueden utilizar son:

- Malla metálica exterior, caso de utilizar vidrio.
- Malla metálica en ambos lados, caso de utilizar vidrio.
- No será necesaria protección cuando se utilicen vidrios armados o plásticos duros (tipo metacrilato).

Las ventanas y puertas deberán tener una resistencia suficiente para soportar un posible impacto exterior. Las puertas deberán abrir hacia afuera y cerrarán con las suficientes garantías de seguridad. Deberán disponer de algún dispositivo de fijación para poder mantener la puerta abierta mientras se trabaja.

Los suelos y las superficies de trabajo (mesas) han de ser lisas, exentos de grietas, de poros, y de oquedades. En el caso de los suelos, además, deben ser antideslizantes y poseer tratamiento antiestático. Los suelos y superficies de trabajo



Imagen 34. Secado pastillas de color.

deberán estar constituidas por materiales antiestáticos. Para ello, generalmente se dotan de recubrimientos, tales como:

- **En superficies de trabajo:** láminas de plomo, cobre, aluminio, baldosas de vinil grafitado o láminas de caucho antiestático.
- **En suelos:** láminas de plomo, baldosas de vinil grafitado, láminas de caucho antiestático. También podrán utilizarse otros recubrimientos antiestáticos a partir de mezclas de componentes grafitados con derivados del cemento, o, de pinturas o barnices, que garanticen la evacuación de las cargas electrostáticas. Los requerimientos de los suelos y de las superficies de trabajo varían si en el lugar de trabajo, la presencia de electricidad estática puede suponer un riesgo añadido. Cuando el recubrimiento sea a base de vinil grafitado o caucho antiestático, su resistencia al aislamiento debe ser inferior a 450 k Ω . Los recubrimientos deben estar unidos mediante un conductor (con funda aislante) a tierra.
- Si en las dependencias de riesgo alto está presente la electricidad y el recubrimiento utilizado es a base de vinil grafitado o caucho antiestático, estos deberán cumplir con la expresión siguiente:

$$10k\Omega < R. \text{ aislamiento} < 450k\Omega$$

Cuando el recubrimiento se realice con una lámina de plomo, cobre o aluminio, hay que colocar una resistencia de 10k Ω en serie con el conductor de tierra. En el caso de las mesas, además, todas sus partes metálicas deberán estar recubiertas de caucho sintético. El recubrimiento

deberá estar puesto a tierra. Las conexiones a tierra de los recubrimientos deberían hacerse mediante el empleo de una malla metálica situado debajo del recubrimiento. Las tomas a tierra deberán verificarse, al menos, anualmente.

En la inscripción del local de trabajo, deberá figurar, como mínimo la identificación de local, el número máximo de personas que pueden permanecer simultáneamente y la cantidad máxima de explosivos que podrá contener. La citada inscripción deberá ser legible e indeleble.

- Edificios de riesgo medio. Hay que partir de la base que un edificio puede estar formado por uno o más locales de trabajo. Además, el edificio o locales de trabajo pueden disponer de otras dependencias auxiliares, tales como salas de motores, pequeños polvorines para almacenar el material a procesar y el procesado, almacén de productos no peligrosos, etcétera. La capacidad máxima de dichos polvorines asociados al local de trabajo será el equivalente a un día de labor. Los edificios de riesgo medio considerados se reflejan en la Tabla 10.



Imagen 35. Empavonado de artificios pirotécnicos.

| Sección | Edificio / local de trabajo |
|-----------------------------------|--|
| Pólvora negra | - Molienda binaria* (nítrico p. + carbón) con menos de un 15% de carbón - Molienda de carbón - Amasado - Graneado por bolas - Graneado |
| Carga automática o semiautomática | - Grajeado - Secadero color |
| Mecha | - Fabricación de mecha - Enfundado de mecha - Corte de mechas |
| Carga manual | - Composiciones con sensibilidad al rozamiento > 5 kg |
| Llenado manual | - Composiciones con sensibilidad al rozamiento > 5 kg |
| Terminación | - Embalado, empaquetado |

*Binaria, azufre con carbón.

Tabla 10. Secciones e identificación de los edificios de alto riesgo, con designación trabajos desarrollados.

La ocupación de estas dependencias, las personas que pueden ocuparlas y los materiales pirotécnicos que pueden contener los distintos locales de trabajo serán los estrictamente necesarios para realizar el trabajo. Se pueden seguir las recomendaciones indicadas en la Tabla 11.



Imagen 36. Atado y acabado de traca valenciana.

En cuanto a las exigencias de seguridad de elementos constructivos y requisitos a cumplir por las superficies de trabajo, se seguirá lo especificado en los edificios de alto riesgo.

- **Edificios de almacenamiento.** Están considerados como edificios de riesgo bajo. Esta consideración se debe a que se destinan en exclusiva al almacenamiento de materiales peligrosos (sustancias y productos pirotécnicos), pero en ellos no se realizan operaciones de fabricación, montaje o preparación. La agrupación de uno o más almacenes o polvorines constituyen un depósito. Cada polvorín estará formado por un solo local de almacenamiento, sin compartimentos ni divisorias, y sus únicas aberturas al exterior serán las correspondientes a los conductos de ventilación, puerta de entrada y

| Sección | Edificio o local | Material pirotécnico neto | | | Nº máximo de personas | |
|----------------|-----------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------------|
| | | Tipo | Cantidad máxima, kg | | Durante la operación | Antes y después de la operación |
| | | | Procesando / manipulando | Para procesar / manipular | | |
| Carga manual | Composiciones con SR > 5 kg | Color en polvo | 7 | 0 | 1 | 2 |
| | | Color en húmedo | 10 | 0 | 1 | 2 |
| Llenado manual | Composiciones con SR > 5 kg | Color (bolas, pastillas) | 25 | 0 | 4 | 4 |
| | | Fulminante | 5 | 0 | 1 | 2 |
| Pólvora negra | Molienda de carbón | Carbón vegetal | Sin límite | 0 | 0 | 2 |
| | Molienda binarias | Carbón + azufre | 125 | 0 | 0 | 2 |
| | | Carbón + nitrato potásico | 125 | 0 | 0 | 2 |
| | Amasado | Pólvora | 50 | 25, seco | 1 | 2 |
| | Graneado por bolas | Pólvora | 75 | 25 | 1 | 2 |
| | Grajeado | Pólvora | 75 | 25, seco | 1 | 2 |

Tabla 11. Secciones e identificación de los edificios de alto riesgo, con designación trabajos desarrollados.

alumbrado desde el exterior. Los depósitos podrán ser industriales o auxiliares.

En el caso de los depósitos industriales, la capacidad máxima de los polvorines será de 25.000 kilogramos si son superficiales y de 50.000 si son semienterrados. En el caso de los depósitos au-

xiliares, la capacidad máxima de los polvorines será de 50 kilogramos.

Los depósitos industriales, son aquellos destinados para el almacenamiento de materias primas peligrosas, productos intermedios peligrosos y productos pirotécnicos terminados. Las materias primas peligrosas y los productos interme-

| Sección | Edificio o local | Material pirotécnico neto | | | Nº máximo de personas | |
|-----------------------------------|------------------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------------|
| | | Tipo | Cantidad máxima, kg | | Durante la operación | Antes y después de la operación |
| | | | Procesando / manipulando | Para procesar / manipular | | |
| Carga automática o semiautomática | Prensado de carga de espoletas | Pólvora | Una carga de máquina | 50 cargas de máquina | 1 | 2 |
| | Prensado de carga candelas romanas | Diversos | Una carga de máquina | 12 | 2 | 2 |
| Mecha | Fab. de mecha | Pólvora | Una carga de máquina | Una carga de máquina | 2 | 3 |
| | Enfundado de mecha | Mechas | Una carga de máquina | Una carga de máquina | 2 | 3 |
| | Corte de mechas | Mechas | Una carga de máquina | 75 m. | 1 | 2 |
| Terminación | Embalado / empaquetado | Diversos | 25 | 25 | 3 | 4 |

Tabla 12. Secciones e identificación de los edificios de alto riesgo, con designación trabajos desarrollados.

dios peligrosos podrán almacenarse en depósitos auxiliares de distribución.

NOTA: Los polvorines para almacenamiento de materias primas peligrosas y productos intermedios peligrosos, para abastecer diariamente a uno o más locales de trabajo se han considerado dependencias auxiliares de los citados locales de trabajo.

La puerta del polvorín deberá tener una resistencia suficiente para soportar un posible impacto exterior. La puerta estará dotada de un cierre de seguridad y deberá abrir hacia afuera. Se recomienda utilizar puertas resistentes al fuego RF-60, como mínimo. La ventilación se efectuará preferentemente por aireación natural.

Los huecos deberán estar protegidos exteriormente con malla metálica resistente con una luz lo más pequeña posible para evitar, la entrada de roedores, etc. objetos o chispas.

Las características que considerar de los suelos de los polvorines son las mismas que las indicados para Edificios de alto riesgo.

El terreno alrededor de los polvorines debe ser igualado en declive para que el agua se evacue alejándose de los mismos. No debe haber ningún metal ferroso en paredes y suelo del interior del polvorín. La estructura del polvorín debe ser resistente al fuego, al robo y a las condiciones meteorológicas previsibles.



Imagen 37. Almacén/polvorín de productos terminados.

Los suelos ejecutados a base de materiales que pueden producir chispas, deben recurrirse con una capa de material anti chispas o antiestáticos.

Los polvorines deben ser ventilados para prevenir la humedad o calentamiento de los explosivos. Las aperturas para la ventilación en las paredes deben de estar protegidas contra las entradas de roedores, objetos y chispas. La capa inferior del pavimento, que apoya directamente sobre el terreno, puede ejecutarse con solera de hormigón, o bien, el polvorín puede ser sustentado sobre unos apoyos de forma que el suelo del polvorín no toque el terreno de forma directa.

- **Edificios auxiliares.** Las secciones convencionales pueden estar constituidas por los siguientes edificios:
 - Oficinas
 - Laboratorio
 - Almacén de utillajes para disparos
 - Almacenes de materias primas no peligrosas
 - Talleres de mantenimiento



Imagen 38. Almacén/polvorín de productos terminados.

- Vestuarios y aseos
- Comedores

No obstante, algunos de estos edificios pueden estar ubicados también en secciones peligrosas del taller.

Requisitos constructivos

La construcción y localización de las diferentes edificaciones se realizará, atendiendo a los siguientes parámetros y características constructivas:

- Edificio dador o donante, entendiéndose por tal aquel en cuyo interior puede ocurrir una explosión, deflagración o incendio. Su construcción se realizará en función de las distancias a otros edificios, la cantidad de materia reglamentada y las posibles defensas, bien en materiales ligeros que minimicen las proyecciones, o bien con estructuras resistentes. que puedan ser parcialmente abatibles, cuyo diseño se hará de forma que, en caso de accidente en su interior, la onda de choque o

lengua de fuego, en su caso, resulten orientadas en la dirección más favorable desde el punto de vista de la seguridad. En este caso, se diseñarán de forma que se reduzca el mínimo posible los lanzamientos de fragmentos primarios de una explosión.

- Edificio receptor, entendiéndose por tal aquel que puede verse afectado por los efectos de una explosión o deflagración ocurrida en su exte-

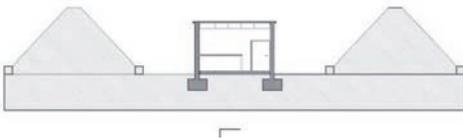


Imagen 39. Sección de detalle constructivo de almacén con defensas de protección.

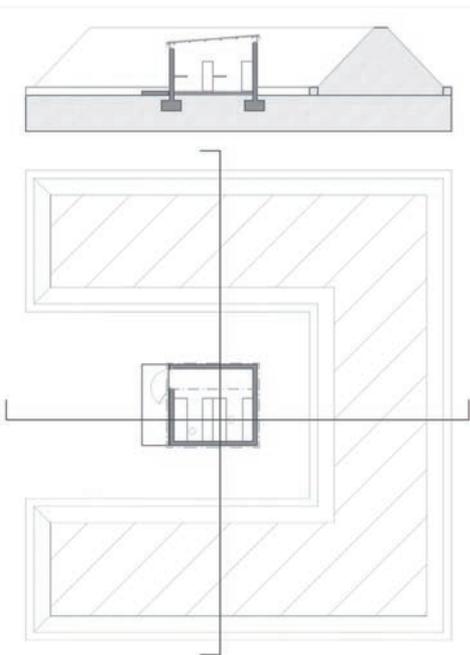


Imagen 40. Planta y alzado de almacén con defensas de protección.

rior. Su construcción se realizará en función de las distancias a los posibles edificios donantes, las cantidades de materia reglamentada y las posibles defensas, bien con materiales ligeros o bien con estructuras resistentes de rigidez adecuada, cuyo diseño se hará de forma tal que, en caso de una explosión en el exterior, su estructura ofrezca la resistencia necesaria para que sea difícilmente afectable y capaz de soportar la posible caída de fragmentos.

- Edificio peligroso, entendiéndose por tal aquel que alberga uno o varios locales peligrosos.
- Local peligroso, entendiéndose por tal aquel compartimento integrado o no en un edificio en el que se llevan a cabo la manipulación, fabricación, almacenamiento, secado o prensado de materias reglamentadas. Pudiendo ser de riesgo alto, medio o bajo.
- Edificio no peligroso: entendiéndose por tal aquel edificio o local instalado dentro del perímetro de la instalación destinado a tareas auxiliares o accesorias en las que no está permitida ninguna manipulación o almacenamiento de materias reglamentadas.

A los efectos de la separación de los locales de trabajo donde se manipule materia reglamentada, a falta de procedimientos específicos de ensayo en la manipulación, se asignará a dichos locales la división de riesgo 1.1.

7. DEFENSAS CONTRA EXPLOSIONES

En los últimos años se ha podido observar en la industria pirotécnica que la protección basada en las distancias solamente, resulta cuanto menos, ineficaz en una gran parte de situaciones

de riesgo, amén de las dificultades en muchas ocasiones de poder garantizar las distancias de seguridad debido a la presión urbanística exterior. Por ello, una defensa basada en el efecto 'pantalla' presenta, al menos, una disminución de los riesgos al confinar o aislar los efectos de una posible explosión. Los tipos de defensa de efecto *pantalla* que se pueden emplear son:

- Defensa o barrera contra las explosiones.
- Defensa o barrera contra las *bolas* de fuego y proyecciones de restos.

La protección en los talleres de pirotecnia se materializa:

- Entre secciones peligrosas.
- Entre una sección peligrosa y otra no peligrosa.
- Entre una sección peligrosa y el exterior del taller.
- Entre dos edificios de una sección peligrosa.

Las defensas de efecto *pantalla* se localizarán frente a los paramentos de construcción ligera del edificio, dador, con el objeto de salvaguardar el edificio -receptor, paso de personas, etc., de forma que los efectos de una explosión o incendio, dependiendo del riesgo del edificio ,dador, sea minimizado los efectos sobre el edificio receptor. Los tipos de defensa que se pueden utilizar, son:

- Defensa natural (o perfil accidental del terreno).
- Barricadas o merlones de tierra.
- Muros de hormigón armado.
- Combinado de elementos resistentes

Los requisitos generales que deben tenerse en consideración en el diseño y construcción de estas defensas son:

- Que el apantallamiento de la defensa sea lo suficientemente grande para que el perímetro de protección de la posible explosión caiga dentro de la defensa.
- Que la resistencia de la defensa sea la adecuada, para soportar el esfuerzo máximo previsible.
- Que la altura de las defensas, supere la de los edificios a proteger.

En la Figura 41 se indican los diferentes tipos de defensas y algunas características constructivas.

Los muros deben estar calculados y ejecutados para resistir, sin vuelco, el efecto de la onda de choque, sobre la superficie de protección que generan. Para ello, es necesario recurrir a manuales y códigos técnicos internacionales relacionados con la materia. Entre ellos puede citarse el manual "*Structures to resist the effects of accidental explosions approved. US AIR*".

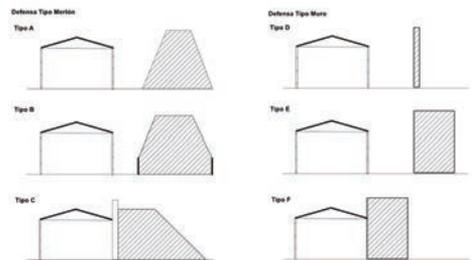


Imagen 41. Tipologías y configuraciones de defensas de edificios contra explosiones.

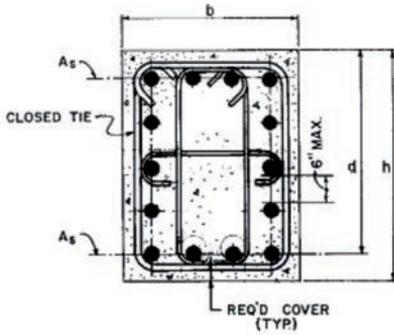


Imagen 42. Detalle de pilar de hormigón armado, resistente a solicitaciones y esfuerzos derivados de explosión.

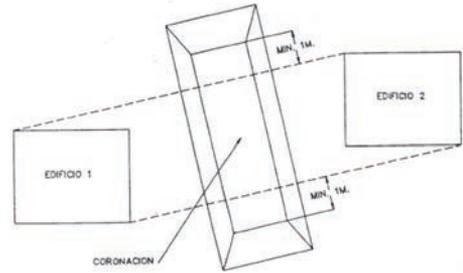


Imagen 45. Planta de geometría que ha de cumplirse, entre elemento de protección contra explosiones entre dos edificios contiguos.

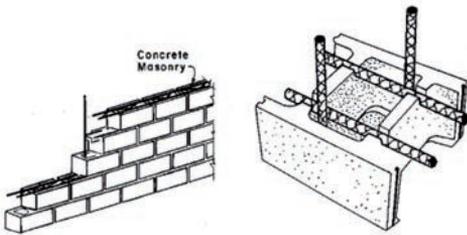


Imagen 43. Detalle de muro ejecutado mediante bloque de hormigón y refuerzo de armado, resistente a solicitaciones y esfuerzos derivados de explosión.

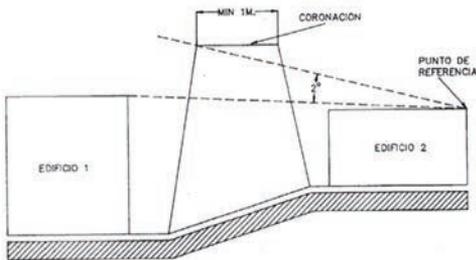


Imagen 44. Alzado de geometría que ha de cumplirse, entre elemento de protección contra explosiones entre dos edificios contiguos.

En la Figura 44 se plasma la relación entre los edificios dador/receptor y la geometría de a defensa a instalar, todo ello en función de la altura de los diferentes edificios.

7.1. Tipología y relación entre edificio-defensa

Configuración edificio-defensa tipo A

Configuración edificio-defensa tipo B

Este tipo de defensa, combina la existencia de tierras compactadas y un muro/cerco de hormigón armado, de forma que permite la existencia, con una menor ocupación de terreno. Es importante asegurar la implantación y existencia de especies arbustivas, al objeto de fijar las tierras

Tipo A

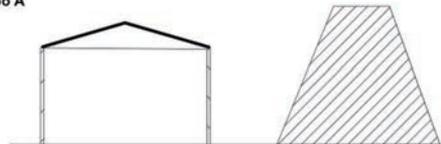


Imagen 46. Esquema de configuración edificio-defensa tipo A.



Imagen 47. Ejemplos de merlón de defensa asociado a edificio, en el cual no se cumplen los parámetros de altura de protección.



Imagen 47. Merlón de defensa asociado a edificio, en el cual no se cumplen los parámetros de altura de protección.



Imagen 48. Merlón de defensa asociado a edificio, en el cual no se cumplen los parámetros de altura de protección.

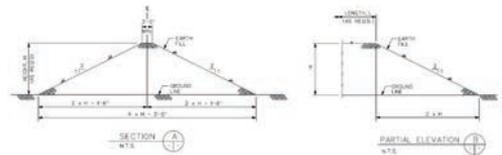
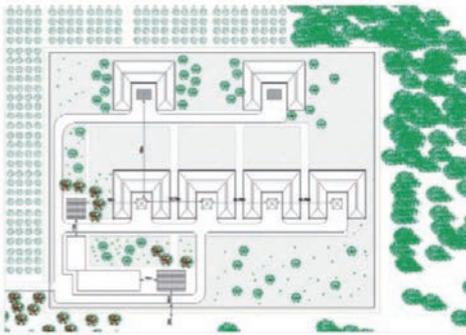


Imagen 49. Detalle constructivo de un merlón de defensa asociado a edificio, ejecutado con tierras de excavación, en el cual se aportan las variables geométricas de diseño. Fuente Structures to resist the effects of accidental explosions approved. US AIR.



Legenda:

- Aspa: Talleres de mezcla o de montaje
- Ladrillado: Almacén de productos terminados
- Rayado: Depósitos auxiliares de pólvora
- Blanco: Edificios de oficina y de venta al público.

Imagen 50. Plano planta distribución de zona de polvorines, con detalle de la orientación de las diferentes aperturas de las defensas y configuración de las defensas respecto edificaciones colindantes.

Tipo B

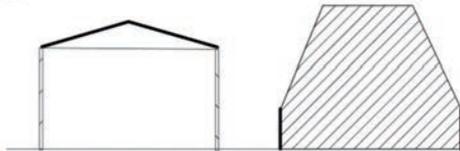


Imagen 51. Esquema de configuración edificio-defensa tipo B.



Imagen 52. Imagen configuración edificio-defensa tipo B.

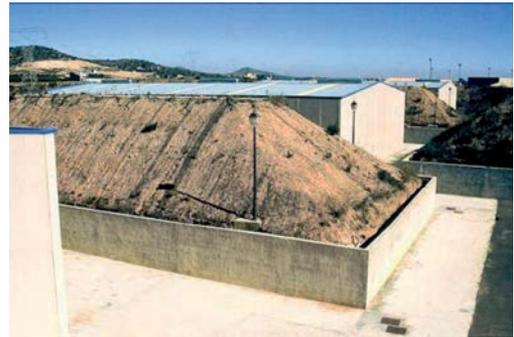


Imagen 53. Imagen configuración edificio-defensa tipo B.

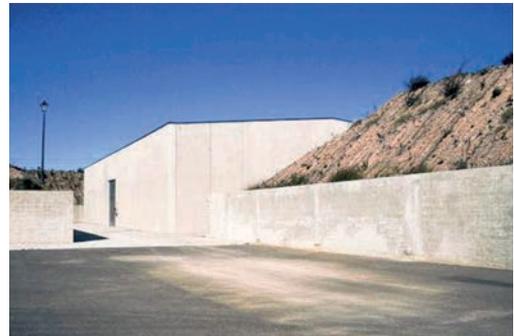


Imagen 54. Imagen configuración edificio-defensa tipo B.



Imagen 55. Imagen configuración edificio-defensa tipo B.

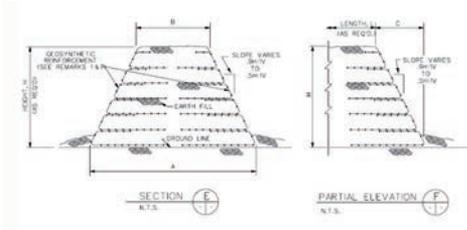


Imagen 56. Detalle constructivo de un merlón de defensa asociado a edificio, ejecutado con tierras de excavación, en el cual se aportan las variables geométricas de diseño. Fuente Structures to resist the effects of accidental explosions approved. US AIR.

Tipo D

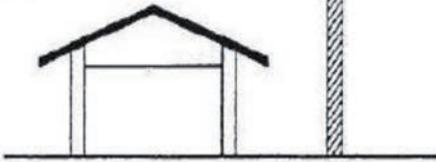


Imagen 57. Esquema de configuración edificio-defensa tipo D.

compactadas y evitar la presencia de cárcavas producidas por efecto de las aguas pluviales. Del mismo modo, el muro-cerco, debe poseer un adecuado drenaje, para evitar el colapso de este tipo de estructuras defensivas.

Configuración edificio-defensa tipo C

Configuración edificio-defensa tipo D

Este tipo de defensa, recurre a la existencia de muro de defensa, que atendiendo a sus condiciones resistentes que permite la existencia de menores distancias entre edificios adyacentes, con una menor ocupación de terreno.



Imagen 58. Imágenes de configuraciones de edificio-defensa tipo C.



Imagen 59. Imagen aérea de Taller, en la cual puede observarse la configuración de edificio-defensa tipo C.

Configuración edificio-defensa tipo E

Este tipo de edificio, recurre a la existencia de muro sólidos o en masa como defensa. En este caso el muro no es de hormigón armado, sino que por el contrario se trata de un muro de gravedad, en el cual sus condiciones resistentes frente a onda de choque, se caracteriza por su espesor y masa. Generalmente se ejecuta de fábrica de ladrillo o bloque de hormigón, con relleno de hormigón o mortero de cemento.

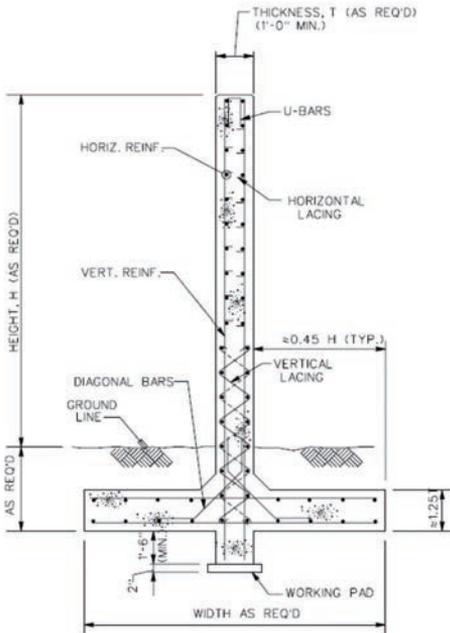


Imagen 60. Detalle constructivo de muro de hormigón, resistente a efecto de onda de presión, fuente Structures to resist the effects of accidental explosions approved. US AIR.

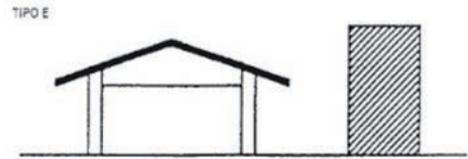


Imagen 61. Esquema de configuración edificio-defensa tipo E.



Imagen 62. Configuración de edificio-defensa tipo E.

Configuración edificio-defensa tipo F

Este tipo de defensa, recurre a la existencia de muro adosado al mismo edificio, formando este muro parte de su propia estructura portante. En este caso el muro no es de hormigón armado, sino que por el contrario se trata de un muro de gravedad, en el cual sus condiciones resistentes frente a onda de choque, se caracteriza por su espesor y masa. Generalmente se ejecuta de fábrica de ladrillo o bloque de hormigón, con relleno de hormigón o mortero de cemento.

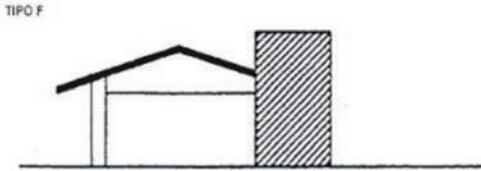


Imagen 63. Esquema de configuración edificio-defensa tipo F.



Imagen 64. Configuración de edificio-defensa tipo F.

7.2. Defensas contra las bolas de fuego y las proyecciones de restos de explosiones

El objetivo de estas defensas es prevenir la propagación del fuego a otros edificios o secciones colindantes al hipotético lugar de la deflagración. La diferencia básica respecto a las defensas contra explosiones es que éstas no están calculadas para soportar las presiones producidas por una supuesta explosión. Estas defensas son utilizables entre edificios y secciones del taller, los cuales no ofrecen riesgo de explosión detonante, sino más bien explosión deflagrante o de incendio. La dis-



Imagen 63. Detalle de vegetación frondosa y perenne asociado a casetas de elaboración de productos pirotécnicos, con el objetivo de proporcionar sombra y protección contra explosiones y objetos proyectados.

posición de estas barreras, entre edificios o secciones peligrosas, es análogo a la descrita en los gráficos de las defensas contra explosiones con la salvedad hecha de que no son resistentes a las presiones de una posible explosión. Los materiales de que pueden estar hechas estas barreras son:

- Planchas metálicas.
- Mallazo metálico.
- Planchas de hormigón prefabricado.

Una aplicación particular de estas defensas son los mallazos y telas metálicas dispuestos en techos de placa de fibra y de chapa de acero y en huecos de iluminación natural (ventanas), respectivamente.

También existen defensas contra las bolas de fuego, dispuestas dentro del perímetro de cerramiento del taller, a base de especies vegetales frondosas, tipo coníferas, de forma que puedan atrapar estas proyecciones y no provoquen un posible incendio en parcelas colindantes.



Imagen 64. Detalle de vegetación frondosa y perenne en zona perimetral de Taller de elaboración de productos pirotécnicos, con el objetivo de integrar paisajísticamente las construcciones del Taller y proporcionar protección contra explosiones y objetos proyectados.

8. PROTECCIÓN ACTIVA CONTRA INCENDIOS

La instalación contra incendios existente y preparado para el servicio del Taller, se basa fundamentalmente en extintores portátiles con agente extintor adecuado a los distintos materiales y la existencia de hidrantes asociados a la red para ser utilizados por los Servicios de Extinción de Incendios o brigada de emergencia del propio taller atendido por personal propio y los correspondiente a los servicios públicos.

Se seguirá en todo momento lo reglamentado por el Reglamento de Protección Contra Incendios en Instalaciones Industriales y en los casos de aplicación Código Técnico de Edificación, Documento básico seguridad contra incendios, CTE-DBSI, en las dependencias de descanso (comedores, vestuarios) o de uso administrativo.

8.1. Configuración del taller de pirotecnia

Se ha de partir del supuesto, que las instalaciones del taller han de ser consideradas según Anexo del RD 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra Incendios en establecimientos industriales, de acuerdo a lo indicado en la Guía Técnica de Aplicación Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales (Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre), en la interpretación del artículo 2.3, se especifica que debe entenderse que, al ser todos los edificios de un solo titular, el establecimiento ha de considerarse como una configuración global Tipo C, aunque los edificios estén unidos o separados menos de tres metros entre sí. Se consi-

derará un solo sector de incendio, coincidente con la superficie de la actividad. A la hora de la determinación del nivel de riesgo de todo el establecimiento, se debe cuantificar el nivel de riesgo de incendio de cada una de las dependencias que conforman el taller de pirotecnia.

Se deberán aplicar las diferentes fórmulas de cálculo de riesgo de incendio, diferenciando los edificios de producción y de almacenamiento. Una vez realizado el cálculo de la carga térmica de cada una de las dependencias, se procede a calcular la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida del Taller, teniendo en cuenta que la superficie total del mismo. La superficie a considera en el cálculo, ha de corresponder a la superficie de las diferentes construcciones y no puede considerarse la superficie total del Taller.

8.2. Justificación del riesgo de fuego forestal

Atendiendo a las características de la industria pirotécnica, en lo concerniente al cumplimiento del RD 2267/2004, en concreto el Anexo II, requisitos constructivos de los establecimientos industriales según su configuración, ubicación y nivel de riesgo, en su artículo 10, se establece: Los establecimientos industriales de riesgo

medio y alto ubicados cerca de una masa forestal han de mantener una franja perimetral de 25 metros de anchura permanentemente libre de vegetación baja y arbustiva con la masa forestal esclarecida y las ramas bajas podadas.

Si se justifica que el riesgo del establecimiento es bajo, la existencia de la franja perimetral de 25 metros no es preceptiva. A pesar de esta circunstancia, existen administraciones que, independientemente del nivel de riesgo de incendio que posea, obligan a justificar esta franja. Nos podemos encontrar la situación de un taller en el cual la zona de localización de los almacenes de productos terminados, se encuentre a una distancia en proyección horizontal (contada desde el paramento exterior de los edificios) de veinte a 30 metros. Se ha de recordar y tener en cuenta, que la existencia los merlones de tierra de protección, los cuales en caso de incendio en el interfaz forestal-industria, se comportarían como una pantalla cortafuegos, aportando la protección necesaria ante un hipotético fuego forestal.

8.3. Dotación medios contra incendios

Puesto que la disposición del taller es asimilable a una Instalación tipo C, debe existir una red de hidrantes en el cual el caudal y tiempo de re-

| Tipo establecimiento | Nivel de riesgo intrínseco | | | | | |
|----------------------|----------------------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|
| | Bajo | | Medio | | Alto | |
| | Caudal (l/min) | Autonomía (min) | Caudal (l/min) | Autonomía (min) | Caudal (l/min) | Autonomía (min) |
| C | 500 | 30 | 1.500 | 60 | 2.000 | 90 |

Tabla 12. Requerimiento caudal mínimo en función del riesgo intrínseco de establecimiento industrial.

| Nivel riesgo intrínseco | Tipo BIE | Simultaneidad | Tiempo autonomía |
|-------------------------|----------|---------------|------------------|
| Bajo | DN 25 mm | 2 | 60 min |
| Medio | DN 45 mm | 2 | 60 min |
| Alto | DN 45 mm | 3 | 90 min |

Tabla 13. Requerimiento diámetro, autonomía y simultaneidad de BIE en función del Riesgo intrínseco del establecimiento industrial.

serva según el RD 2267/2004 y derivado también de lo preceptuado en el RD 989/2015, se recoge en la Tabla 12.

La presión mínima en punta de lanza de los hidrantes, presión disponible, no ha de ser menor a 3,5 bar. Se recomienda garantizar el abastecimiento mediante la existencia de un aljibe o depósito. Además, el consumo de agua para otros usos deberá estar garantizado para una jornada de trabajo completa. La procedencia del agua normalmente y debido a estar establecidos los Talleres en zonas aisladas, provienen de pozos.

Las bocas de incendios equipadas, BIE's indicadas, se deben instalar adecuadamente ubicadas en las siguientes zonas, teniendo en cuenta que el alcance de una BIE es de 25 metros:

- Casetas de trabajo
- Secaderos
- Almacenes de materias primas peligrosas
- Almacenes de productos terminados

La capacidad y reserva de esta red de BIE, debe cumplir con lo que establece la Tabla 13.

De acuerdo con la norma CEPREVEN RT2 BIE, ésta especifica que la BIE, se le debe su-

ministrar la presión mínima a la lanza de ataque al fuego una presión mínima de 3,5 bar. El sistema de suministro irá dotado de grupo de presión capaz de satisfacer las demandas de presión y caudal. La reserva de agua, se debe garantizar mediante aljibe. La presión y suministro del agua contra incendios, debe garantizarse a través de grupo de presión y suministro tipo *jockey*, según norma UNE 23500-2012.

Las bocas de incendio equipadas, antes de su fabricación o importación, deben ser aprobadas de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 2 del Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el RD 513/2017, de 5 de noviembre, justificándose el cumplimiento de lo establecido en las normas UNE-EN 671-1-2013, UNE-EN 671-2-2013 y UNE-EN 671-3-2009.

En el caso de instalar bocas de incendio equipadas de DN 45 mm, debe garantizarse una reserva mínima de 60 min, con un alcance de 25 metros y distante menos de cinco metros desde lugar seguro (exterior actividad), tal y como se grafía en planos. De acuerdo con la norma CEPREVEN RT2 BIE, ésta norma específica que, para este tipo de BIE, la boquilla debe ser tal que, con una presión de 3,5 bar en su entrada, el caudal proporcionado será de 100 l/m, lo

que significa disponer de una boquilla de al menos nueve mm de diámetro, si bien en muchas ocasiones se instalan boquillas de diez milímetros. Por lo tanto, se requerirá una reserva mínima de agua de 12 m³. El sistema irá dotado de grupo de presión capaz de satisfacer las demandas de presión y caudal. La reserva de agua se deberá garantizar mediante aljibe efectuado ad hoc. La presión y suministro se garantizará a través de grupo de presión y suministro tipo *jockey*.

El número y distribución de las BIE en un sector de incendio, en espacio diáfano, será tal que la totalidad de la superficie del sector de incendio en que estén instaladas quede cubierta por una BIE, considerando como radio de acción de ésta la longitud de su manguera incrementada en cinco metros. Se deberá mantener alrededor de cada BIE una zona libre de obstáculos que permita el acceso a ella y su maniobra sin dificultad.

Atendiendo a la existencia de hidrantes y bocas de incendios equipadas, estas dos redes pueden compartir un mismo aljibe o depósito, pero garantizando la autonomía y reserva de agua exigida por la norma de referencia. En zonas en las cuales en invierno existen temperaturas bajo cero, se recomienda que la fuente de abastecimiento será un aljibe enterrado, del cual se surtirá la red contra incendios.

La disposición y ubicación enterrada del depósito se justifica por las bajas temperaturas que se alcanzan en invierno en la zona de implantación del taller, así como, la red contra incendios también discurrirá enterrada en todo su recorrido para evitar la congelación del agua contenida en ella. En referencia a la tipología constructiva del aljibe (hormigón prefabricado, metálico, etcé-

tera) dependerá de los criterios de emplazamiento y características ambientales.

La red contra incendios se instalará en anillo, de forma que todos los puestos de mangueras puedan ser alimentados ante cualquier incidencia (rotura de tubería, obstrucción, etcétera). Es importante destacar que se encontrarán claramente diferenciados el depósito de agua contra incendios, del depósito de suministro de agua con destino a uso humano.

Una mención especial requiere los hidrantes, en cuanto a su equipamiento y accesorios, que la normativa exige, pero la realidad de los servicios de bomberos en España, si refleja. Es decir, de acuerdo con las normas:



Imagen 65. Dotación de material de lucha contra el fuego en dependencias de Taller de Pirotecnia.

- UNE 14.339:2006, hidrantes enterrados
- UNE 14.384:2006, hidrantes aéreos

Estos hidrantes requieren la existencia de un racord de conexión de 100 mm con rosca, para suministrar a vehículos de extinción de incendios. Esta exigencia, requiere que la empresa titular o los servicios de bomberos dispongan de conexión de acople de la rosca de 100 mm a racord tipo Barcelona de 70 mm existente en la admisión de la mayoría de los vehículos de extinción de incendios de los servicios españoles.

En general, cuando se esté en presencia de materiales combustibles, se podrán emplear agentes extintores convencionales. No obstante, entre éstos últimos, el que se recomienda es el polvo químico seco polivalente y el agua con aditivos (muy utilizado últimamente y formado a base de tensoactivos fluorados e hidrocarbonados, disolventes, y sales ignífugas). Del mismo modo, se recomienda instalar rociadores automáticos de agua en aquellos lugares donde se almacenan considerables cantidades de materiales inertes, tales como relleno de embalajes, envases, cartones, papel, etcétera.

8.4 Equipos portátiles de protección contra incendios, extintores

Estos equipos de lucha contra el fuego, se basará en la existencia de extintores tanto fijo como sobre carros. En el siguiente cuadro, se muestra un ejemplo de equipos de extinción, el agente extintor y la dependencia a la cual se pueden encontrar asociados. En todo caso, para poder determinar las características de los agentes extintores, capacidad de extinción de estos agentes y tipología de los extintores, puede ser con-

sultado el Anexo I del RD 513/2017, Sección 1ª, Protección activa contra incendios.

La elección de los agentes extintores debe hacerse minuciosamente, con el objeto de seleccionar el más eficaz y, sobre todo, asegurándose de que no reacciona químicamente con el material o materiales que se pretendan proteger. En presencia de polvos metálicos (Na, Al, Mg, etc), deben emplearse agentes extintores especiales. Así, por ejemplo, el polvo Met-L-X está indicado para incendios de magnesio, sodio, potasio, aleaciones de sodio-potasio y aluminio en polvo, por lo que deberán estar presentes en las inmediaciones de los almacenes de materias primas no peligrosas (metales y polvo de metales).

8.5 Otros sistemas

Sistema manual de alarma de incendio

Será necesario instalar un sistema manual de alarma de incendio, puesto que la superficie total construida en la mayoría de los casos será mayor de 1.000 m².

Sistema de comunicación de alarma

Será necesario cuando la superficie total construida sea superior 10.000 m². Este sistema será capaz de transmitir señales acústicas de emergencia, así como traslado de avisos de evacuación, emergencia total y emergencia parcial, que deberá ser perfectamente audible en toda la superficie del taller y en el interior de sus dependencias.

Detección de incendios

La activación automática del sistema de protección centralizado puede estar programado

| Dependencia a proteger | Tipo de extintor | | Unidades mínimas | Agente extintor | |
|--|------------------|-------------|------------------|---------------------------------------|--|
| | Portátil | Sobre carro | | Carga kg (ud) | Tipo |
| Almacén de materias primas peligrosas | X | X | 2 | Portátil: 6 kg Sobre carro: 25 kg | Polvo BC / agua + adit. Polvo Met-L-X |
| Almacén de materias primas no peligrosas | X | | 1 | Portátil: 12 kg | Polvo BC / agua + adit. |
| Almacén de productos semielaborados | X | | 2 | Portátil: 12 kg | Polvo BC / agua + adit. |
| Almacén de productos terminados | X | X | 2 | Portátil: 12 kg Sobre carro: 25 kg | Polvo BC / agua + adit. |
| Edificio de oficinas | X | X | 2 | Portátil: 6 kg Portátil: 5 kg | Polvo BC / agua + adit. CO ₂ |
| Casetas elaboración | X | | 1 | Portátil: 6 kg | Polvo BC / agua + adit. |
| Sala de generador | X | | 2 | Portátil: 12 kg Portátil: 9 kg | Polvo BC / agua + adit. CO ₂ |
| Sala de calderas | X | | 1 | Portátil: 12 kg | Instalación automática |
| Incinerador | | X | 1 | Sobre carro: 25 kg | Polvo BC / agua + adit. |

Tabla 14. Extintores recomendados para cada edificio en función de los materiales almacenados o manipulados.

con un sistema de detección de incendios. La detección se puede realizar mediante detectores automáticos ubicados en los locales a proteger (generalmente almacenes de productos terminados) y conectados por instalaciones fijas a un control central situado fuera de la zona de peligro. La aplicación de los sistemas de detección de incendios se limita a locales cerrados y la sensibilidad de cada detector está determinado por su zona de influencia. Por ello la posición estratégica de los detectores, juegan un papel importante para que el sistema sea eficaz. Al igual que en los sistemas de protección, es necesario conocer las características de los materiales a

proteger, sobre todo en lo que respecta a su comportamiento frente al fuego, para así determinar la característica predominante del inicio del fuego, es decir, humos, llamas, aumento de temperatura, chispas, gases, etc. Esta característica será la que permitirá hacer una buena selección del tipo de detector. En general, se recomienda el empleo de detectores ópticos de efecto Tyndall o barrera ópticas de detección, conectada con central de detección. En el sistema de detección se recomienda que se empleen materiales con un modo de protección antideflagrante, así como el cableado de su instalación.

8.6. Señalización

En todo el recinto del taller, incluyendo la zona de destrucción de residuos y también la zona de pruebas y ensayos exteriores, debe de existir una adecuada señalización de seguridad. Las señales de seguridad que deben existir en los talleres son las que recoge la Imagen 66.

La ubicación de las señales estará situada, preferentemente, cerca de vías de comunicación y de circulación. Otro tipo de señalización que sería conveniente adoptar sería la dotación, a todos los empleados de la pirotecnia, de una tar-



Señalización de advertencia de peligro de explosión. Señalización de prohibido el paso a personas no autorizadas. Prohibición de fumar.



Señalización de información relativa a accesos a medios de protección y alarmas.

Imagen 66. Señalética de seguridad y emergencias a instalar en Taller de Pirotécnia.

jeta de color que les identifique con la sección o edificio donde trabajan. De esta forma, en cualquier momento es verificable la permanencia correcta o no de un determinado empleado. La citada tarjeta ha de llevarse permanentemente en un lugar visible. A título orientativo, el código de colores que se debe adoptar podría ser el que refleja la Tabla 15.

El tipo de señalización mediante tarjetas de colores es más necesario cuanto mayor sea el taller de pirotecnia. En talleres con menos de 25 empleados apenas tiene aplicación práctica.

8.7. Requisitos constructivos del establecimiento industrial

A la hora de garantizar la accesibilidad de medios de ayuda exteriores (extinción incendios, servicios asistencia sanitaria, etcétera), debe cumplirse con los siguientes condicionantes de diseño de accesos, viales interiores y constructivos de los diferentes edificios.

A.1. Condiciones del entorno de los edificios

Los edificios y su entorno deben disponer de un espacio de maniobra apto para el paso de vehículos, que cumpla las siguientes condiciones a lo largo de las fachadas accesibles:

- Anchura mínima libre: 6 metros
- Separación máxima del edificio: 10 metros
- Pendiente máxima: 10 por 100
- Capacidad portante del suelo: 2.000 kP/m²
- Resistencia al punzonamiento del suelo: 10 toneladas sobre 20 cmØ

| Sección | Color |
|-------------------------------|---|
| Pólvora | Negro |
| Máquinas | Amarillo |
| Color | Verde |
| Manipulación y acabado | Azul |
| Almacenes con material inerte | Blanco |
| Multi-sección | Los colores de las secciones que se esté autorizado a pasar |
| Visitas | Rojo |

Tabla 15. Propuesta de tarjeta de identificación de visitas y trabajadores.

La condición referida al punzonamiento, cumple en las tapas de registro de las canalizaciones de servicios públicos, sitas en este espacio, cuando sus dimensiones sean mayores que 0,15 m x 0,15 m, y deberán ceñirse a las especificaciones de la Norma UNE-EN 124:1995. El espacio de maniobra se mantiene libre de mobiliario urbano, arbolado, jardines, mojones u otros obstáculos.

A.2. Condiciones de aproximación de edificios

Los viales de aproximación hasta las fachadas accesibles de los establecimientos industriales, así como los espacios de maniobra a los que se refiere el apartado anterior, deben cumplir las condiciones siguientes:

- Anchura mínima libre: 5 metros
- Altura mínima libre o gálibo: 4,50 metros
- Capacidad portante del vial: 2.000 kP/m²

9. SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ELÉCTRICAS ATMOSFÉRICAS. PROTECCIÓN CONTRA EL RAYO. ITC-9

La existencia de sistemas de protección contra el rayo, viene obligada su instalación por la ITC-9, así como también por la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (R.D.1215197. Anexo II, pto. 12), el cual preceptúa:

- Cualquier instalación o maquinaria utilizada para el trabajo, y que puedan ser alcanzadas por los rayos, deberán estar protegidas contra sus efectos por dispositivos o medidas adecuadas.
- Cuando de la evaluación realizada resulte necesaria la adopción de medidas preventivas, deberán ponerse claramente de manifiesto las situaciones en que sea necesario eliminar o reducir el riesgo, mediante medidas de prevención en el origen, organizativas, de protección colectiva, de protección individual, o de formación e información a los trabajadores.

- También de acuerdo con esta misma ley, cuando no existe un reglamento específico, deben utilizarse las normas UNE.
- Cuando la evaluación exija la realización de mediciones, análisis o ensayos y la normativa no indique o concrete los métodos que deben emplearse, o cuando los criterios de evaluación contemplados en dicha normativa deban ser interpretados a la luz de otros criterios de carácter técnico, se podrán utilizar los métodos o criterios recogidos en las normas UNE.

La normativa a aplicar, para fijar los criterios de los sistemas de protección contra el rayo será la UNE-21186 para estructuras, edificaciones y zonas abiertas mediante pararrayos con dispositivo de cebado. Los materiales de los sistemas de protección contra el rayo deben cumplir los requisitos de las normativas de la serie UNE-EN 50164.

También el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión basándose en la normativa IEC 61643 establece como obligatorio la protección contra sobretensiones según el Artículo 16.3:

- Los sistemas de protección para las instalaciones interiores o receptoras para baja tensión impedirán los efectos de las sobreintensidades y sobretensiones que por distintas causas cabe prevenir en las mismas y resguardarán a sus materiales y equipos de las acciones y efectos de los agentes externos.
- La ITC 23 prescribe la instalación de protectores contra sobretensiones en las siguientes situaciones:
 - ITC-23 e ITC-28: en edificios considerados como de difícil evacuación, pública concurrencia, sanitario, comercial o docente.

- ITC-23: Cuando la línea de alimentación de baja tensión es total o parcialmente aérea.
- ITC-23: Cuando la instalación incluye líneas aéreas.
- ITC-23: Cuando la instalación se va a realizar donde existe un sistema externo de protección contra el rayo o existe alguno en un radio inferior a 50 m.
- ITC-23: Cuando debido a la sobretensión, el fallo en el suministro eléctrico o de los equipos, puede afectar a la vida humana o de animales.
- ITC-23: Cuando debido a la sobretensión, el fallo en el suministro eléctrico o de los equipos, puede afectar a los servicios públicos o actividades agrícolas e industriales.

9.1. Evaluación del riesgo de caídas de rayo sobre instalaciones

La norma UNE 21186 plantea el mismo cálculo de riesgo que la norma UNE-EN 62305-2. La norma UNE-EN 62305-2 describe el procedimiento para la evaluación del riesgo y la decisión de las medidas de protección a tomar. Los riesgos tolerables son los siguientes:

- Riesgo de pérdidas de vidas humanas: 0,00001
- Riesgo de servicios esenciales: 0,001
- Riesgo de pérdidas de patrimonio cultural: 0,001
- Riesgo de pérdidas económicas: 0,001

En este caso las condiciones iniciales de la estructura son las siguientes:

- Según norma: UNE-EN 62305-2
 - El área de colección ha sido determinada mediante métodos gráficos: Área de colección: Superficie de protección de cada pararrayos, en función de su tipología y altura de instalación.
- Influencias ambientales. Densidad anual equivalente de rayos: dos rayos/km².
- Situación respecto a los alrededores: rodeado de edificios más bajos, correspondiente a los diferentes edificios que conforman el taller.
- Factor ambiental: rural
- Características de la estructura:
 - Material de la cubierta: metálica.
 - Material de la estructura: hormigón.
- Riesgo de incendio y daños físicos: detonación y/o explosión en masa.
- Tipo de cableado interno: no apantallado.
- Tipos de pérdidas que pueden sufrirse pérdidas de vidas humanas:
 - Por incendios: medio. Ocupadas ocasionalmente. Es decir, las edificaciones no están ocupadas de forma permanente.
 - Por sobretensiones: No aplica.
 - Riesgos especiales para la vida
 - Por pánico: Sin riesgo.
 - Por consecuencias fuera de la estructura: Sin consecuencias.
- Pérdidas de servicios esenciales: No aplica.
 - Pérdidas de patrimonio cultural: No aplica. Pérdidas económicas:
 - Por incendios: valor alto.
 - Por sobretensiones: valor alto.
 - Riesgos económicos especiales: Peligro para el entorno.

- Por tensión de paso/contacto: Sin riesgo de *shock*.

- Líneas de conducción eléctrica:
 - Situación del cable eléctrico de descarga: Enterrado.
 - Tipo de cable externo: No apantallado.
- Existencia de transformador MT/BT: transformador fuera perímetro taller de pirotecnia
- Medidas de protección existentes: clase de Sistema de protección contra rayos.
- Protección contra sobretensiones: no.

Con todos estos datos se calculan los componentes del riesgo (RA, RB, RC, RM, RU, RV, RW, RZ) para cada uno de los tipos de riesgo existentes (pérdidas de vidas humanas, pérdidas de servicios esenciales, pérdidas de patrimonio cultural, y pérdidas económicas) según se define en las normativas. Para cada uno de los riesgos computan unos componentes Rx, y algunos sólo en ciertos casos, lo que se indica con un superíndice:

1) Sólo para estructuras con riesgo de explosión y para hospitales o estructuras en las que los fallos de los sistemas dan lugar a un riesgo inmediato para la vida humana.

2) Sólo para propiedades donde puedan producirse pérdidas de animales. Riesgo en la situación inicial:

$$R_1 = R_A + R_B + R_C + R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z = 7,88E10 + 1,58E05 + 0,00E+00 + 0,00E+00 + 4,43E-09 + 8,86E-05 + 0,00E+00 + 0,00E+00 = 1,04E-04$$

$$R_2 = R_B + R_C + R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z = 0,00E+00 + 0,00E+00 + 0,00E+00 +$$

$$0,00E+00 + 0,00E+00 + 0,00E+00 = 0,00E+00$$

$$R_3 = R_B + R_V = 0,00E+00 + 0100E+00 = 0,00E+00$$

$$R_4 = R_A^2 + R_B + R_C + R_M + R^2 + R_V + R_W + R_Z = 0,00E+00 + 3,15E-03 + 7,88E-07 + 4,15E-04 + 0,00E+00 + 1,77E-02 + 4,43E-06 + 2,19E-04 = 2,15E-02$$

Para conseguir un riesgo menor al tolerable establecido en los cuatro tipos se deben tomar las siguientes medidas de protección:

- Un sistema de protección contra el rayo de Nivel 1.
- Protección contra sobretensiones a la entrada de los servicios.

Riesgo calculado con la solución propuesta:

$$R_1 = R_A + R_B + R_C + R_{M1} + R_U + R_V + R_W + R_Z = 7,88E-10 + 3,15E-07 + 0,00E+00 + 0,00E+00 + 4,43E-11 + 8,86E-07 + 0,00E+00 + 0,00E-10 = 1,20E-06$$

$$R_2 = R_B + R + R_M + R_V + R_W + R_Z = 0,00E+00 + 0,00E+00 + 0,00E+00 + 0,00E+00 + 0,00E+00 + 000E+00 = 0,00E+00$$

$$R_3 = R_B + R_V = 0,00E+00 + 0,00E+00 = 0,00E+00$$

$$R_4 = R_A^2 + R_B + R + R_M + R_U^2 + R_V + R + R_Z = 0,00E+00 + 6,31E-05 + 7,88E-07 + 4,15E-04 + 0,00E+00 + 1,77E-04 + 4,43E-06 + 2,19E-04 = 8,80E-04$$

El riesgo es menor que el aceptable.

9.2 Tipo de pararrayos a instalar

La existencia de al menos dos pararrayos en un Taller, aportan protección a las diferentes dependencias, disponiéndose los pararrayos de dispositivo de cebado electropulsante, caracterizados por disponer de:

- Certificación de Producto AENOR de conformidad con la Norma UNE 21186, que comprende:
 - Corriente soportada certificada del 100 kA. Ensayo previo al tiempo de avance en el cebado, para garantizar el funcionamiento del pararrayos después de haber sufrido 20 descargas repetitivas con onda 10/350 μ ps y corriente de pico superior a 100 kA, según normas IEC60060-1 e IEC-61083-1.
 - Tiempo de avance en el cebado certificado.
- Certificado de funcionamiento inalterable en condiciones de lluvia de acuerdo con la norma UNE 21308. Aislamiento superior al 95%.
 - Ensayo seco/lluvia con impulsos tipo maniobra.
 - Ensayo seco/lluvia con tensión.
- Certificado de radio de protección y cumplimiento de la norma UNE 21186 y NFC 17-402.
 - Certificado de radio de protección para cada modelo y nivel, calculado según normas UNE 21186 y NFC 17-102. Con el fin de garantizar una total independencia en el control de los resultados de los ensayos de laboratorio, éstos serán realizados en un laboratorio oficial e independiente de intereses de empresas privadas, esto es, en el Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia del Ministerio de Ciencia y Tecnología.

- Descripción de la instalación. Para la protección contra el rayo, deben existir al menos 2 pararrayos con dispositivo de cebado con sus correspondientes conductores de bajada y tomas de tierra, asociado a la zona de almacenamiento de productos terminados y otro a la zona de casetas de producción. El pararrayos estará al menos dos metros por encima de cualquier otro objeto dentro de su radio de protección.
- Sistema de bajada: Se realizará una bajante con su respectiva toma de tierra. Según lo definido en la norma UNE 21186 y se realizarán por la trayectoria más rectilínea posible. En este caso se utilizará la estructura metálica como componente natural para la segunda bajante. Se realizará con cable que se fijará al paramento mediante grapas apropiadas y distanciadas entre ellas 0,5 metros. Las bajantes se protegerán contra eventuales choques mecánicos mediante un tubo de protección de una altura de dos metros a partir del suelo. Se colocará un contador de impactos por cada pararrayos.
- Sistema de tomas de tierra: La toma de tierra del pararrayos, debe estar aislada de cualquier otro elemento metálico, deberá tener una resistencia de diez ohmios como máximo (UNE21 186), para lo que en cada bajante se realizará una toma de tierra compuesta por un conjunto de tres electrodos dinámicos en L, los cuales una vez introducidos en la excavación en zanja del terreno se unirán entre sí con cable. Cada toma de tierra será provista de una arqueta de registro y puente de comprobación al objeto de poder realizar posteriores mediciones.

10. CUMPLIMIENTO DE LA INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA NÚMERO 10

La ITC-10 aborda la prevención de aquellos accidentes en que intervengan los productos regulados por el Reglamento de artículos pirotécnicos y cartuchería, así como la limitación de sus repercusiones en las personas y el medio ambiente.

Sus disposiciones se aplican tanto a los talleres, como a los depósitos de pirotecnia (no asociados a un taller, por ejemplo los almacenes de material procedente de importación bien los fabricados en otros talleres) en los que puede originarse un accidente grave, entendiéndose por tal un hecho (como una emisión, incendio o explosión importante) que resulte de un proceso no controlado durante el funcionamiento de cualquier establecimiento, que suponga un peligro considerable, ya sea inmediato o diferido, para las personas y/o el medio ambiente, dentro o fuera del establecimiento, y en el que intervengan una o varias sustancias explosivas. En concreto, es de aplicación cuando la cantidad máxima de materia reglamentada que esté presente, o pueda estarlo, en el establecimiento, en un momento dado supere los umbrales que marca la Tabla 16.

En gran cantidad de talleres o almacenes de productos pirotécnicos, se supera el Umbral I, debido a que se pueden almacenar de forma global más de 10.000 kilogramos de material reglamentado catalogado como categoría 1.1 del ADR. Atendiendo a esta superación de materia reglamentada y productos terminados, le es de aplicación el RD 840/2015, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan

| Sustancia | Umbral (toneladas) | |
|--|--------------------|-----|
| | I | II |
| 1. Explosiva (1) cuando la sustancia, preparado u objeto corresponda a la división 1.4 del acuerdo ADR | 50 | 200 |
| 2. Explosiva (1) cuando la sustancia, preparado u objeto corresponda a alguna de las divisiones 1.1, 1.2, 1.3, 1.5 ó 1.6 del acuerdo ADR, o a los enunciados de riesgo R2 o R3 | 10 | 50 |

Tabla 16. Umbrales aplicación RD 840/2015.

sustancias peligrosas, también conocido coloquialmente como normativa Seveso. El RD 840/2015 indica, en su artículo 3, que, en el ámbito de instalaciones de pirotecnia le es de aplicación exclusivamente:

- a) La planificación de emergencia exterior, que se regirá por lo dispuesto en el artículo 13. Es decir, las autoridades con competencia en el ámbito de Protección Civil y Emergencias del territorio de implantación del Taller, deberán elaborar un Plan de Emergencia Exterior (PEE).
- b) La planificación del uso del suelo, que le será de aplicación lo dispuesto en el artículo 14. Los órganos competentes de las comunidades autónomas, velarán por que se tengan en cuenta los objetivos de prevención de accidentes graves y de limitación de sus consecuencias para la salud humana, los bienes y el medio ambiente en sus instrumentos de planificación territorial y urbanística, garantizando la adecuada planificación del uso del suelo, de forma que se preserve los desarrollos urbanísticos, modificaciones de planeamiento territorial e incluso el control sobre la proliferación de viviendas aisladas en el entorno de los talleres de pirotecnia, circunstancia que muchas administraciones locales y autonómicas olvidan de aplicar.
- c) La información al público afectado, que se regirá por lo dispuesto en el artículo 15.2.a) del RD 840/2015, de forma que, en el caso de los establecimientos de nivel superior, la autoridad competente en colaboración con los industriales de los establecimientos, se asegurará también de que, mediante el conocimiento de los riesgos por parte del público afectado, sea accesible por parte de estos, como herramienta de planificación y respuesta ante emergencias.
- d) La consulta y participación pública en los proyectos de ejecución de obras en las inmediaciones de establecimientos a la que se refiere el artículo 16.1.c) que le será de aplicación lo establecido en el artículo 16. En todo lo referente a la consulta pública y participación en las solicitudes y tramitaciones de nuevos talleres o la ampliación de os ya existentes.
- e) La pronta notificación de accidentes, que le será de aplicación lo dispuesto en el artículo 17.1. Es decir, tan pronto como se origine un incidente o accidente susceptible de causar un

accidente grave y haciendo uso de los medios más adecuados (correo electrónico habilitado, llamada telefónica, comunicación vía radio sistema TETRA), los industriales de los establecimientos comprendidos en el ámbito de aplicación de este real decreto estarán obligados a informar de forma inmediata al órgano competente de la comunidad autónoma en materia de protección civil, así como con la Delegación o Subdelegación del Gobierno correspondiente.

Por lo tanto al superarse el Umbral I, además de la notificación realizada en tiempo y forma, ante la autoridad competente, por parte del empresario se debe elaborar un documento que defina su política de prevención de accidentes graves y, en particular, un sistema de gestión de seguridad que incluya la estructura organizativa, las responsabilidades, las prácticas, los procedimientos y los recursos que permiten definir y aplicar dicha política de prevención de accidentes graves. El documento, deberá recoger e indicar los nombres de las empresas y organizaciones pertinentes que hayan participado, en su caso, en su elaboración e incluirá, además, el inventario actualizado de las sustancias peligrosas existentes en el establecimiento.

El documento debe analizar los siguientes aspectos:

- Objetivos globales, orientación y objetivos específicos en relación con el control de los accidentes graves.
- Principios y criterios en que se basan las medidas adoptadas para impedir los accidentes graves y para hacerles frente.

- Identificación de los peligros de accidente grave.
- Medidas que se estimen necesarias para impedir accidentes graves.
- Medidas que se consideren necesarias para limitar las consecuencias de los accidentes graves sobre las personas y el medio ambiente.
- Organización y procedimientos necesarios para la aplicación y gestión de la política de prevención de accidentes graves, así como la designación de personal con la titulación y la formación adecuadas.
- Programa para la aplicación, la evaluación de la eficacia y la introducción de mejoras.
- Revisión periódica de la política de prevención de accidentes graves y del sistema de gestión por parte de los responsables principales del establecimiento, con el fin de comprobar su eficacia con respecto a las normas pertinentes.

Derivado de la inclusión de los talleres y almacenes de pirotecnia en el RD 840/2015, también es preceptiva la existencia y redacción de un Plan de Autoprotección en relación con el Real Decreto 393/2007, de 23 de marzo, por el que se aprueba la Norma Básica de Autoprotección de los centros, establecimientos y dependencias dedicados a actividades que puedan dar origen a situaciones de emergencia. En el Anexo I, catálogo de actividades incluidas, en el apartado a).

11. SERVICIOS DE PROTECCIÓN INMEDIATA DE LOS TALLERES Y DEPÓSITOS, ITC 11

Sin perjuicio del cumplimiento de las normas específicas que regulan cada caso y en cumpli-

miento de cuanto determina el Reglamento de artículos pirotécnicos y cartuchería, la ITC-11, trata las medidas de seguridad ciudadana en el Taller de pirotécnica.

Junto con la documentación de autorización, modificación sustancial de un taller o un depósito, el titular debe presentar ante el ICAE, Intervención Central de Armas y Explosivos un Plan de Seguridad Ciudadana, elaborado por un Director de Seguridad Privada, perteneciente a una empresa de seguridad homologada, en el que se especificarán una serie de aspectos relacionados con la organización de la seguridad humana y la correspondiente seguridad física y lógica del Taller, a través de la empresa de seguridad contratada.

Corredor exterior

Debe garantizarse la existencia de un pasillo/corredor exterior al perímetro del taller, para facilitar la vigilancia del taller y de su personal responsable. Debe estar constituido por una franja de terreno, de tres metros de anchura, despejada de vegetación y construcciones, de forma que se facilita el control de los servicios de seguridad ciudadana. Se quiere destacar que, en ocasiones, pueden existir tramos, que debido a las características orográficas del terreno y de configuración de las parcelas, la franja de terreno posee la anchura mínima para el tránsito de personas, pero no para vehículos. E incluso en determinadas situaciones, nos podemos encontrar que algunos tramos del corredor se encuentran ejecutado por el interior del vallado, circunstancias que deberán ser analizadas de forma pormenorizada por la empresa de seguridad y posteriormente autorizado por el ICAE de la Guardia Civil, con las prescripciones que se consideren más favorables.

Accesos

Las puertas de cerramiento estarán integradas en el cercado perimetral y construidas con materiales de análoga resistencia que la del vallado perimetral. Deben ser puertas de una o dos hojas y también pueden ser portones tipo deslizante, mediante accionamiento manualmente o motorizado. Sobre ellas y sus postes o pilares de sujeción, debe tener continuidad los 50 centímetros de alambre de espino en su coronación.

Cercado perimetral

El perímetro de los talleres, deberá delimitar claramente la propiedad y evitar la entrada de personas y animales. Las instalaciones contarán con un cerramiento suficientemente resistente para impedir el paso de personas, animales o cosas, enteramente despejado y libre de elementos que no permiten su escalo, con una altura de 2 metros (medidos desde el exterior del cerramiento), de los cuales los 50 centímetros superiores serán necesariamente tres filas de alambre de espino, colocadas sobre bayonetas inclinadas 45° hacia el exterior. Actualmente existen sistemas de vallados de alta visibilidad y



Imagen 67. Detalle vallado de cierre perimetral anti-escalo, dotado de sensores.

de características anti-escalo (la protección anti-escalo es un sistema de seguridad pasiva que impide que un intruso pueda trepar por una valla o pared), con su parte inferior ajustada al terreno en la forma necesaria, con el fin de evitar la intrusión de personas y las alarmas generadas por la entrada de animales a la instalación. Asociado al vallado, en su flanco interior se instalarán en el interior del vallado y siendo visibles desde el exterior, todos los carteles informativos de peligrosidad, de contar con sistemas de seguridad y de estar conectados a una central receptora de alarmas. Como norma de seguridad, en aplicación de las distancias mínimas de las diferentes dependencias de trabajo y/o almacenamiento, el cerramiento está, al menos, a una distancia de 10 metros de cualquier almacén o local de fabricación.

Protección

- Protección electrónica. La protección electrónica está compuesta por:
 - Sistema de detección perimetral. Las instalaciones deben estar protegidas por sistemas de detección perimetral, tanto en la zona perimetral exterior, como en la zona perimetral de acceso a los almacenes. La elección de este tipo de detección electrónica debe ser confiada a la empresa de Seguridad contratada para tal fin y servicio.
 - Sistema de detección interior. Los elementos de detección están instalados en las paredes de las edificaciones de almacenamiento, con un nivel mínimo de protección IP54. Este sistema está integrado por:
 - Detectores de apertura, existentes en las puertas de dependencias de almacenamiento



Imagen 68. Detalle báculo dotado de cámaras y sensores de vigilancia, con alimentación fotovoltaica. En este caso las señales se transmiten via radio con protección contra sabotaje.

de materias primas peligrosas y almacenes de productos terminados. Generalmente son detectores magnéticos, asociados a la apertura de puertas. Se quiere recordar que las puertas deben poseer doble cerradura de seguridad y aportar una adecuada integridad física al apalancamiento y al arranque, siendo extensiva a los marcos de anclaje a los elementos constructivos del edificio.

- Detectores de presencia. Estos detectores de presencia o detectores volumétricos, se instalarán en el interior de los almacenes de productos terminados, debiendo cumplir la instalación con lo indicado en la ITC-13, en concreto intentando instalarlos en zona catalogada como F-2, como más adelante se estudiará.
- Detectores sísmicos. Este tipo de detectores, deben proporcionar la protección de los almacenes de productos terminados, de forma que ante un intento de acceso mediante botones o similar, detecten las ondas físicas que se transmiten sobre los muros del almacén y aporten la señal de alarma a la

central de alarma correspondiente. Se deben instalar en todos los muros perimetrales e incluso en la cubierta del edificio. En la zona pavimentada, no suele instalarse.

12.- TRATAMIENTO DE PRODUCTOS DESTINADOS A ELIMINACIÓN O INERTIZACIÓN. ITC 12

Existen Talleres, que de acuerdo con su sectorización y diseño poseen zonas destinadas a la destrucción de productos pirotécnicos o restos de ellos. En la actualidad y debido al criterio de algunas administraciones públicas y órganos sustantivos, de no autorizar zonas de destrucción, ha obligado a redactar y materializar procedimientos de destrucción e inertización de sustancia reglamentada. También estas imposiciones, han motivado que los titulares de los talleres, hayan optado por contratar los servicios de empresas especializadas en la gestión de este tipo de residuos (peligrosos).

Generalmente este tipo de instalaciones, por razones obvias se encuentra convenientemente alejadas del resto de zonas de trabajo del taller, por lo que no es preceptivo que quede cubierta por la protección de los pararrayos instalados. Esta circunstancia, también genera controversia, puesto que determinados organismos autonómicos, instan a instalar un pararrayos que cubra en exclusiva la zona destinada a la eliminación e inertización de materias reglamentadas.

Sobre este asunto, se quiere destacar que esta zona, debería estar exenta de estar protegida con sistemas contra la caída de rayos, atendiendo a lo indicado en el punto 5 de la ITC-9 Sistemas de protección contra rayos, se indica:

Todos los edificios del taller de pirotecnia y depósito de productos terminados estarán bajo la cobertura de un sistema de protección contra rayos, según lo establecido en la Sección 8 (SUA 8) del Documento Básico «Seguridad de utilización y accesibilidad», del Código Técnico de la Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.

Es importante especificar, que generalmente esta la zona no genera edificación alguna, y por lo tanto no existe almacenamiento alguno, no siendo necesario que se encuentra protegida por elemento de protección al rayo. En referencia a la necesidad que esta zona se encuentre protegido mediante la existencia de un pararrayos, sobre este aspecto se quiere recordar que el quemadero no genera un edificio o dependencia que vaya a albergar de forma continuada materia reglamentada, si no que por el contrario, la permanencia de las mismas es efímera y teniendo la precaución mediante los procedimientos de destrucción, que en caso de existencia de tormenta eléctrica u otros riesgos naturales, no se procederá a la destrucción de la materia reglamentada, estando en todo momento bajo supervisión de personas responsables. Por lo tanto, la zona de destrucción e inertización, generalmente no puede considerarse como un edificio, al no encontrarse constituido por elementos constructivos portantes y de cubierta, generando un espacio abierto y únicamente delimitado por vallado perimetral. A mayor abundamiento, se quiere citar el CTE, en su Sección SU 8-Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo, especifica:

Los edificios en los que se manipulen sustancias tóxicas, radioactivas, altamente inflamables

o explosivas y los edificios cuya altura sea superior a 43 metros dispondrán siempre de sistemas de protección contra el rayo de eficiencia E superior o igual a 0,98, según lo indicado en el apartado 2. Claro queda, que, en esta zona, no se manipulan ni almacena sustancia reglamentada, por lo que no procede la instalación de pararrayos asociado.

En caso de adoptar la destrucción por incineración como método de eliminación frente a otros como destrucción química por disolución, explosión, etcétera, la zona de destrucción por incineración estará ubicada sobre un terreno apropiado y desprovisto de vegetación. Estará a cubierto de los vientos dominantes, o al menos, en una posición favorable respecto de ellos. Esta zona debe estar ubicada en terreno del propio taller.

La zona de destrucción deberá tener al menos tres áreas de incineración o de quemado. Estas

áreas de incineración, preferentemente, deben tener el basamento pavimentado de cemento, y en todo caso el área debe estar siempre libre de hojarasca, hierbas secas y otros elementos de fácil combustión.

Sobre el área de incineración se podrá colocar una pira, formada por leño fina, matorrales secos, paja, etc. El eje longitudinal del área debe coincidir con la dirección del viento dominante. Es conveniente, además, disponer en las áreas de combustión de contenedores tipo 'jaula', para amortiguar o eliminar posibles proyecciones, cuando se pretendan destruir productos susceptibles de proyección. La zona de destrucción de residuos debería disponer de un lugar de refugio para que el personal que realiza la destrucción se pueda proteger contra las proyecciones. Este refugio, puede consistir simplemente en un muro de fábrica de ladrillo. La ubicación de este refugio debe hacerse en la zona comprendida desde la recta perpendicular a la dirección del viento

| Cantidad de material pirotécnico neto (kg.) | Distancia mínima (m) | |
|---|--|---|
| | A zonas habitadas y vías de comunicación | Al lugar de refugio del personal que interviene en la destrucción |
| < 1 | 60 | 30 |
| 1 a 2 | 60 | 40 |
| 2 a 5 | 60 | 50 |
| 5 a 10 | 75 | 60 |
| 10 a 25 | 100 | 70 |
| 25 a 50 | 125 | 80 |
| 50 a 75 | 150 | 90 |
| 75 a 100 | 175 | 100 |

Tabla 17. Distancia de seguridad a aplicar entre el centro de destrucción y su entorno.

dominante que pasa por el punto más externo del área de incineración hacia el origen del viento dominante. Con esta ubicación se tendrá un mejor campo de visión de la destrucción y se estará mejor protegido de una hipotética propagación de fuego.

Además, es conveniente disponer en la zona de destrucción de residuos de un carro extintor o de un extintor portátil y de un puesto de manguera para sofocar cualquier conato de incendio que se pudiera producir en la zona. No se debe aplicar el agua y el agente extintor indiscriminadamente contra los residuos explosivos (sin incinerar), por el riesgo a una posible reacción no deseada, sobre todo por la existencia de metales. En el emplazamiento de la zona de destrucción se deberán tener en cuenta las siguientes distancias recomendadas, dependiendo de la cantidad de residuos peligrosos a destruir (Tabla 17).

La zona deberá estar cercada convenientemente para evitar la entrada involuntaria de personas y animales mediante el embebido del elemento de cierre en el murete de hormigón, con la misión de evitar el levantamiento o paso por el espacio inferior. Deberá disponer de señales de seguridad (de prohibición y de advertencia de peligro), así como de identificación de la zona.

13. INSTALACIONES ELÉCTRICAS. ITC-13

De acuerdo con la ITC-13 del Real Decreto 989/2015, las diferentes dependencias y edificios en proyecto se clasifican, en zonas en función de una serie de características recogidas en el art 2 de la citada ITC-13. Para poder ampliar este punto, se recomienda consultar la Guía Inter-

pretativa de la ITC-13, publicada por el Ministerio de Industria

(<https://energia.gob.es/mineria/Explosivos/Guias/Guia-aplicacion-ITC-13RAPYC.pdf>)

- Zonas F0: aquellas áreas de proceso en las que la materia o mezcla explosiva se encuentra en forma de polvo de manera permanente, frecuentemente o por largos periodos.
- Zonas F1: aquellas áreas de proceso o almacenamiento en las que la materia reglamentada es probable que se encuentre ocasionalmente en forma de polvo en funcionamiento normal.
- Zonas F2: aquellas áreas de proceso o almacenamiento en las que la materia reglamentada es poco probable que se encuentre en forma de polvo en funcionamiento normal, y si lo hace, es durante un corto periodo de tiempo.

Para asegurar la protección frente a los riesgos de la electricidad estática, en las diferentes dependencias en las cuales exista presencia de materia reglamentada, se aplicará y cumplirá con lo preceptuado en el punto 6.5 de la ITC 13, del RD 989/2015. En los Talleres, deben tomarse las siguientes precauciones:

- La resistencia de tierra del conjunto formado por la puesta a tierra y la red de conexión equipotencial no superará el valor de 1 MΩ. Todos los elementos metálicos (puertas acceso, estanterías, marcos ventanas, mobiliario, etcétera) estará puesto a tierra.
- El pavimento de los locales que albergan o se manipulan materias reglamentadas, debe cumplir las siguientes características:

- El suelo de los almacenes de productos terminados constituye una superficie unida, lisa, sin grietas ni fisuras, de fácil limpieza y lavado. Es de hormigón impreso, sobre el cual se ha aplicado imprimación antiestática que garantiza que la resistencia $R_g < 109\Omega$. En caso de aplicarse pintura, ésta debe ser conductiva antiestática de poliuretano. Deberá cumplir una serie de características y poseer la correspondiente certificación por parte del fabricante:
 - Resistencia superficial 105-108 Ω
 - Resistencia a tierra: 105-108 Ω (IEC 61340-5-1/2)
 - Atenuación a la carga: cumple con la norma MILB81705C
- El suelo de los almacenes auxiliares y casetas de trabajo, debe reunir los requisitos exigidos por las características de los productos que se almacenen, debiendo constituir en todo caso una superficie unida, sin grietas o fisuras, de fácil limpieza y lavado. Puede ser de hormigón impreso, sobre el cual se aplique imprimación antiestática, la cual garantizará que la resistencia $R_g < 109\Omega$.
Para garantizar la bondad de la pintura aplicada y su efectividad en el tiempo, de forma semanal se deberá medir la resistencia mediante medición con un mega óhmetro homologado, de forma que se verifique la resistencia superficial y la resistencia a tierra.
- Los medios conductores de descarga electrostática instalados para garantizar la descarga de los trabajadores tanto antes de su acceso a zonas Z0 o Z1 como durante el desarrollo de su trabajo en estas zonas son:
 - El calzado y la ropa que deben utilizar los trabajadores que desarrollan su actividad en zonas F0 o F1 estarán certificados conforme al Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual, y deberán estar fabricados y diseñados de tal manera que no pueda producirse en ellos ningún arco o chispa de origen eléctrico, electrostático o causados por un golpe, que puedan inflamar una mezcla explosiva. Adicionalmente, el calzado, ya sea de seguridad, de protección o de trabajo, será de tipo conductor, con una resistencia inferior a 108 Ω (medidos según la norma UNE-EN ISO 20344:2005/A1:2008 «*Equipos de protección personal. Métodos de ensayo para calzado*»), debiendo estar identificado en el marcado con un símbolo «C». La ropa de protección será conforme a la norma UNE-EN 1149-1:2007 «*Ropas de protección. Propiedades electrostáticas. Parte 1: Método de ensayo para la medición de la resistividad de la superficie*» o a la norma UNE-EN 1149-3:2004 «*Ropas de protección. Propiedades electrostáticas. Parte 3: Métodos de ensayo para determinar la disipación de la carga*», y estará identificada con el pictograma de seguridad correspondiente.
 - El pavimento instalado en dependencias identificadas como zonas F0 o F1, deberá poseer una resistencia inferior a 109 Ω , medida según la norma UNE-EN 61340-4-1:2005 «*Electrostática. Parte 4-1: Métodos de ensayo normalizados para aplicaciones es-*

pecíficas. Resistencia eléctrica de recubrimientos de suelos y pavimentos instalados».

- Se deben disponer de medios conductores de descarga electrostática para la descarga de los trabajadores tanto antes de su acceso a zonas F0 o F1, como durante el desarrollo de su trabajo en estas zonas, entre las que se destacan:
 - Contacto con una placa metálica conectada a tierra, junto a la puerta de entrada en cada dependencia, con panel indicativo de obligación e instrucciones del procedimiento.
 - Existencia de alfombrillas antiestáticas en todas las casetas de trabajo.
 - Calzado antiestático tipo C. El valor de la resistencia se acota, siendo el límite superior de la resistencia bajo para evitar la acumulación de cargas, y el límite inferior debe ofrecer protección en caso de contacto eléctrico accidental (entre 105Ω y 109Ω). El calzado antiestático se utiliza para minimizar la acumulación electrostática mediante la disipación de las cargas. Este tipo de calzado es adecuado para uso general de todo el personal del taller.
 - Ropa de trabajo antiestática. Resistencia superficial menor o igual a $2,5 \times 10^9 \Omega$, en al menos una de las superficies (para prendas multicapa) ensaya de acuerdo con el método de ensayo descrito en la norma UNE-EN 1189-1.

Para la evaluación del riesgo de descarga electrostática y la adopción de medidas de prevención y protección adecuadas, se puede recurrir a

informes técnicos del Comité Europeo de Normalización Electrotécnica (CENELEC), *Electrostatics. Code of practice for the avoidance of hazards due to static electricity.*

- Definición y características de los cableados, tubos, canalizaciones, receptores y equipos eléctricos en zonas clasificadas y no clasificadas. Punto 6.7 ITC N.º 13.

La protección e instalación de los conductores se puede ejecutar mediante tubo de protección superficial, que deberá reunir las características que se detallan en la Tabla 18.

- Tubos en canalizaciones fijas en superficies. En las canalizaciones superficiales, los tubos deberán ser, preferentemente, rígidos, y en casos especiales podrán usarse tubos curvables. Sus características mínimas serán las indicadas en el REBT. La instalación y puesta en obra de los tubos de protección deberá cumplir las prescripciones generales y en su defecto lo prescrito en la norma UNE-HD 60364-5-52 “*Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 5: Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones*”.

- Prescripciones generales. Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren

| Característica | Código | Grado |
|--|--------|--|
| Resistencia a la compresión | 4 | Fuerte |
| Resistencia al impacto | 4 | Fuerte |
| Temperatura mínima de instalación y servicio | 2 | -5°C |
| Temperatura máxima temperatura de instalación y servicio | 1 | +60 °C |
| Resistencia al curvado | 1-2 | Rígido/curvable |
| Propiedades eléctricas | 1-2 | Rígido/curvable |
| Resistencia al curvado | 1-2 | Continuidad eléctrica/aislante |
| Resistencia a la penetración de objetos sólidos | 4 | Contra objetos D≥1mm |
| Resistencia a la penetración de agua | 2 | Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15° |
| Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos | 2 | Protección interior y exterior media |
| Resistencia a la tracción | 0 | No declarada |
| Resistencia a la propagación de la llama | 1 | No propagador |
| Resistencia a las cargas suspendidas | 0 | No declarada |

Tabla 18. Distancia de seguridad a aplicar entre el centro de destrucción y su entorno.

- la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN 61386-22.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de quince metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no superará el número de tres. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y reti-

rada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.

- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de las cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 por ciento del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.
- En ningún caso se permitirá la unión de conductores como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; puede permitirse, asimismo, la utilización de bridas de conexión. El retorcimiento o arrollamiento de conductores no se refiere a aquellos casos en los que se utilice cualquier dispositivo conector que asegure una correcta unión entre los conductores, aunque se produzca un retorcimiento parcial de los mismos y con la posibilidad de que puedan desmontarse fácilmente. Los bornes de conexión para uso doméstico o análogo serán conformes a lo establecido en la correspondiente parte de la norma UNE-EN 60998.
- Durante la instalación de los conductores para que su aislamiento no pueda ser dañado por su roce con los bordes libres de los tubos, los extremos de éstos, cuando sean metálicos y penetren en una caja de conexión o aparato, estarán provistos de boquillas con bordes redondeados o dispositivos equivalentes, o bien los bordes estarán convenientemente redondeados.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta las posibilidades de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una “T” de la que uno de los brazos no se emplea.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas de tierra no exceda de diez metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.
- Para la colocación de los conductores se seguirá lo señalado en la ITC 20 del REBT.
- A fin de evitar los efectos del calor emitido por fuentes externas (distribuciones de agua caliente, aparatos y luminarias, procesos de fabricación, absorción del calor

emitido del medio circundante, etc.) las canalizaciones se protegerán utilizando los siguientes métodos eficaces:

- Pantallas de protección calorífuga.
- Alejamiento suficiente de las fuentes de calor.
- Elección de la canalización adecuada que soporte los efectos nocivos que se puedan producir.
- Modificación del material aislante a emplear.

Montaje fijo en superficie

- Cuando los tubos se coloquen en montaje superficial se tendrá en cuenta, además, las siguientes prescripciones:
 - Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
 - Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre las que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
 - En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán al 2%.
 - Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,5 metros sobre el suelo, con objeto

de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

- En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio, deberán interrumpirse los tubos, quedando los extremos de estos separados entre sí cinco centímetros aproximadamente, y empalmándose posteriormente mediante manguitos deslizantes que tengan una longitud mínima de 20 centímetros.
- Canalizaciones en zonas no clasificadas.
 - Requisitos generales de los receptores de alumbrado. Según establece la ITC 44 del REBT, las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598.
 - Condiciones de instalación de los receptores para alumbrado. En instalaciones de iluminación con lámparas de descarga realizada en locales en los que funcionen máquinas con movimiento alternativo o rotativo rápido, se deberán tomar las medidas necesarias para evitar la posibilidad de accidentes causados por ilusión óptica originada por el efecto estroboscópico. Los circuitos de alimentación estarán provistos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque. Para receptores con lámpara de descarga, la carga mínima prevista en voltamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la sección que los de fase. Para instalaciones que alimenten tubos de descarga con tensiones asignadas de salida de vacío comprendidas

entre 1kV y 10kV, se aplicará lo dispuesto en la UNE-EN 50107. No obstante, se considerarán como instalaciones de baja tensión las destinadas a lámparas o tubos de descarga, cualesquiera que sean las tensiones de funcionamiento de éstas, siempre que constituyan un conjunto o unidad con los transformadores de alimentación y demás elementos, no presenten al exterior más que conductores de conexión de baja tensión y dispongan de barreras o envolventes con sistemas de enclavamiento adecuados, que impidan alcanzar partes interiores del conjunto sin que sea cortada automáticamente la tensión de alimentación al mismo. La protección contra contactos indirectos se realizará, en su caso, según los requisitos indicados en la ITC 24 del REBT. La instalación irá provista de un interruptor de corte omnipolar, situado en la parte de baja tensión. Queda prohibido colocar interruptor, conmutador, seccionador o cortocircuito en la parte de instalación comprendida entre las lámparas y su dispositivo de alimentación. Todos los condensadores que formen parte del equipo auxiliar eléctrico de las lámparas de descarga para corregir el factor de potencia de los balastos deberán llevar conectada una resistencia que asegure que la tensión de los bornes del condensador no sea mayor de 50 V transcurridos 60 segundos desde la desconexión del receptor.

- Sistema bajo tubo. Conexión bajo tubo de envolventes antideflagrantes. El sistema bajo tubo queda definido en la ITC 29 del REBT, y en todos los documentos normativos o reglamentarios que lo recogen. La instalación de tubos puede modificar las envolventes a las que se fijan respecto a su configuración

original, aumentando su volumen y modificando su forma, de modo que favorezca el modo de precompresión; una mezcla precomprimida desarrolla presiones de explosión superiores, y si la precompresión es por gases calientes, resulta a menudo un fenómeno más rápido con efectos dinámicos más severos. Para evitar desviaciones incontroladas y aproximar la envolvente a su configuración original, se prescribe que se interpongan cortafuegos a un máximo de 450 mm de la envolvente. El principio del empleo de los cortafuegos es minimizar la variación de la configuración de envolventes, pues la adición de los tubos puede alterar completamente las condiciones de la envolvente si son lo suficientemente largos.

Redes de alimentación

- Cables: Los cables serán multipolares o unipolares con conductores de cobre y tensión asignada de 0,6/1kV. El conductor neutro de cada circuito que parte del cuadro, no podrá ser utilizado por ningún otro circuito. Los cables a emplear en los sistemas de cableado en los emplazamientos clasificados como zonas Z0, Z1 y Z2 se basa en cables de tensión asignada mínima de 450/750 V, aislados con mezclas termoplásticas o termoestables, instalados, bien bajo tubo metálico rígido o flexible conforme a la norma UNE-EN 50086-1:1995. De cualquier modo, para la instalación, se ha tenido en cuenta los cables recomendados según la guía de REBT. (ITC 29). Los conductores y cables que se empleen en las instalaciones serán de cobre o aluminio y serán siempre aislados. La tensión asignada no será inferior a 450/750 V.

| Sección conductores fase (mm ²) | Sección conductores protección (mm ²) |
|---|---|
| Sf < 16 | Sf |
| 16 < Sf < 35 | 16 |
| Sf > 35 | Sf/2 |

Tabla 19. Sección mínima para conductores de protección.

La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea menor del 3 % para alumbrado y del 5 % para los demás usos.

El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior (3-5 %) y la de la derivación individual (1,5 %), de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas (4,5-6,5 %). Para instalaciones que se alimenten directamente en alta tensión, mediante un transformador propio, se considerará que la instalación interior de baja tensión tiene su origen a la salida del transformador, siendo también en este caso las caídas de tensión máximas admisibles del 4,5 % para alumbrado y del 6,5 % para los demás usos.

Las intensidades máximas admisibles de los conductores, se regirán en su totalidad por lo indicado en la Norma UNE 20.460-5-523 y su anexo Nacional. En zonas con riesgo de incendio, la intensidad admisible deberá disminuirse en un quince por ciento. En el caso de instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, salvo justificación por cálculo, la sección del conductor

neutro será como mínimo igual a la de las fases. No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos. Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la Tabla 19. Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, en especial el conductor neutro y el conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

14. DISPOSICIONES RELATIVAS A LA SEGURIDAD Y SALUD PARA LA PROTECCIÓN DE LOS TRABAJADORES FRENTE AL RIESGO DE EXPLOSIÓN. ITC 14

El empresario titular de un taller deberá garantizar el cumplimiento de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como disponer de un servicio de prevención ajeno contratado. Se de-

tallan a continuación el cumplimiento de aspectos básicos de seguridad pasiva y activa.

Señalización

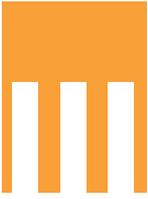
En todo el recinto del taller, incluyendo la zona de destrucción de residuos y también la zona de pruebas y ensayos exteriores (si existen), debe instalarse y garantizarse una adecuada señalización de seguridad. Las señales de seguridad que existen en los talleres son:

- Señales de advertencia de peligro de explosión.
- Señalización de prohibido el paso a personas no autorizadas.
- Prohibición de fumar.
- Señalización de información relativa a:
 - Accesos a medios de protección y alarmas.
 - Situación de los medios de protección y alarmas.

En todo el vallado perimetral de la instalación, existirá la señalización normalizada que indica la Figura 69.



Imagen 69. Señal de peligrosidad de presencia de artículos pirotécnicos y cartuchería en los talleres y depósitos.



CRITERIOS DE DISEÑO DE ESTABLECIMIENTOS DE VENTA DE PRODUCTOS PIROTÉCNICOS

1. Introducción
2. Generalidades
3. Instrucción Técnica Complementaria Número 17
 - 3.1. Venta al público de artículos pirotécnicos
 - 3.2. Requisitos generales para la venta al público de artículos pirotécnicos
 - 3.3. Requisitos constructivos de los establecimientos
4. Riesgo de incendio, deflagración y explosión
 - 4.1. Cálculo de la carga térmica
 - 4.2. Condiciones de protección contra incendios. Código Técnico de la Edificación y en concreto el Documento Básico SI, Seguridad en caso de incendios en los edificios
 - 4.3. Exigencia Básica SI 3. Evacuación de ocupantes
 - 4.4. Exigencia Básica SI 4. Instalaciones de protección contra incendios
 - 4.5. Exigencia Básica SI 5. Intervención de bomberos
 - 4.6. Exigencia Básica SI 6. Resistencia al fuego de la estructura
5. Condiciones de protección contra explosión
 - 5.1. Condiciones constructivas del almacén de productos pirotécnicos
6. Instalación y equipos eléctricos en los establecimientos de venta al público. Instrucción Técnica Complementaria Número 13
 - 6.1. Generalidades
 - 6.2. Requisitos de la instalación eléctrica con presencia de productos pirotécnicos
7. Otras disposiciones de seguridad
 - 7.1. Almacenamiento
 - 7.2. Envases y embalajes
 - 7.3. Señalización
 - 7.4. Formación e información
8. Medidas de seguridad ciudadana

1. INTRODUCCION

La comercialización y venta al público de los productos pirotécnicos fabricados o importados, en España únicamente es posible realizarlo en establecimientos autorizados. Estos establecimientos, deben reunir una serie de requisitos en cuanto a su configuración, protección activa y pasiva contra incendios y explosión, diseño de la instalación eléctrica, señalización, evacuación y medidas de seguridad ciudadana para la prevención de utilización del material pirotécnico para fines ilícitos.

2. GENERALIDADES

Locales de venta y puesta a disposición del público de artículos pirotécnicos

- La venta al público de artificios de las categorías 1, 2, 3, T1, P1, únicamente podrá efectuarse en locales de venta permanentes, con o sin almacén anexo. También podrá efectuarse la venta temporal de dichos artificios de pirotecnia en casetas móviles, con o sin almacén anexo, instaladas en la vía pública o en terrenos de propiedad privada.
- Los artificios pirotécnicos de categoría 1, podrán venderse en cualquier establecimiento comercial previa notificación a la Intervención de Armas y Explosivos de la Comandancia dónde radique el establecimiento, en la que se deberán indicar los productos concretos, siempre y cuando la cantidad máxima almacenada sea inferior o igual a 5 kilogramos brutos.
- Los artículos pirotécnicos de uso en la marina podrán ser vendidos en locales náuticos.

Características de locales de venta permanente

- Se define un local de venta permanente de productos pirotécnicos, a aquel establecimiento, cerrado respecto a la calle, que forman parte de un edificio, en el que se efectúan otras actividades (venta juguetes, prensa y revistas, etc), como también los edificios aislados respecto a otras edificaciones colindantes.
- Las condiciones constructivas se desarrollan en la Instrucción técnica complementaria número 17 del RD 989/2015 y son tratadas con detalle en el presente capítulo.



Imagen 1. Establecimiento de venta.

Establecimientos temporales

- Se define el establecimiento de venta temporal, a aquella caseta portátil instalada en la vía pública o en terrenos de propiedad privada, con carácter no permanente, contando con las autorizaciones pertinentes.
- La venta al público en locales temporales, que serán clasificados tipo M(como bien se verá más adelante) en la vía pública precisará bien de un depósito de productos terminados autorizado o un establecimiento de venta perma-



Imagen 2. Establecimiento de venta.

nentes con almacén adecuado, donde se almacenarán los artículos pirotécnicos sobrantes de la venta diaria.

- Las condiciones constructivas y de seguridad de los locales temporales se desarrollan en la Instrucción técnica complementaria número 17.
 - El titular de una autorización, deberá designar un responsable de la venta de productos pirotécnicos.
 - La autorización de venta expedida por la Delegación o Sub-delegación del gobierno, deberá estar disponible en todo momento en el lugar de la venta, junto a la Licencia de Actividad/Municipal.
 - Cualquier modificación que afecte a las características técnicas del proyecto original de establecimientos de venta al público deberán ser previamente autorizada por el Delegado del Gobierno.
 - Las personas autorizadas para venta de artículos pirotécnicos llevarán un libro de movimientos de dichos artículos, excepto para la categoría 1. Dicho libro estará permanentemente a disposición de la autoridad competente.
 - Para la venta de artículos de las categorías T1 y P1 se deberán anotar los datos de identificación del comprador.
- En cualquier momento podrán realizarse inspecciones por parte de las autoridades competentes en los establecimientos de venta.

Infracciones y sanciones

- Infracciones leves
 1. La fabricación, almacenamiento, venta, adquisición, tenencia o uso de las materias reguladas, careciendo de la documentación necesaria.
 2. La fabricación, almacenamiento, venta, distribución y uso de las materias reguladas catalogadas, en cantidad mayor que la autorizada.
- Infracciones graves
 1. La omisión o insuficiencia de las medidas de seguridad para la custodia de las materias reglamentadas.
 2. La aportación de datos o circunstancias falsos, para la obtención de autorizaciones.
 3. La negativa a las autoridades.
 4. La obstaculización de las inspecciones que reguladas el ejercicio.
 5. El inicio de la actividad sin la autorización pertinente.
 6. La apertura de un establecimiento, sin adoptar las medidas de seguridad obligatorias.
 7. La carencia de los libros que sean obligatorios, respecto a las materias regladas.
 8. El uso de cualquier otro marcado que pueda inducir a confusión con el marcado CE.
 9. La comisión de una tercera infracción leve en el plazo de un año.

- Infracciones muy graves
 1. Las conductas tipificadas en los apartados 1 y 4 del artículo anterior, si, como consecuencia de las ellas, se causan graves perjuicios a las personas o sus bienes.
 2. Las conductas tipificadas en los apartados 3 y 5 del artículo anterior, si, como consecuencia de ellas se produce la pérdida o sustracción de materias reguladas.
 3. El uso ilícito del marcado CE.
 4. La comercialización de productos que comprometan la seguridad y protección de los consumidores.

3. INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA NÚMERO 17

3.1. Venta al público de artículos pirotécnicos

La Instrucción Técnica Complementaria tiene por objeto establecer las normas sobre venta y establecimientos de venta de artículos pirotécnicos de las categorías 1, 2, 3, T1, P1 y de uso en la marina, según lo establecido en el artículo 127 del Reglamento de artículos pirotécnicos y cartuchería.

La venta al por menor de artificios pirotécnicos de la categoría 1, no estará sometida a los requisitos de la ITC-17, siempre y cuando la cantidad sea inferior o igual a 5 kilogramos brutos, previa autorización debido a su reducida peligrosidad, es decir, si se permite la venta de artificios de categoría 1 en establecimientos de otros productos (prensa, libros, juguetes, etc), previa solicitud a la Intervención de Armas y Explosivos de la localidad en la que se encuentre el citado establecimiento.

Los establecimientos de venta de artículos pirotécnicos se pueden catalogar en:

1. Establecimientos permanentes (A1, A2, B1, B2 y C): se corresponden con aquellos locales cerrados respecto a la vía pública, tanto los que forman parte de un edificio en el que se efectúan otras actividades, como los aislados respecto a otras edificaciones colindantes. Estos establecimientos podrán efectuar la venta de artificios pirotécnicos de manera permanente o temporal y con actividad de venta exclusiva o simultánea con otros productos (prensa, revistas, juguetes, etc).
2. Establecimientos temporales (M y N): se corresponden con casetas portátiles e instaladas en la vía pública o en terrenos de propiedad privada, con carácter no permanente. Estas instalaciones temporales únicamente podrán efectuar la venta temporal y como actividad exclusiva. Se suelen montar asociados a festividades de arraigada costumbre y de corta duración (Nochevieja, Fiestas populares, fiestas y manifestaciones culturales en el ámbito de la Comunitat Valenciana, Noche de Sant Joan en Cataluña, etc).
3. Establecimientos de venta adscritos a un taller de pirotecnia o depósito de productos terminados, distanciados de la zona destinada a la fabricación. Estos establecimientos únicamente podrán efectuar la venta permanente y como actividad exclusiva. Este tipo de establecimiento ha permitido a los fabricantes o importadores, poder realizar la venta de sus productos de forma directa sin intermediarios, pero cumpliendo con una serie de requisitos de emplazamiento, destacando que la zona de venta no puede estar integrada en el perímetro del taller.

En los establecimientos permanentes en todos los casos, la distancia mínima entre estableci-

mientos de Tipo A o B1 será de 40 metros entre sí. Se clasifican de la siguiente forma:

a) Establecimientos de Tipo A: el establecimiento ocupa parcial o totalmente un edificio en suelo urbanizado residencial o comercial. Pueden ser:

- A1. El local de venta ocupa el bajo comercial de edificio de viviendas y comparte cubierta y medianeras con otros locales o viviendas colindantes.
- A2. El local de venta ocupa un edificio o vivienda unifamiliar, compartiendo únicamente las medianeras con otros locales o viviendas colindantes.

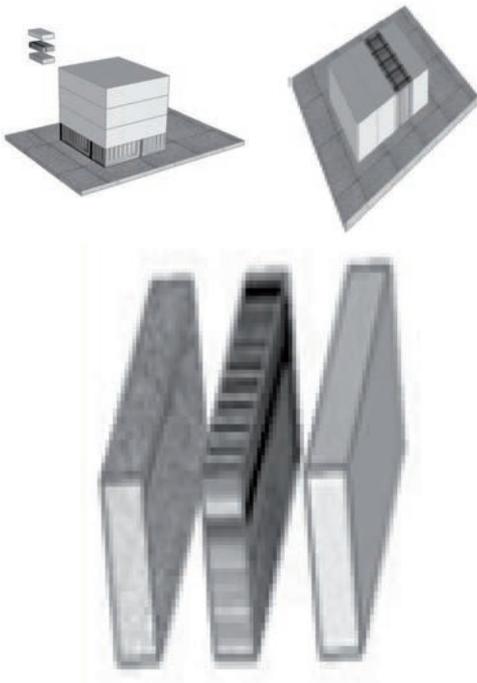


Imagen 3. Establecimientos de venta Tipo A1 y A2.



Imagen 4. Detalle de antiguo establecimiento de venta, con el público en espera en la vía pública.



Imagen 5. Detalle de establecimiento de venta A1, adaptado a normativa.



Imagen 6. Detalle de establecimiento de venta A1, adaptado a normativa.

b) Establecimiento de Tipo B1: el establecimiento ocupa un edificio que está adosado a otros edificios en suelo urbanizado industrial.

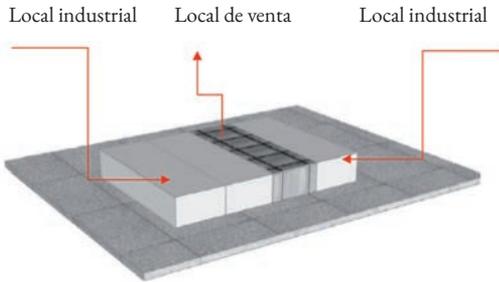


Imagen 7. Croquis de establecimiento Tipo B1.



Imagen 8. Detalle de establecimiento de venta B1, adaptado a normativa.

c) Establecimiento de Tipo B2: el establecimiento de venta ocupa totalmente un edificio y mantiene una distancia mínima de 20 metros respecto a los edificios colindantes en suelo urbanizado industrial y distancia de 100 metros a otros lugares que puedan representar especial peligrosidad, tales como gasolineras o almacenes de productos peligrosos, etc.

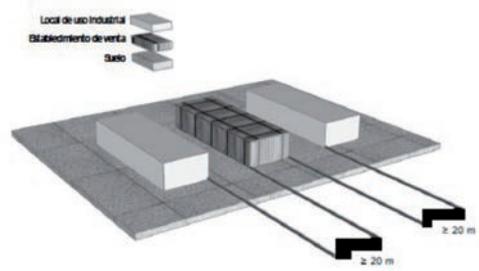


Imagen 9. Detalle de establecimiento de venta B2, adaptado a normativa.

d) Establecimientos de Tipo C: se trata de establecimientos de venta con o sin almacén, adscritos a un taller de pirotecnia o depósito de productos terminados, y próximos a la puerta de acceso al exterior del recinto.

Los establecimientos temporales se clasifican en:

- a) Establecimientos tipo M: se trata de establecimientos portátiles sin almacén, y que mantienen una distancia mínima de 20 metros respecto a edificios y otros lugares, tales como gasolineras o almacenes de productos peligrosos.
- b) Establecimientos tipo N: se trata de establecimientos portátiles con almacén, y que mantienen una distancia mínima de 20 metros respecto a edificios y otros lugares, tales como gasolineras o almacenes de productos peligrosos.



Imagen 10. Imagen de caseta de venta tipo M/N, susceptible de instalación temporal en vía pública o parcela exenta de edificación.



Imagen 11. Imagen de caseta de venta tipo M/N, susceptible de instalación temporal en vía pública o parcela exenta de edificación.

3.2. Requisitos generales para la venta al público de artículos pirotécnicos

Almacenamiento

Todos los establecimientos permanentes de venta de artículos pirotécnicos deberán disponer de un almacén independiente y separado de la zona destinada a la venta, y al mismo nivel (no permitiéndose en altillos ni en sótanos), para favorecer la fácil evacuación al mismo nivel.

En el caso de establecimientos permanentes del tipo A, el acceso al almacén se deberá realizar desde el propio local o zona destinada a la venta.

En ningún caso se autoriza almacenes que deban atravesar zonas habitables (habitaciones, patios habitados, etc). Los almacenes de establecimientos portátiles tipo N deben ser contiguos a la zona de venta y con acceso exclusivo desde ésta.

Como regla general, en los establecimientos temporales no podrá permanecer ningún producto pirotécnico durante los periodos del día en



Imagen 12. Imagen del interior de caseta de venta tipo M/N, susceptible de instalación temporal en vía pública o parcela exenta de edificación.

los que el establecimiento permanezca cerrado al público. Salvo en los establecimientos tipo N que reúnan medidas de seguridad ciudadana.

En la zona de venta se permitirá la presencia de material pirotécnico colocado en estanterías, debiendo estar situadas a una distancia mínima de 1,0 metro del mostrador. Podrá exponerse hasta un máximo de una tercera parte de la capacidad máxima de almacenamiento, en dichas estanterías.

La cantidad máxima de material pirotécnico entre el almacén y las estanterías, vendrá condicionada por:

- El tipo de establecimiento.
- Volumen del almacén.
- Categoría y división de riesgo del producto pirotécnico.

Lotes

Estará permitido el almacenamiento, venta y transporte de artículos pirotécnicos de las categorías 1, 2 y 3 mediante lotes y surtidos, marcados con los límites de edad según su categoría.

Compra electrónica

Estará permitida la compra telefónica o electrónica siempre y cuando la recogida del material pirotécnico se efectúe en el propio establecimiento de venta por la misma persona que realizó la compra.

Venta máxima por comprador

El número máximo de productos pirotécnicos que puede ser vendido a un único comprador no podrá superar los 20 kilogramos brutos.

Venta por correspondencia y venta ambulante

Queda expresamente prohibido el envío de productos al público por correspondencia, mensajería u otro tipo de transporte, así como la venta ambulante de artículos pirotécnicos.

Aforo de la zona destinada a la venta

El número máximo de personas dentro de un establecimiento permanente, vendrá condicionado al cumplimiento de los siguientes requisitos:

- Un vendedor por cada cinco metros cuadrados o fracción de superficie útil del local destinada a la venta.
- Un cliente por cada vendedor. Dos acompañantes por cada cliente, sin contabilizar a los menores de doce años.

El titular de la autorización controlará la entrada del y colocará en un lugar visible un rótulo con el número máximo de clientes que simultáneamente podrán estar dentro del establecimiento.

Vendedores

Previamente al inicio de la actividad, el titular, deberá comunicar a la Delegación de Gobierno la relación de los trabajadores previstos en el establecimiento, entre los cuales habrá, al menos, a un encargado de forma permanente durante el período de venta.

El encargado se asegurará del cumplimiento de las edades mínimas de venta. Simultáneamente sólo se admitirán en cada establecimiento temporal dos personas despachando los productos y una más reponiendo y ayudando a los vendedores. A la hora

de justificar el número de vendedores, se deberá tener en cuenta las dimensiones y volumetría.

Venta de artículos de categorías T1, P1 y de uso en la marina

Su venta, requerirá la identificación del comprador con el D.N.I., que deberá ser anotado por parte del vendedor en un libro de pirotecnia. Además, el comprador deberá presentar el carné de patrón/capitán de yate y la documentación de la embarcación, así como entregar los productos pirotécnicos caducados o utilizados.

Capacidad máxima de almacenamiento

En todos los establecimientos regulados, se permitirá el almacenamiento y venta de artículos pirotécnicos de las categorías 1, 2, 3, T1, P1 y de uso en la marina. El material deberá estar en el almacén del establecimiento, pero se podrá tener un tercio en estanterías en el lugar de venta, este deberá estar lejos del alcance del público.

La cantidad de materia reglamentada que se podrá tener en le tienda será de 7,5 kg/m³ de volumen útil del almacén, con ciertos requisitos (Tabla 1).

- a) **Establecimientos de Tipo A1.** Sólo se permitirá el almacenamiento de artículos pirotécnicos con división de riesgo 1.4 y 1.3. La cantidad máxima no podrá superar los 150 kilogramos. Si la venta es simultánea con otros productos (prensa, juguetes, artículos de fiesta), la cantidad máxima no podrá superar los 50 kilogramos. El 20 % del material pirotécnico podrá ser de la división de riesgo 1.3.
- b) **Establecimientos de Tipo A2.** Sólo se permitirá el almacenamiento de artículos pirotécnicos con división de riesgo 1.4 y 1.3. La cantidad máxima no podrá superar los 150 kilogramos. Si la venta es simultánea con otros productos, (prensa, juguetes, artículos de fiesta), la cantidad máxima no podrá superar los 50 kilogramos. El 20 % del material pirotécnico podrá ser de la división de riesgo 1.3 y el 3 % de la 1.2 y 1.1 para la venta diaria.
- c) **Establecimientos de Tipo B1.** La cantidad máxima de materia reglamentada no podrá superar los 300 kilogramos. Si la venta es simultánea con otros productos, (prensa, juguetes, artículos de fiesta), la cantidad máxima de materia reglamentada no podrá superar los 100 kilogramos. El 20 % de materia reglamentada podrá ser de la división de

| | |
|--------------|---|
| División 1.1 | Explosivos con un peligro de explosión en masa |
| División 1.2 | Explosivos con un riesgo de proyección |
| División 1.3 | Explosivos con riesgo de fuego predominante |
| División 1.4 | Explosivos con un riesgo de explosión no significativo |
| División 1.5 | Explosivos muy insensibles; explosivos con peligro de explosión en masa |
| División 1.6 | Artículos extremadamente insensibles |

Tabla 1. Clasificación del riesgo de materiales clase 1 ADR y RD 989/2015.

riesgo 1.3 y el 5 % de la materia reglamentada podrá corresponder a artículos pirotécnicos de división de riesgo 1.2 y 1.1.

- d) **Establecimientos de Tipo B2.** La cantidad máxima de materia reglamentada no podrá superar los 300 kilogramos. Si la venta es simultánea con otros productos, (prensa, juguetes, artículos de fiesta), la cantidad máxima de materia reglamentada no podrá superar los 150 kilogramos. El 10% de la materia reglamentada podrá corresponder a artículos pirotécnicos de división de riesgo 1.1 y 1.2.
- e) **Establecimientos de Tipo C.** La cantidad máxima de materia reglamentada se determinará por el cumplimiento de lo dispuesto en la Instrucción técnica complementaria número 9, debido a que está conceptualizado como establecimientos de venta afectos a Talleres o Depósitos de Pirotecnia.
- f) **Establecimientos de tipo M.** La cantidad máxima de materia reglamentada no podrá superar los 50 kilogramos. El 10% de la materia reglamentada podrá corresponder a artículos pirotécnicos de división de riesgo 1.1 y 1.2.
- g) **Establecimientos de tipo N.** La cantidad máxima de materia reglamentada no podrá superar los 75 kilogramos. El 15 por ciento de la materia reglamentada podrá corresponder a artículos pirotécnicos de división de riesgo 1.1 y 1.2.

3.3. Requisitos constructivos de los establecimientos

Establecimientos permanentes tipo A1, A2, B1, B2 y C

Deberán contar como mínimo con dos salidas con apertura hacia el exterior situadas al mismo nivel del local, una de las cuales, corresponderá a la

salida de emergencia. Una de las dos salidas al exterior deberá permanecer abierta, siempre y cuando haya clientes en el interior del establecimiento.

Las puertas de emergencia deberán abrirse fácilmente, en el sentido de la evacuación. Están prohibidas las que sean giratorias.

La anchura mínima de las puertas exteriores será de 80 centímetros, de acuerdo con lo indicado en el CTE-DBSI. Las dimensiones mínimas de las zonas de venta del establecimiento, serán las siguientes:

- Altura desde el piso hasta el techo, entre 2,5 y 3 metros.
- Superficie libre por trabajador de 2 m².
- 10 m³ no ocupados, por trabajador.

Los almacenes dispondrán de una puerta de acceso desde el propio local de venta, si bien podrán disponer de otra puerta de acceso directo al exterior.

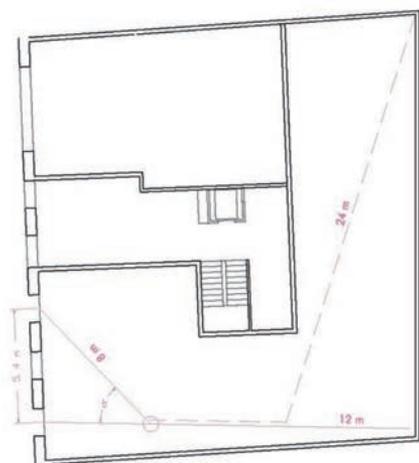


Imagen 13. Planta establecimiento venta con detalle dos puertas de salida.

El nivel mínimo de iluminación en los establecimientos será de 100 o 200 lux cuando existan riesgos de caídas, choques u otros accidentes.

Para los nuevos establecimientos se recomienda que los paramentos que configuran los almacenes de productos pirotécnicos sean de, al menos, 2.450 kilos de resistencia a compresión y 20 centímetros de espesor. No podrán existir aberturas en el almacén de productos pirotécnicos. El suelo debe estar exento de grietas, facilitar la fácil limpieza y lavado.

Establecimientos temporales tipo M y N

- La puerta de la caseta será considerada de emergencia y siempre tendrá apertura hacia el exterior.
- En el caso de casetas con almacén, la puerta del almacén estará en la zona de venta.
- La anchura mínima de las puertas exteriores será de 80 centímetros.
- Las dimensiones de la caseta deberán permitir que los trabajadores realicen su trabajo sin riesgos para su seguridad y salud.
- El nivel mínimo de iluminación en los establecimientos será de 100 o 200 lux cuando existan riesgos de caídas, choques u otros accidentes.
- El suelo debe ser sin grietas, de fácil limpieza y lavado.
- Debe garantizarse la seguridad frente a la ignición debida a chispas por descargas electrostáticas.
- El techo de la caseta será liviano y sujeto de modo que sea la zona de menor resistencia en caso de explosión o proyección.
- El mostrador y la fachada de venta deberán estar cubiertas por una visera voladiza de una anchura mínima de 60 centímetros.

4. RIESGO DE INCENDIO, DEFLAGRACION Y EXPLOSIÓN

Los locales, que alberguen establecimientos de venta de productos pirotécnicos, cumplirán con las normas que para la prevención de incendios establece el Código Técnico de la Edificación y en concreto el Documento Básico SI, Seguridad en Caso de Incendios en los Edificios y la ITC-17 del vigente Real Decreto 989/2015, por el que se aprueba el Reglamento de artículos pirotécnicos y cartuchería. Este apartado será de aplicación para todos los establecimientos de venta a excepción de los establecimientos temporales de Tipo M y N.

Los requisitos de resistencia al fuego indicados en este apartado serán de aplicación, tanto para los almacenes como para la zona destinada a la venta en el caso de existencia de productos pirotécnicos sobre estanterías. Todos los paramentos del local, incluida la puerta del almacén, tendrán al menos una resistencia al fuego EI-120.

4.1. Cálculo de la carga térmica

El valor de cálculo de la densidad de carga de fuego se determina en función del valor característico de la carga de fuego del sector o recinto a considerar, así como de la probabilidad de activación y de las previsible consecuencias del incendio. La densidad de carga de fuego se obtendrá por medio de la expresión siguiente, obtenida del CTE-DBSI, Anejo B, punto 4, tiempo equivalente de exposición al fuego:

$$q_{f,d} = q_{f,k} \cdot m \cdot \delta_{q1} \cdot \delta_{q2} \cdot \delta_n \cdot \delta_c$$

Donde:

- $q_{f,d}$: Carga de fuego.
- $q_{f,k}$: Valor característico de la densidad de carga de fuego, según B.5. Mj/m^2 .

- m: coeficiente de combustión. Se adopta el valor de 1.
- δq_1 : coeficiente del riesgo de iniciación debido al tamaño del sector de incendio (Tabla B.2).
- δq_2 : coeficiente del riesgo de iniciación debido al tipo de actividad (Tabla B.3).
- δ_n : coeficiente que tiene en cuenta las medidas voluntarias existentes (Tabla B.4).
- δ_c : coeficiente de corrección según las consecuencias del incendio (Tabla B.5).

La Tabla 2 recoge las características de los materiales que pueden existir dentro del local, de forma que con ellos se determinará la densidad de carga de fuego. El total del $\Sigma = xxx \text{ Mcal}$ y siendo la superficie ocupada donde se albergan dichos materiales la de la actividad de $S_C = xxx \text{ m}^2$. Sustituyendo en la expresión Q_t , se tendrá:

$$Q_t = \frac{xxx(\text{Mcal.})}{xxx(\text{m}^2)} \cdot 1,5 \cong xx \text{ Mcal/m}^2 \approx xx \text{ MJ/m}^2$$

A la vista de los condicionantes constructivos y de utilización de la actividad, los valores adaptados

aparecen recogidos en la Tabla 3. De acuerdo con el resultado y en relación con la Tabla 1.3 del Reglamento de Protección Contra Incendios en Establecimientos industriales RD 2267/2004, se establecerá el Nivel de Riesgo Intrínseco (Tabla 4).

A la vista de la determinación y cálculo del riesgo intrínseco, se adoptarán las prevenciones de acuerdo con Código Técnico de la Edificación, y en concreto el Documento Básico SI, Seguridad en caso de incendios en los edificios y combinando su empleo en su caso, con la protección general que puedan prestar los servicios públicos contra incendios.

4.2 Condiciones de protección contra incendios. Código Técnico de la Edificación y en concreto, el documento básico SI, Seguridad en caso de incendios en los edificios

Exigencia básica SI 1. Propagación interior

- Condiciones de compartimentación en sectores de incendio. Generalmente, la activi-

| Materiales | Peso p_i (kg) | Poder calorífico q_i (Mcal/kg) | Coefficiente de peligrosidad c_i | Σ |
|-------------------------|-----------------|----------------------------------|------------------------------------|----------|
| Elementos de decoración | xx | 4,00 | 1,1 | xx |
| Papeles | xx | 4,00 | 1,0 | xx |
| Maderas | xx | 4,10 | 1,2 | xx |
| Mobiliario | xx | 4,50 | 1,2 | xx |
| Artículos pirotécnicos | 50/150* | 11,30 | 1,3 | xx |
| Total | | | | xx Mcal |

* El artículo 4, de la ITC-17, del RD 989/2015, Capacidad máxima de almacenamiento la cantidad estándar de cálculo de materia reglamentada será de $7,5 \text{ kg/m}^3$ de volumen útil del almacén.

Tabla 2. Ejemplo de cálculo de la carga térmica del establecimiento.

| q _{f,k} | m | δ _{q1} | δ _{q2} | δ _n | | | δ _c | q _{f,d} |
|------------------|---|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|------------------|
| | | | | δ _{n1} | δ _{n2} | δ _{n3} | | |
| xx | 1 | 1,50 | 1,60 | 1 | 1 | 1 | 1 | xx |

Tabla 3. Ejemplo de cálculo de la carga térmica corregida y ponderada del establecimiento.

| Nivel de riesgo | | Densidad de carga de fuego ponderada y corregida | |
|-----------------|---|--|---------------------------------|
| | | Mcal/m ² | MJ/m ² |
| Bajo | 1 | Q _s ≤ 100 | Q _s ≤ 425 |
| | 2 | 100 < Q _s ≤ 200 | 425 < Q _s ≤ 850 |
| Medio | 3 | 200 < Q _s ≤ 300 | 850 < Q _s ≤ 1.275 |
| | 4 | 300 < Q _s ≤ 400 | 1.275 < Q _s ≤ 1.700 |
| | 5 | 400 < Q _s ≤ 800 | 1.700 < Q _s ≤ 3.400 |
| Alto | 6 | 800 < Q _s ≤ 1.600 | 3.400 < Q _s ≤ 6.800 |
| | 7 | 1.600 < Q _s ≤ 3.200 | 6.800 < Q _s ≤ 13.000 |
| | 8 | 3.200 < Q _s | 13.600 < Q _s |

Tabla 4. Resumen del nivel intrínseco de riesgo de incendios.

dad por su configuración y superficie, constituye un solo sector de incendio. Al estar destinado a pública concurrencia, la super-

ficie construida de cada sector de incendio no debe exceder de 2.500 m². La resistencia al fuego de las paredes, techos y puertas que

| | |
|-----------------|--|
| Resistencia (R) | Indica el tiempo durante el cual un elemento es capaz de mantener su función portante. |
| Integridad (E) | Indica el tiempo durante el cual un elemento es capaz de mantenerse como barrera al paso de la llama y de los gases (muro, puerta, forjado...) |
| Aislamiento (I) | Indica el tiempo durante el cual un elemento es capaz de mantenerse como barrera al paso del calor. |
| 60 | Indica el tiempo en minutos, de resistencia de los elementos anteriores, ya sean portantes o separadores |
| 90 | |
| 120 | |

Tabla 5. Designación de los elementos resistentes al fuego.

delimitan sectores de incendio, para una altura de evacuación menor de 15 metros, será de EI-120, circunstancia que se debe cumplir. De cualquier modo y en pos de asegurar una excelente sectorización al fuego del almacén de productos pirotécnicos, se debe ejecutar la implementación de elementos constructivos, con el fin de asegurar un REI-180 (morteros de vermiculita, placas de yeso laminado, etc). No existen puertas de paso entre sectores de incendio, al existir un sector de incendios.

- Sectorización de locales y zonas de riesgo especial. En este tipo de establecimientos, se puede considerar local de riesgo el cuarto de almacenamiento de productos pirotécnicos. Por lo tanto, la compartimentación del resto de dependencias del edificio en el que se encuentra la actividad, se debe garantizar por la resistencia al fuego EI-120 de techos y paredes y por la existencia de una puerta EI2 120-C5, en el cuarto de almacenamiento.
- Reacción al fuego de los elementos constructivos, decorativos y de mobiliario.
 - Suelos: pavimento gres → EFL
 - Paredes: tabique con revestimiento cerámico o guarnecido → C-s2,d0.

Exigencia básica SI 2.
Propagación exterior

- Medianerías y fachadas. Las medianerías con el otro edificio deben ser al menos EI-120, esta circunstancia se garantiza al poseer un EI-240, debido a sus características constructivas. Ver Anejo F, Tabla F.1.

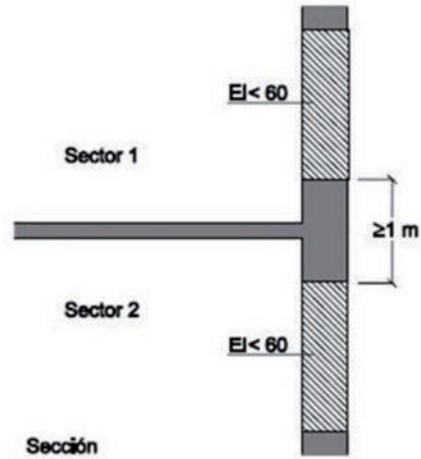


Imagen 14. Detalle constructivo de la resistencia al fuego exigida en encuentro de forjado-fachada.

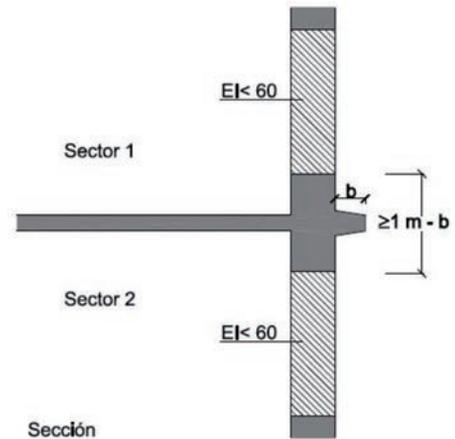


Imagen 15. Detalle constructivo de la resistencia al fuego exigida en encuentro de forjado-fachada, con existencia de voladizo.

- Cubiertas. Con el fin de limitar el riesgo de propagación exterior del incendio por la cubierta, ya sea entre dos edificios colindantes, ya sea en un mismo edificio, esta tendrá una resistencia al fuego REI 60, como mínimo, en una franja de 0,50 m de anchura medida

desde el edificio colindante, así como en una franja de 1,00 m de anchura situada sobre el encuentro con la cubierta de todo elemento compartimentador de un sector de incendio o de un local de riesgo especial alto.

Como alternativa a la condición anterior puede optarse por prolongar la medianería o el elemento compartimentador 0,60 m por encima del acabado de la cubierta.



Imagen 16. Detalle de la distancia existente entre las aperturas de local y el local colindante, superándose la longitud de 0,50 m, al formar las fachadas un ángulo de 180°, según SI 2, art 1.



Imagen 17. Detalle de la fachada existente en el local, en la cual se evidencia el voladizo que sirve de compartimentación del local con las viviendas existentes en la planta superior, superándose sobradamente la longitud de 1,00 m, según el punto 3 del art 2 del SI 2.

En los locales, las exigencias de compartimentación con las plantas superiores mediante la existencia de salientes o voladizos, queda garantizado debido a las condiciones arquitectónicas del edificio, tal y como se puede observar en las fotografías 14 a 26.



Imagen 18. Detalle de la fachada existente en el local, en la cual se evidencia el voladizo que sirve de compartimentación del local con las viviendas existentes en la planta superior, superándose sobradamente la longitud de 1,00 m, según el punto 3 del art 2 del SI 2.



Imagen 19. Detalle de la fachada existente en el local en estudio, en la cual se evidencia el voladizo que sirve de compartimentación del local con las viviendas existentes en la planta superior, superándose sobradamente la longitud de 1,00 m, según el punto 3 del art 2 del SI 2.



Imagen 20. Detalle de la distancia existente entre las distancias y aperturas de local, locales colindantes, y viviendas existentes en la parte superior. Este establecimiento no pudo llegar a legalizarse por no cumplir la distancia mínima de 1,0 m.



Imagen 21. Detalle de la distancia existente entre las distancias y aperturas de local, locales colindantes, y viviendas existentes en la parte superior. Este establecimiento no pudo llegar a legalizarse por no cumplir la distancia mínima de 1,0 m.



Imagen 22. Detalle de la distancia existente entre las distancias y aperturas de local, locales colindantes, y viviendas existentes en la parte superior.



Imagen 23. Detalle de la distancia existente entre las distancias y aperturas de local, locales colindantes, y viviendas existentes en la parte superior. Nótese el voladizo de compartimentación.



Imagen 24. Detalle de la distancia existente entre las aperturas de local y el local colindante, superándose la longitud de 1,0 m, al formar las fachadas un ángulo comprendido entre 180 y 135 °, según SI 2, art 1.



Imagen 25. Detalle de la distancia existente entre las aperturas de local y el zaguán del edificio de viviendas colindante, superándose sobradamente la longitud de 0,50 m, según SI 2, art 1.



Imagen 27. Detalle de la fachada existente en el local, en la cual se evidencia el voladizo que sirve de compartimentación del local con las viviendas existentes en la planta superior, superándose sobradamente la longitud de 1,00 m, según el punto 3 del art 2 del SI 2.



Imagen 26. Detalle de la fachada existente en el local, en la cual se evidencia el voladizo que sirve de compartimentación del local con las viviendas existentes en la planta superior, superándose sobradamente la longitud de 1,00 m, según el punto 3 del art 2 del SI 2.



Imagen 28. Detalle de la canalización de PVC, que discurre por la fachada de la actividad. Nótese que dicha canalización sirve de evacuación de aguas pluviales del edificio y no es utilizada como canalización de gas natural ni energía eléctrica.

4.3. Exigencia Básica SI 3 – Evacuación de ocupantes

Ocupación

Para el cálculo de la ocupación de una edificación determinada, se ha de tener presente que se considerarán ocupadas simultáneamente todas las zonas o recintos del edificio, salvo en aquellos casos en que la dependencia de usos entre ellos permita asegurar que su ocupación es alternativa (aseo y almacén del local en cuestión).

Las zonas de uso público del establecimiento, asemejándolo a local de pública concurrencia, según el uso de éste y la Tabla 2.1 Densidades de Ocupación, con un valor de ocupación de una persona por cada $2,00 \text{ m}^2$ por persona (todo ello según la Tabla 2.1), señala el Código Técnico de la Edificación.

El Reglamento de Pirotecnia estipula, que el número máximo de personas que podrán encontrarse simultáneamente dentro de un establecimiento permanente, vendrá condicionado al cumplimiento de los siguientes requisitos:

- Un vendedor por cada 5 metros cuadrados o fracción de superficie útil del local destinada a la venta.
- Un cliente por cada vendedor. Dos acompañantes por cada cliente, sin contabilizar a los menores de 12 años.

Atendiendo a la aplicación, de las dos reglamentaciones indicadas, en cuanto a la asignación de la ocupación de la Zona de Venta y Atención al Público, se ha de aplicar la ocupación indicada por el Reglamento de Pirotecnia, por ser la más restrictiva.

Elementos de evacuación

Se ha de tener en cuenta, según la tabla 3.1. que por origen de evacuación se entiende todo punto ocupable, sin embargo, en viviendas y en todo recinto de baja densidad cuya superficie sea menor que 50 m^2 , el origen de evacuación puede considerarse situado en la puerta de la vivienda o del recinto.

En este apartado, ha de realizarse un estudio de los recorridos de evacuación hasta la salida del edificio, teniendo en cuenta que éstos se considerarán igual a su longitud real medida sobre el eje en el caso de pasillos, rampas (obviando las escaleras, al no poder existir en este tipo de establecimientos).

Dimensionamiento de salidas, pasillos y escaleras

Según Artículo 4, Tabla 4.1, la anchura en metros, de las puertas, pasos y pasillos será, al menos, igual a $P/200 > 0,80$, siendo P el número de personas asignadas a dicho elemento de evacuación. Por lo tanto, para los establecimientos



Imagen 29. Detalle puerta de evacuación de local de venta, dotadas de barras antipánico y rápida apertura.

de venta, estos elementos serán como mínimo de 0,80 metros de anchura y se han de poseer dos salidas, para cumplir con la norma. Otro factor determinante, es poder cumplir con la legislación de accesibilidad a personas con movilidad reducidas, puesto que muchas comunidades autónomas y municipios, exigen una anchura mínima en cuanto a la anchura de puertas y de recorridos de evacuación.

4.4. Exigencia básica SI 4. Instalaciones de protección contra incendios

El diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento de dichas instalaciones, así como sus materiales, componentes y equipos, cumplirán con lo establecido en el “Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios 513/2017, en sus disposiciones complementarias y en cualquier otra reglamentación específica que le sea de aplicación. De acuerdo con el punto 6 de la ITC-17, en el establecimiento se dispondrá de un sistema de detección y extinción automática de incendios, mediante detectores rápidos de humos, asociados a un agente extintor con una elevada capacidad de refrigeración.

Por otro lado, próximo a cada una de las puertas del establecimiento (permanente y temporal) y del almacén existirá al menos un extintor de polvo polivalente ABC (27A-113B-C), con una capacidad mínima de 6 kilogramos, instalados a una altura entre 80 y 120 centímetros sobre el suelo. La instalación será realizada por empresa especializada en instalaciones contra incendios y constará de un sistema de detección y extinción automática de incendios, con los siguientes elementos:

- Sistema de detección y extinción automática de incendios. Se debe instalar una central de detección que constará de un doble sistema de verificación a cargo de un detector óptico y térmico en cada dependencia (zona de venta, almacén, etc). La necesidad de instalar doble sistema de detección, radica en que la central pueda verificar el inicio de cualquier suceso por una doble vía de verificación (de forma que sea capaz de no actuar ante la existencia de entrada de humo desde el exterior, etc). Bien a través de la existencia de humo o un incremento súbito de temperatura, de esta forma la



Imagen 30. Detectores y central de detección de incendios.



Imagen 31. Avisador acústico de incendios, localizado en exterior del establecimiento de venta.

central recibe la señal de inicio de incendio y enviará orden a la electroválvula instalada en la entrada de la red de extinción y ésta permitirá la entrada de agua, que, como agente extintor, procederá a la extinción y refrigeración de las diferentes dependencias. El sistema de detección poseerá un sistema de alarma acústica en exterior del establecimiento.

- Sistema de extinción automática mediante agua proyectada a través de rociadores con alta capacidad refrigerante y extintora. A la hora de poder dimensionar correctamente la instalación de extinción automática, es necesario aplicar la EN 12845:2003. De acuerdo con su art 6, los locales tipo A, se puede clasificar como RL (riesgo ligero), son aquellas instalaciones que incluye usos con baja carga de fuego, combustibilidad baja y que no tengan ninguna superficie superior a 126 m², con resistencia al fuego de al menos 30 min. Este riesgo obliga, según la tabla 6, Requisitos de presión y caudal para sistemas RL y RO pre calculados, de un caudal asegurado de 225 l/min y una presión mínima de 2,2 bar. El caudal de agua para RL y en el local en estudio, debe quedar garantizado por la conti-

nuidad que la empresa suministradora de agua pueda certificar, procedencia permitida en el punto 9.1 de la EN 12845:2003. Se debe optar por la instalación de acción previa tipo B. Será una instalación seca convencional, es decir, las tuberías no se encuentran llenas de agua hasta que desde el módulo de detección de incendios se activa el suministro de agua, a través de la electroválvula existente, conectada a la centra de detección para el funcionamiento de los rociadores. Para establecimiento RL, los rociadores se instalarán a 50 cm por debajo del techo, poseyendo una superficie de protección y acción efectiva de 21,00 m²/rociador.



Imagen 32. Detalle del sistema de alimentación y regulación de la red contra incendios de suministro a los rociadores automáticos.



Imagen 33. Detalle válvula automática de accionamiento del sistema de extinción automática, que recibe la señal desde la central de detección.



Imagen 34. Detalle sistema automático contra incendios en zona de exposición y venta.



Imagen 35. Detalle sistema alimentación desde red general de suministro al automático contra incendios en establecimiento de venta de artificios pirotécnicos.



Imagen 36. Detalle sistema automático contra incendios en almacén de productos pirotécnicos.

- Otra dotación de instalaciones de protección contra incendios. Puesto que los establecimientos de venta de artificios pirotécnicos, de acuerdo con el CTE están reconocidos como actividades de Pública concurrencia, de acuerdo con lo indicado en la tabla 1.1. Do-

tación de instalaciones de protección contra incendios, se cumplirán las exigencias para Edificios en General y además para locales de pública concurrencia:

- Condiciones en general.
 - Extintores portátiles eficacia mínima 21A-113B, cada 15 m de recorrido en cada planta, como máximo, desde todo origen de evacuación. Se recomienda un extintor de 12 kg polvo ABC, junto puerta acceso al almacén de productos pirotécnicos, un extintor de CO₂ próximo al cuadro eléctrico del establecimiento y dos extintores de polvo ABC asociados a la zona de venta y atención al público, pero instalados cerca de las puertas de acceso.
 - Bocas de incendio. Únicamente se instalarán si la superficie construida es mayor de 500 m². Se instalarán BIE de DN 25 mm, con una simultaneidad de 2, con reserva de 60 minutos. De acuerdo con la norma CE-PREVEN RT2 BIE, ésta especifica que, para este tipo de BIE, la boquilla debe ser tal que, con una presión de 3,5 bar en su entrada, el caudal proporcionado será de 100 l/m, lo que significa disponer de una boquilla de al menos 9 milímetros de diámetro, si bien en muchas ocasiones se instalan boquillas de 10 mm. Por lo tanto, se requerirá una reserva de agua de 12,00 m². El sistema irá dotado de grupo de presión capaz de satisfacer las demandas de presión y caudal. La reserva de agua se garantiza mediante aljibe existente en excavación efectuado *ad hoc*. La presión y suministro se garantiza a través de grupo de presión y suministro tipo *jockey*, con caudal de suministro de 50-350 l/min y dotada de

bomba eléctrica, según norma UNE 23-500-90.

Las bocas de incendio equipadas deberán, antes de su fabricación o importación, ser aprobadas de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 2 del Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el RD. 513/2017, justificándose el cumplimiento de lo establecido en las normas UNE-EN 671-1 y UNE-EN 671-2. De los diámetros de mangueras contemplados en las normas UNE-EN 671-1 y UNE-EN 671-2 para las bocas de incendios equipadas.

Las BIE se montarán sobre un soporte rígido de forma que la altura de su centro quede como máximo a 1,20 m sobre el nivel del suelo, siempre que la boquilla y la válvula de apertura manual, si existen, estén situadas a la altura citada.

Las BIE se situarán, siempre que sea posible, a una distancia máxima de 5 m de las salidas de cada sector de incendio, sin que constituyan obstáculo para su utilización.

El número y distribución de las BIE en un sector de incendio, en espacio diáfano, será tal que la totalidad de la superficie del sector de incendio en que estén instaladas quede cubierta por una BIE, considerando como radio de acción de ésta la longitud de su manguera incrementada en 5 m.

La separación máxima entre cada BIE y su más cercana será de 50 m. La distancia desde cualquier punto del local protegido hasta la BIE más próxima no deberá exceder de 25 m.

Se deberá mantener alrededor de cada BIE una zona libre de obstáculos que permita el acceso a ella y su maniobra sin dificultad.

- Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios. Los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores, bocas de incendio, pulsadores manuales de alarma y dispositivos de disparo de sistemas de extinción) se deben señalar mediante señales definidas en la norma UNE 23033-1. Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean foto-



Imagen 37. Detalle extintores de incendios de servicio en establecimiento. Nótese la necesidad de señalar su existencia.



Imagen 38. Extintores instalados y señalización asociado y obligatoria.

luminiscentes, sus características de emisión luminosa deben cumplir lo establecido en la norma UNE 23035-4:1999.

4.5. Exigencia básica SI 5 - Intervención de Bomberos

Se debe realizar un estudio del entorno del establecimiento, verificar las condiciones de la fachada principal (para verificar si es accesible). Del mismo modo las calles sobre las cuales se asiente la actividad, deben poseer una anchura mayor de 5 metros y la capacidad portante del pavimento del vial, debe ser mayor o igual a 2.000 kp/m².

- Accesibilidad por fachada. Las fachadas dispondrán de huecos que permiten el acceso desde el exterior al personal del servicio de extinción de incendios, cumpliéndose en todo momento lo preceptuado. Dichos huecos deben cumplir las condiciones siguientes:
 - a) Facilitar el acceso a cada una de las plantas del edificio, de forma que la altura del alféizar respecto del nivel de la planta a la que accede no sea mayor que 1,20 m;
 - b) Sus dimensiones horizontal y vertical deben ser, al menos, 0,80 m y 1,20 m respectivamente. La distancia máxima entre los ejes verticales de dos huecos consecutivos no debe exceder de 25 m, medida sobre la fachada.
 - c) No se deben instalar en fachada elementos que impidan o dificulten la accesibilidad al interior del edificio a través de dichos huecos, a excepción de los elementos de seguridad situados en los huecos de las plantas cuya altura de evacuación no exceda de 9 metros.

4.6. - Exigencia Básica SI 6 - Resistencia al Fuego de la Estructura

En la nomenclatura técnica y de designación de la resistencia al fuego, sigue existiendo la costumbre de identificar la resistencia al fuego RF siguiendo las antiguas denominaciones. Se quiere destacar, que con la entrada en vigor del RD Real Decreto 842/2013, de 31 de octubre, sobre Clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego, cambió sustancialmente la denominación de los elementos resistentes al fuego

5. CONDICIONES DE PROTECCIÓN CONTRA EXPLOSIÓN

5.1. Condiciones constructivas del almacén de productos pirotécnicos

Los almacenes de productos pirotécnicos dispondrán de una puerta de acceso desde el propio local de venta, si bien podrán disponer de otra puerta de acceso directo al exterior, que serán de seguridad, estando equipadas con dos

cerraduras de seguridad. En ningún caso se autorizarán almacenes cuyo acceso requiera pasar por dependencias destinadas a viviendas.

Para los nuevos establecimientos se recomienda que los paramentos que configuran los almacenes de productos pirotécnicos sean de al menos, 24,5 MPa de resistencia a compresión y veinte centímetros de espesor. Este condicionante, obliga a ejecutar en la dependencia destinada a almacenar los productos, un cubículo con las características resistentes indicadas. De forma usual, los técnicos se encuentran locales en los bajos de edificios de viviendas o bien en naves industriales adosadas a otras existentes. En el caso de locales comerciales, no bastará con ejecutar muros con la resistencia a compresión requerida, sino que también se deberá ejecutar una losa por debajo del forjado superior, puesto que los forjados de vivienda no están diseñados para grandes sobrecargas por uso y por tanto no poseen la resistencia requerida. Del mismo modo, se deberá analizar el forjado sobre el que descansa el pavimento, puesto que en el caso que exista una garaje o plantas inferiores, se de-

| | |
|-----------------|--|
| Resistencia (R) | Indica el tiempo durante el cual un elemento es capaz de mantener su función portante. |
| Integridad (E) | Indica el tiempo durante el cual un elemento es capaz de mantenerse como barrera al paso de la llama y de los gases (muro, puerta, forjado...) |
| Aislamiento (I) | Indica el tiempo durante el cual un elemento es capaz de mantenerse como barrera al paso del calor. |
| 60 | Indica el tiempo en minutos, de resistencia de los elementos anteriores, ya sean portantes o separadores |
| 90 | |
| 120 | |

Tabla 6. Clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego, cambió sustancialmente la denominación de los elementos resistentes al fuego.

berá ejecutar un forjado inferior. La secuencia recomendada es:

- Ejecución forjado inferior.
- Ejecución muros cerramiento perimetrales, con las soluciones más adelante propuestas.
- Ejecución forjado superior, que descansará sobre los muros de cerramiento y compartirá elementos de armado.

El cuarto de almacenamiento de productos pirotécnicos no podrá poseer aberturas. Esta prohibición tiene el objetivo que las posibles aberturas, no permitan el alivio de la onda de presión gene-

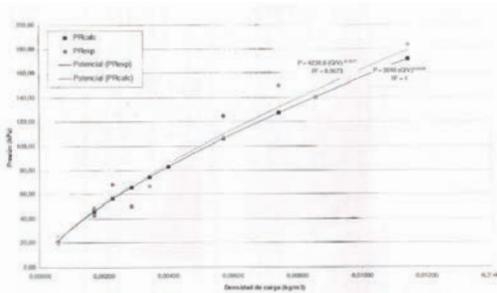


Imagen 39. Gráfico de determinación de la resistencia a compresión de los muros de almacenamiento, en relación a la densidad de carga de productos pirotécnicos a albergar.

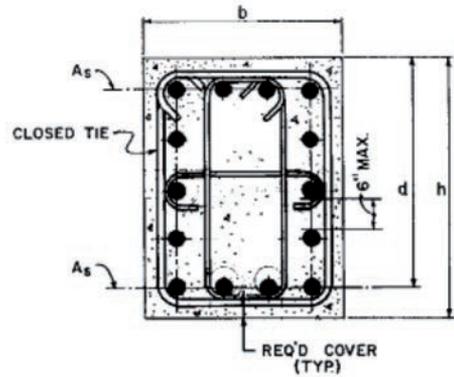


Imagen 40. Ejemplo armado de pilares y jácenas resistentes a explosión. Fuente: Structures to resist the effects of accidental explosions approved. US AIR.

rada en caso de detonación de los productos almacenados y del mismo modo que genere una compartimentación al fuego efectiva, respecto del resto del establecimiento. El suelo del almacén debe reunir los requisitos exigidos por las características de los productos que se almacenan, debiendo constituir en todo caso una superficie unida, sin grietas o fisuras, de fácil limpieza y lavado.

De acuerdo a la tipología de productos pirotécnicos a almacenar, y sus categorías de riesgo, no existe ninguna incompatibilidad entre las divisiones de riesgo 1.3 y 1.4, si bien se tendrá el

| | Espesor del muro en cm. | | | | | | |
|------------------------------------|------------------------------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Número de caras expuestas al fuego | 10 | 12 | 14 | 16 | 20 | 25 | 30 |
| Dos caras | 60 | 90 | 90 | 120 | 120 | 180 | 240 |
| Una cara | 60 | 90 | 120 | 180 | 180 | 240 | 240 |
| | Grado de estabilidad al fuego (EF) | | | | | | |

Tabla 7. Estabilidad al fuego de muros de hormigón armado.

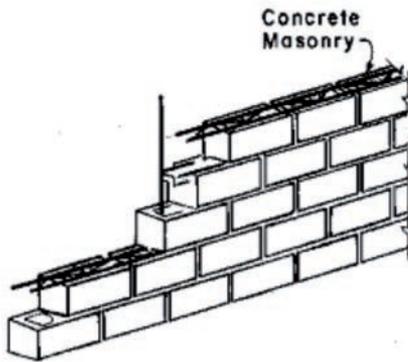


Imagen 39. Ejemplo armado de muro medianero para proporcionarle resistencia a explosión. Fuente: Structures to resist the effects of accidental explosions approved. US Air.

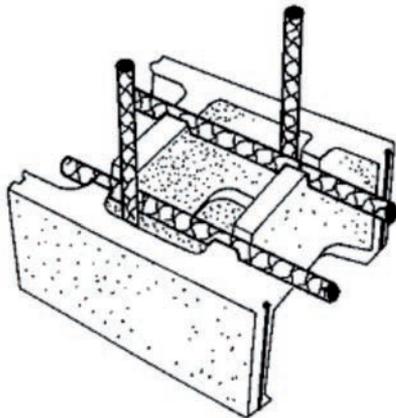


Imagen 40. Ejemplo armado de muro medianero para proporcionarle resistencia a explosión. Fuente: Structures to resist the effects of accidental explosions approved. US AIR.

cuidado de almacenarlos de forma separada en el cuarto de almacenamiento, al objeto de poder tener controladas la existencia de cada tipología de producto pirotécnico y su clasificación de riesgo, de forma que se tenga un claro control de la tipología de producto almacenado y las cantidades máximas autorizadas de almacenamiento.

Se quiere especificar, que el almacenamiento, se deberá realizar en estanterías que se encontrarán adecuadamente ancladas a las paredes (de forma que se evite una caída involuntaria), y cada estantería llevará grafiada la clasificación de riesgo que almacenará, para favorecer el adecuado y organizado almacenamiento y una fácil identificación, tanto por parte de los vendedores, como en caso de inspección. Al realizar el almacenamiento en estanterías, también se garantiza, que los productos pirotécnicos, no estén en contacto con el pavimento y a merced de cambios de temperatura y transmisión de humedades y/o golpes por acceso del personal afecto al establecimiento.

6. INSTALACIÓN Y EQUIPOS ELÉCTRICOS EN LOS ESTABLECIMIENTOS DE VENTA AL PÚBLICO. INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA NÚMERO 13

6.1. Generalidades

La instalación eléctrica en los establecimientos, con carácter general debe estar registrada y legalizada en el correspondiente servicio territorial del organismo autonómico con competencias en industria y energía.

En relación con el cumplimiento del Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el. Reglamento electrotécnico para baja tensión, sobre el establecimiento de venta caben dos posibles tramitaciones:

- Si el local no se considera de pública concurrencia, la instalación y legalización de la instalación eléctrica, se realizará por el procedimiento de

instalaciones con memoria técnica de diseño y demás documentación preceptiva.

- Si el local se considera de pública concurrencia, atendiendo a sus peculiares características y aforo, la instalación y legalización de la instalación eléctrica, se realizará de acuerdo a la ITC-28 del RD 842/2002, con la correspondiente de presentación de proyecto técnico, certificado final de obra e inspección inicial por organismo de control. En este caso, en cada una de las dependencias del local accesibles por el público, se ha de dividir el alumbrado en tres circuitos independientes, para evitar que puedan quedar a oscuras totalmente cada una de aquellas por una avería parcial. En el arranque de cada uno de estos circuitos se dispondrán interruptores y cortacircuitos, calibrados en relación con la sección de los conductores. El cuadro de distribución se dispondrá fuera del acceso del público. Toda la instalación eléctrica es estanca y poseerá como mínimo un Índice de Protección IP-55. Independientemente del alumbrado eléctrico ordinario, se establece, un alumbrado de señalización y otro de emergencia que podrán ser eléctricos o de otra naturaleza, quedando excluidos los de líquidos o gases inflamables. El alumbrado de señalización está constantemente encendido durante el horario de abertura y hasta que el local sea totalmente evacuado por el público. El alumbrado de emergencia será de tal índole que, en caso de falta de alumbrado ordinario, de manera automática genere luz suficiente para la salida del público, con indicación de los sitios por donde ésta haya de efectuarse. Las luces de emergencia y señalización se colocarán sobre las puertas que conduzcan a las salidas.

Para ambas instalaciones, el alumbrado de emergencia deberá ser alimentado por fuentes propias de energía. Cuando la fuente propia de energía esté constituida por baterías de acumuladores o por aparatos autónomos automáticos, se podrá utilizar un suministro exterior para proceder a su carga. La autonomía de la fuente propia de alimentación será como mínimo de una hora. El alumbrado de señalización deberá funcionar tanto con el suministro ordinario como con el que se genere por la fuente propia de alumbrado de emergencia.

6.2. Requisitos de la instalación eléctrica con presencia de productos pirotécnicos

Aparte de lo indicado por la ITC-28 del RD 842/2002, también es preceptiva la aplicación de la ITC-13 del RD 989/2015.

Zona destinada a la venta de productos pirotécnicos

En el caso de que en la zona destinada a la venta no exista material pirotécnico, la instalación y material eléctrico será conforme a lo establecido en el Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto. A la hora de la aplicación de la ITC-13 en locales, es conveniente consultar la Guía de aplicación de la ITC 13 del Reglamento de artículos pirotécnicos y cartuchería. Se quiere destacar que para los equipos e instalaciones eléctricas ubicados en aquellas zonas que no estén clasificadas como zonas peligrosas (Z0, Z1 o Z2), serán de aplicación los requisitos técnicos establecidos en la reglamentación vigente aplicable, y en particular por el Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto.

De acuerdo con lo indicado en la citada publicación, la materia reglamentada se puede encontrar en los locales de venta de productos pirotécnicos, si bien de acuerdo con lo indicado en la ITC-17, está prohibido manipular artificios pirotécnicos en los establecimientos, así como realizar la venta de los artificios por unidades fuera de sus embalajes originales. Estas circunstancias, posibilitan que en un establecimiento no existan zonas catalogadas como Z0 e incluso como Z1.

De conformidad con lo establecido en la Instrucción técnica complementaria número 14 del Reglamento de artículos pirotécnicos y cartuchería, el empresario o titular del establecimiento de venta, a través de asesoramiento técnico competente, deberá identificar todas las zonas con peligro de explosión existentes en el centro de trabajo. Para ello, deberá clasificar en zonas los lugares donde las materias reglamentadas vayan a encontrarse expuestas en establecimiento, de acuerdo con la siguiente clasificación únicamente se puede encontrar zona Z2:

- Zonas Z2. Aquellas áreas de proceso o almacenamiento en las que la materia reglamentada es poco probable que se encuentre expuesta en funcionamiento normal, y si lo hace, es durante un corto periodo de tiempo. De acuerdo con la interpretación y los ejemplos plasmados en la citada Guía y en concreto en el punto 2.2.10- Locales de almacenamiento productos terminados embalados (sin exposición directa), por asimilación, se puede identificar la siguiente zonificación:
 - Cuarto de almacenamiento. Las luminarias a instalar, de alumbrado de servicio y de emergencia, puede darse dos situaciones:
 - Luminarias y otros elementos (detectores incendios, detectores sísmicos, etc) instalados a menos de un metro de distancia de las materias reglamentadas almacenadas. Las luminarias y demás elementos a instalar, tanto en montaje fijo superficial), deberán cumplir con la norma ATEX Ex tc IIIC o similar (de acuerdo a la tabla punto 3.3), por encontrándose a distancia inferior de un metro de la materia reglamentada. En todo caso, los interruptores, deberán instalarse en la parte exterior junto a la puerta de entrada y no existe canalizaciones en el interior. El área que abarcan las estanterías de producto almacenado, la exposición directa de materia reglamentada a posibles fuentes de ignición de origen eléctrico es poco probable, por lo tanto, se clasifica como zona Z2, puesto que los productos pirotécnicos se encuentran adecuadamente embalados y no se realiza ningún tipo de manipulación sobre ellos.
 - Luminarias y otros elementos (detectores incendios, detectores sísmicos, etc) instalados a más de un metro de distancia de las materias reglamentadas almacenadas. Aunque los productos pirotécnicos se encuentran adecuadamente embalados y no se realiza ningún tipo de manipulación sobre ellos, sí existe una separación o barrera física de al menos un metro, los elementos no deberán cumplir la normativa ATEX, pero deberán ser estancos IP-55. Por lo tanto, a partir de un metro de distancia del entono de la estantería se disminuye en un orden de magnitud la probabilidad, por lo que la zona puede considerarse sin clasificar.

- Estanterías zona venta. Aunque los productos pirotécnicos se encuentran adecuadamente embalados y no se realiza ningún tipo de manipulación sobre ellos, sí existe una separación o barrera física de al menos 1,0 m, la zona no será clasificada como Z2. Por lo tanto, a partir de un metro de distancia del entono de la zona de exposición y venta, se disminuye en un orden de magnitud la probabilidad, por lo que la zona puede considerarse sin clasificar.

Los materiales y equipos eléctricos existentes en el interior del almacén de productos pirotécnicos serán conformes a los requisitos establecidos para una Zona F2 de acuerdo con la Instrucción técnica complementaria número 13. Estos requisitos serán igualmente de aplicación para la zona destinada a la venta siempre que se disponga de productos pirotécnicos en estanterías.

- Requisitos generales

1. El material eléctrico y las canalizaciones deberán, en la medida de lo posible, estar situados en zonas no clasificadas. Si esto no fuera posible, se ha de elegir para su instalación alguna de las zonas con menor riesgo.
2. Las instalaciones se diseñarán y los aparatos y materiales eléctricos se instalarán facilitando un acceso seguro para la inspección y el mantenimiento, de acuerdo con las instrucciones del fabricante y cumpliendo los requisitos que exige la clasificación de la zona en la que van a ser instalados.
3. Deberán instalarse elementos de seccionamiento en zonas no peligrosas para la des-

conexión total o parcial del resto de las instalaciones eléctricas en zonas clasificadas.

4. Deberán seleccionarse aquellos tipos de construcción que permitan la menor acumulación posible de polvo sobre el material eléctrico y que sean fáciles de limpiar.
5. Para la instalación en zonas no clasificadas de material eléctrico que está asociado a materiales o equipos emplazados en zonas clasificadas, se deben tener en consideración las especificaciones de éstos últimos.
6. En el diseño de las instalaciones eléctricas se deben tomar medidas para reducir los efectos de radiaciones electromagnéticas a un nivel seguro.
7. Únicamente podrán utilizarse equipos eléctricos portátiles en zonas clasificadas cuando su uso este debidamente justificado y no existan medios alternativos. Los equipos eléctricos portátiles deberán tener un modo de protección adecuado a la zona en la que van a ser utilizados y su máxima temperatura superficial cumplirá lo exigido para esta zona.
8. Todo material eléctrico debe protegerse contra los efectos perjudiciales de cortocircuitos, defectos de tierra y contra sobrecargas si no las pudiese resistir de forma indefinida sin sufrir calentamientos perjudiciales.

- Requisitos particulares de los equipos para zonas F2

- Equipos eléctricos. Los equipos eléctricos a utilizar en zonas F2 deberán contar con alguno de los siguientes modos de protección:
 - tD A20, tD A21 o tD A22 según UNE-EN 61241-1
 - iaD o ibD según UNE-EN 61241-11

En el caso de que la materia o mezcla explosiva este formada por polvo conductor, es decir, su resistividad eléctrica sea inferior o igual a 103 $\Omega \cdot m$, las envolventes «tD A22» deberán tener un grado de protección IP 6X.

- Sistemas de cableado. Para instalaciones de seguridad intrínseca, los sistemas de cableado cumplirán los requisitos de la norma UNE-EN 61241-14 y de la norma UNE-EN 60079-25. Los cables para el resto de las instalaciones tendrán una tensión mínima asignada de 450/750 V. Las entradas de los cables y de los tubos a los aparatos eléctricos se realizarán de acuerdo con el modo de protección previsto en las normas correspondientes. Los orificios de los equipos eléctricos para entradas de cables o tubos que no se utilicen deberán cerrarse mediante piezas acordes con el modo de protección de que vayan dotados dichos equipos. Para las canalizaciones para equipos móviles se tendrá en cuenta lo establecido en la Instrucción ITC MIE-BT 21 «Instalaciones interiores o receptoras. Tubos y canales protectores» del Reglamento electrotécnico para baja tensión. La intensidad admisible en los conductores deberá disminuirse en un 15 por ciento respecto al valor correspondiente a una instalación convencional. Además, todos los cables de longitud igual o superior a 5 metros estarán protegidos contra sobrecargas y cortocircuitos. Para la protección de sobrecargas se tendrá en cuenta la intensidad de carga resultante fijada en el párrafo anterior y para la protección de cortocircuitos se tendrá en cuenta el valor máximo para un defecto en el comienzo del cable y el valor mínimo correspondiente a un defecto bifásico y franco al final del cable. En el punto de transición de una canalización eléctrica de una zona a otra, o de un emplazamiento peligroso a otro no peligroso, se deberá impedir el paso de polvo de mezcla explosiva. Esto puede precisar del sellado de tubos, bandejas, etc.
- Requisitos de los cables. Los cables a emplear en los sistemas de cableado en los emplazamientos clasificados como zonas F0, F1 y F2 serán, en instalaciones fijas, cables de tensión asignada mínima de 450/750 V, aislados con mezclas termoplásticas o termoestables, instalados bajo tubo (según 7.7.2) metálico rígido o flexible conforme a norma UNE-EN 50086-1. Cables construidos de modo de que dispongan de una protección mecánica. Se consideran como tales:
 - o Los cables con aislamiento mineral y cubierta metálica, según UNE 21157 parte 1.
 - o Los cables armados con alambre de acero galvanizado y con cubierta externa no metálica, según la serie UNE 21123. Los cables en instalaciones fijas deben cumplir, respecto a la reacción al fuego, lo indicado en la norma UNE 20432-3.
- Requisitos de los conductos. Cuando el cableado de las instalaciones fijas se realice mediante tubo o canal protector, estos serán conformes a las especificaciones dadas en las tablas del apartado 9.3 de la Instrucción ITC MIE-BT 29 «Prescripciones particulares para las instalaciones eléctricas de los locales

con riesgo de incendio o explosión» del Reglamento electrotécnico para baja tensión.

7. OTRAS DISPOSICIONES DE SEGURIDAD

7.1. Almacenamiento

- En ningún caso pueden almacenarse conjuntamente materias incompatibles entre sí.
- En el almacén solo se almacenará productos pirotécnicos y además en su embalaje original.

7.2. Envases y embalajes

- Todos los productos pirotécnicos en el almacén, permanecerán en el interior de sus embalajes originales. Los embalajes permanecerán cerrados, hasta el momento de la venta.
- Los embalajes para los productos pirotécnicos deben ser destinados exclusivamente para ellos.
- Todos los embalajes exteriores, deben llevar las señales y etiquetas de peligrosidad, el etiquetado adecuado, las indicaciones e instrucciones necesarias.
- Los envases defectuosos no podrán ser vendidos al público.
- Los embalajes de productos pirotécnicos deben apilarse con la tapa hacia arriba y con el marcado frontal visible.

- Orden, limpieza y mantenimiento.
- Las zonas de paso, salidas y vías de circulación, deben permanecer libres de obstáculos.

7.3. Señalización

En la puerta de acceso al almacén debe colocarse la siguiente señalización:

- Peligro de incendio y explosión.
- Prohibido fumar y encender fuego.
- Prohibición de paso a personas no autorizadas.
- Procedimientos operativos.

Además, deben tenerse cuenta las siguientes medidas de seguridad:

- Los trabajadores deben seguir las consignas de seguridad.
- Utilizar los equipos de protección individual.
- Las prendas de los trabajadores y el calzado deben ser antiestático.
- Se mantendrá el puesto de trabajo en orden y en un estado de limpieza adecuado.
- La puerta del almacén dispondrá de un sistema que impida su libre apertura.
- Se facilitará una salida rápida del almacén en caso de emergencia.
- Se permanecerá en el interior del almacén únicamente el tiempo necesario.



Imagen 41. Diferente señalética a instalar en el establecimiento de venta.

- Deben evitarse los aumentos de temperatura, rozamientos o choques sobre los materiales pirotécnicos.
- Queda expresamente prohibido fumar y llevar cualquier aparato que sea una fuente de ignición.
- Se dispondrá en un lugar visible los teléfonos del cuerpo de bomberos y de urgencias de la localidad más próxima.
- Los artículos pirotécnicos no podrán venderse a puedan encontrarse bajo los efectos de bebidas alcohólicas o sustancias estupefacientes.

7.4. Formación e información

El personal que desempeña su trabajo en el establecimiento de venta, debe ser formado e informado en materia de seguridad. En dicha formación, deberá hacerse mención expresa a los



Imagen 42. Detectores de presencia contra robo e intrusión.

riesgos de la manipulación de las materias y productos pirotécnicos.

8.- MEDIDAS DE SEGURIDAD CIUDADANA

Las medidas de seguridad ciudadana, encaminadas a prevenir cualquier incidente de intrusión en el establecimiento, con fines delictivos o de cualquier otra índole, cumplirán lo especificado en la ITC-17, y en concreto en los establecimientos, deben dotarse con:

- Detectores volumétricos de presencia en zona de venta al público y almacén, homologado grado 3, EN50131-2-4. Generalmente se instalarán dos detectores en zona de venta y asociados a las entradas, uno en acceso a almacén (si existe) y finalmente otro detector en el interior del almacén.
- Detectores de apertura de puertas en las de acceso al local y las de almacén. Se instalará un detector magnético en cada puerta de acceso y en la del almacén, según certificación EN50131-2 Grado 3.
- Detectores sísmicos inerciales (con cumplimiento de la EN50131-1) a instalar en en paredes, techo y suelo en el interior del almacén. Debiéndose instalar un detector en techo , cuatro en paredes colindantes y uno en pared de puerta acceso. No se debe descartar la ubicación de otro detector en el pavimento, en aquellos casos, que en planta sótano existan garajes u otros locales.

Dichos sistemas estarán conectados con una central receptora de alarmas (CRA) de una empresa de seguridad privada, debidamente acreditada y autorizada por el Ministerio de Interior.



Imagen 43. Detectores magnéticos de aperturas de puertas de acceso al local.

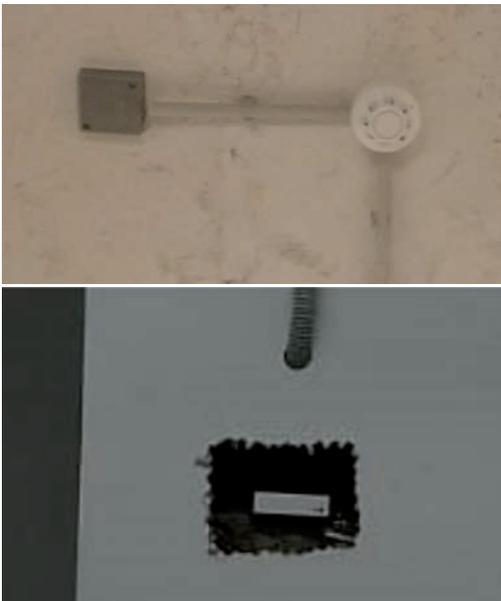


Imagen 44. Detectores sísmicos a instalar en el almacén del establecimiento de venta.



Imagen 45. Central de detección de alarma contra robo e intrusión.

En el exterior del establecimiento, existirán carteles de aviso que el comercio se encuentra con sistemas de seguridad conectados con central receptora de alarmas y conectada a la policía.

La instalación de los detectores y los conductores en el almacén, cumplirá con todo lo especificado en la ITC13 y su Guía de aplicación, tal y como ha sido analizado en el punto 6, del presente capítulo.

Del mismo modo, el establecimiento estará dotado de otros elementos de seguridad, en este caso de elementos de seguridad física, de protección de accesos y escaparates, fuera del horario comercial:

- Los escaparates y puertas de acceso se deberán proteger mediante cierre metálico (persianas metálicas) dotadas de cerradura de seguridad.
- Las posibles ventanas existentes, se deben encontrar dotadas de rejas metálicas, adecuadamente ancladas.
- Especial atención, requerirán lucernarios, huecos de ventilación, etc., que deberán estar protegidos por enrejados e incluso recurrir a sistemas de detección ante intrusión.



ORGANIZACIÓN Y DESARROLLO DE ESPECTÁCULOS PIROTÉCNICOS

1. Introducción
2. Tipos de espectáculos
3. Definiciones
4. Limitaciones del lugar de desarrollo del espectáculo y distancias a zonas protegidas
5. Zonas delimitadas en el espectáculo
 - 5.1. Zona de seguridad
 - 5.2. Zona de fuegos y lanzamiento
6. Competencia en seguridad de la entidad organizadora
 - 6.1. Empresas de expertos
7. Tipos de espectáculos en función del NEC
8. Solicitudes de autorización y documentación necesaria
 - 8.1. Espectáculos con artificios pirotécnicos realizados por expertos o grupos de consumidores reconocidos como expertos (CRE), cuyo NEC (peso neto en materia explosiva) es inferior a 10 kilogramos
 - 8.2. Espectáculo tipo A
 - 8.3. Espectáculo tipo B
 - 8.4. Espectáculo tipo C
9. Plan de seguridad y emergencia
 - 9.1. Plan de Seguridad
 - 9.2. Plan de Emergencia
 - 9.3. Supervisión y puesta en práctica de los planes de seguridad y emergencia
10. Medidas de seguridad durante el montaje de los espectáculos
11. Prohibición, suspensión e interrupción de los espectáculos
12. Actuaciones posteriores
13. Ejemplos
 - Espectáculo $NEC < 10$ kg. No se requiere Memoria técnica, ni Plan de Seguridad ni de Emergencia
 - Plan de seguridad espectáculo tipo B, $50 < NEC < 100$ kg

1. INTRODUCCION

Deben concebirse los espectáculos pirotécnicos, como el fin o culminación del proceso de fabricación, venta y comercialización de productos pirotécnicos, para disfrute de la ciudadanía en eventos sociales, culturales y festivos. La ITC 8 “Espectáculos pirotécnicos realizados por expertos”, del RD 989/2015 por el que se aprueba el Reglamento de Artículos Pirotécnicos, se aplica en:

- Espectáculos realizados por EXPERTOS con artificios F1, F2, F3, F4, T1, P1, T2, P2 y artificios de fabricación propia sin marcado CE
- Espectáculos con artificios F1, F2, F3, T1 y P1 que en su conjunto superen los 10 kilogramos de NEC (contenido neto de explosivo o materia reglamentada), en cuyo caso, deberán ser realizados por expertos, además de cumplir el resto de los requisitos de esta instrucción técnica.

La utilización colectiva de artículos de categorías F1, F2, F3, T1 y P1 provistos de Marcado CE no tendrá consideración de espectáculo pirotécnico y por lo tanto queda excluida del ámbito de la aplicación de esta instrucción técnica. Queda prohibida la mecanización por parte de no expertos de artificios de las categorías F1, F2 y F3 entre sí, así como su iniciación por sistema eléctrico. Adicionalmente, esta ITC regula la utilización o disparo de artículos pirotécnicos de las categorías P2 y T2 que no se consideren espectáculos o cuando formen parte de otro espectáculo no pirotécnico.

2. TIPOS DE ESPECTÁCULOS

Los espectáculos pirotécnicos tradicionales se encuadran en alguna de las siguientes clases:



Imagen 1. Detalle castillo de fuegos artificiales.



Imagen 2. Fase terrestre-terremoto final de una mascletà.

- Castillos: se caracterizan por la utilización de artificios pirotécnicos aéreos. En general, se trata de un espectáculo de color y nocturno.
- *Mascletà* se puede definir como una “*sinfonía del ruido*”. La *mascletà* se siente mediante el oído, el olfato, el tacto y la vista. Sólo falta la degustación posterior de una sesión gastronómica mediterránea para deleite de todos los sentidos.
- Cordades. Como se puede deducir de su propio nombre, la *Cordà* se basa en el tendido de una cuerda de un extremo a otro de la Calle Mayor, de la que cuelgan grupos de *femelles*, un tipo de cohete que en Levante se conoce popularmente como cohete borracho.



Imagen 3. Delimitación perimetral de la zona de lanzamiento de mascletá en la catedral de la mascletá, Plaza del Ayuntamiento de Valencia.



Imagen 4. Delimitación perimetral de la zona de lanzamiento de seguridad en la catedral de la mascletá, Plaza del Ayuntamiento de Valencia.

Estos productos pirotécnicos van haciéndose estallar de manera que mantengan una alta cadencia, para lo que hace falta la pericia y la atención de unos tiradores o coeters.

- *Despertades*: consiste en la utilización de artificios pirotécnicos de diversos tipos por parte de los *festeros*, a través de un recorrido previamente establecido, al inicio de la mañana, con la finalidad de despertar al vecindario. Es, por tanto, un espectáculo de ruido. Actualmente, dependiendo del artificio, se requiere la acre-

ditación CRE (consumidor reconocido como experto) de las personas que intervienen en el espectáculo.

- Correfocs, diables, etc., se trata de espectáculos de luz, color y sonido, en los que grupos organizados utilizan diversos tipos de artificios con elementos auxiliares que eviten su desplazamiento incontrolado, por un recorrido previamente establecido y al



Imagen 5. Delimitación perimetral de la zona de fuego y desarrollo de una cordà. Imagen de la cordà de Paterna, Valencia.



Imagen 7. Correfoc Nit màgica, Castelló de la Plana.



Imagen 8. Detalle el tro de bac.



Imagen 9. Detalle de bestias de fuego.

son de música tradicional de dulzaina y tambor.

- Passacarrers, rodades, etc., se trata de espectáculos de luz, color y ruido, en los que los participantes y festeros, utilizan individualmente diversos tipos de artificios, por un recorrido previamente establecido, abriendo procesiones, pasacalles y otro tipo de acto cultural de carácter tradicional.



Imagen 10. Detalle de bestias de fuego.



Imagen 11. Detalle de bestias de fuego.



Imagen 12. Inicio de efecto pirotécnico, por parte de experto.



Imagen 13. Inicio de efecto pirotécnico, por parte de experto.

3. DEFINICIONES

- Distancia de seguridad: distancia entre los morteros de la zona de lanzamiento o el mortero del artificio de mayor calibre y la línea perimetral de la zona de seguridad.
- Zona de lanzamiento: espacio acotado y protegido por el personal de la empresa de expertos destinado exclusivamente al montaje del espectáculo y lanzamiento de los artificios.
- Zona de seguridad: espacio que rodea a la zona de lanzamiento, vigilada por la entidad organizadora, que delimita la presencia del público. Superficie comprendida entre la zona de lanzamiento y la línea perimetral que delimita la presencia del público su finalidad es proporcionar un desarrollo seguro del espectáculo.
- Seguridad: ausencia del riesgo o confianza en algo o alguien.
- Radio de seguridad: distancia radial que hay entre el lugar en el cual se lanzan los artificios pirotécnicos (zona de fuegos y lanzamiento) y la línea perimetral de la zona de seguridad que delimita la presencia de los espectadores. Su longitud se establece en función de la cantidad de productos pirotécnicos, el tipo de ar-

tificios y las condiciones del lugar. Los espectadores siempre han de estar fuera de los lugares donde puedan caer los timones de cohería carcasas o cualquier producto procedente de los artículos pirotécnicos.

- Zona de fuegos y lanzamiento: espacio delimitado para el montaje de los artículos pirotécnicos y su lanzamiento, ha de estar acotado y protegido.
- Radio de fuego: distancia radial entre el centro de la zona de fuegos y la línea perimetral de la zona de fuegos y lanzamiento.
- Ángulo de lanzamiento: el resultante del eje longitudinal de la disposición del dispositivo de lanzamiento en los abanicos y la vertical.
- Zona urbana: se considera la zona de casco consolidado de la Ciudad, urbanizado y con superficies libres de edificaciones en las que no sea capaz de integrarse un círculo imaginario con radio igual a 60 metros.
- Entidad organizadora: persona física o jurídica, pública o privada que organiza un espectáculo en suelo público o privado y que asume la responsabilidad de la celebración del espectáculo.



Imagen 14. Zonificación de sectores y áreas de espectáculos pirotécnicos.

- Empresa de expertos: persona física o jurídica titular de un taller de preparación y montaje que cumple con los requisitos establecidos y a la que la entidad organizadora encarga la prestación del servicio, se incluye el montaje del espectáculo y el disparo por el personal de la empresa.
- Experto: persona vinculada a la empresa de expertos con el carné de experto que realiza el desembalaje, montaje, manipulación y disparo del material pirotécnico.
- Aprendiz: persona vinculada a la empresa de expertos en posesión del carné de aprendiz que realiza, bajo supervisión de un experto, el desembalaje, montaje y manipulación y conexión del material pirotécnico, pero no puede realizar el disparo.
- Línea de tiro: es el conjunto de conductores eléctricos que forman parte del circuito que se necesita para el disparo mediante dispositivos de encendido eléctrico.
- Personal auxiliar: personal de apoyo que no tiene por qué estar vinculado a la empresa de expertos, que colabora en el montaje y desmontaje sin la existencia de material pirotécnico.
- Encargado: persona designada por la empresa de expertos que asume la dirección del montaje y disparo, es la interlocutora entre la empresa de expertos y la entidad organizadora y las autoridades competentes.

4. LIMITACIONES DEL LUGAR DE DESARROLLO DEL ESPECTÁCULO Y DISTANCIAS A ZONAS PROTEGIDAS

Los lugares en que se realicen disparos de fuegos de artificio de un espectáculo pirotécnico, deben

reunir una serie de requisitos de seguridad constructivos y de acceso, entre los que se destacan:

- Los espectáculos suelen montarse y dispararse en campos de deportes, estadios, plazas, parques, calles, zonas de aparcamiento y terrenos baldíos, siempre contando con la autorización de la entidad pública o persona física/jurídica titular del terreno.
- La superficie de montaje debe ofrecer una adecuada estabilidad y resistencia. Deberá estar exenta de basuras, vegetación y cualquier tipo de resto que sea susceptible de inflamarse.
- Entre el lugar o zona de montaje y la zona a ocupar por el público espectador, debe existir una zona de seguridad, perfectamente señalada o delimitada por vallado, barreras o señalización adecuada.
- Cuando la zona de seguridad se encuentre en una cota más alta que la zona de lanzamiento, la entidad organizadora adecuará, dentro de los mínimos establecidos, la zona seguridad a fin de conseguir la mejor protección de los espectadores, mediante la limitación del lanzamiento de los artificios en el plano vertical, instalación de barreras delimitadores, etc.

Del mismo modo, existen una serie de limitaciones, en cuanto a la localización de la zona de desarrollo del espectáculo pirotécnico y su entorno:

- No está permitido el disparo de tracas, fuegos artificiales o cualquier elemento pirotécnico en cuya zona de seguridad haya bienes de interés cultural o relevancia local, hospitales, clínicas, residencias de tercera edad, centros policiales y de emergencia, así como infraestructuras, vías de comunicación o cualquier otro lugar que,

debido a su riesgo especial, sean susceptibles de accidentes que afecten a la población, salvo circunstancias excepcionales, apreciadas y debidamente autorizadas. Es decir, una causa de exención puede darse, por ejemplo, en la cercanía de colegios o institutos, los cuales se encuentren cerrados en las fechas de descarga, montaje y disparo del espectáculo.

- No se permite el montaje y disparo del espectáculo en época de riesgo de incendio forestal en las zonas próximas a suelo forestal o protegido. Un caso concreto es la prohibición, que existe en el ámbito de la Comunitat Valenciana, en el que el montaje y disparo del espectáculo pirotécnico, no se autoriza en el caso de realizarse a menos de 500 metros de suelo con catalogación forestal o con algún tipo de protección ambiental o paisajística.
- Se deberá cumplir la distancia mínima de 250 metros a instalaciones o lugares con especial peligrosidad tales como gasolineras o depósitos de productos peligrosos (gasolineras, depósitos de combustible líquidos y gaseoso, almacenes de mercancías peligrosas, actividades reguladas por el RD 840/2015,etc).
- Cuando dentro de la zona de seguridad, existan edificios habitados distintos a los señalados en el párrafo anterior, la entidad organizadora anunciará esta circunstancia y prevendrá a la población afectada con los medios de difusión adecuados y con la antelación suficiente. Cuando la entidad organizadora fuera de naturaleza privada, dicha difusión deberá realizarse a través de la autoridad municipal correspondiente. Este requisito no será necesario en caso de espectáculos realizados por expertos en los que se utilicen más de 10 kilogramos y menos de 50 kilogramos de materia reglamentada.

5. ZONAS DELIMITADAS EN EL ESPECTÁCULO

En la realización de los espectáculos pirotécnicos, siempre van a existir dos zonas diferenciadas: zona de seguridad y la zona de fuegos y lanzamientos.

5.1. Zona de seguridad

En todos los espectáculos pirotécnicos se ha de establecer una zona de seguridad, que debe estar visiblemente señalada para el conocimiento de los espectadores. Dicha zona se delimitará según el riesgo planteado en la solicitud de disparo y en función de las características del entorno de la zona de disparo, la delimitación perimetral deberá estar conformada por balizamiento con cintas, cuerdas, acotamiento por vallado normal y acotamiento por vallado de 2 metros de altura y cierre perimetral, todo ello en función del tipo de vigilancia que la entidad organizadora establezca (voluntarios de la organización, voluntarios protección civil, policía local, vigilancia de seguridad privada, etc).

El perímetro de la zona de seguridad vendrá determinado por la distancia de seguridad, la cual se calculará de acuerdo con una serie de parámetros, en función de dos parámetros:

- Diámetro calibre exterior artificio pirotécnico (fuego aéreo/terrestre).
- Distancia a edificaciones y zona de público.

Estas distancias, podrá modificarse, siempre y cuando se realice una justificación suficientemente razonada con medidas de seguridad apropiadas, en estos casos la Delegación de



Imagen 15. Delimitación de la zona de seguridad de espectáculo pirotécnico.



Imagen 16. Detalle de la zona de público en espectáculo pirotécnico, mascletá de Valencia.

Gobierno podrá autorizar la reducción de las distancias mínimas, previa solicitud justificada de la entidad organizadora.

A continuación, la Tabla 1 representa la distancia de seguridad en espectáculos con fuego terrestre (tracas, truenos, ristras, etcétera) desde el artefacto de mayor calibre. En la Tabla 1 se presenta la distancia de en espectáculos con candelas romanas, desde el artefacto de mayor calibre.

Asimismo, la Tabla 3 refleja las distancias de seguridad en espectáculos con fuego aéreo

(carcasa, volcanes de trueno o de carcassas) desde el artefacto de mayor calibre. En el caso de voladoras, las distancias mínimas serán las siguientes: Sin viento 50 metros hasta el público y 25 metros a edificaciones. Con viento 100 metros al público y 50 metros a edificaciones. Si el lanzamiento de las carcassas y las candelas romanas no es vertical, la distancia de seguridad respecto al público se prolongará en la dirección y sentido de la proyección de la trayectoria prevista, la distancia se obtiene mediante la expresión:

| Calibre exterior del artefacto (mm) | Distancias (m) | |
|-------------------------------------|-----------------|------------|
| | A edificaciones | Al público |
| 20 | 2 | 10 |
| 30 | 3 | 12 |
| 40 | 4 | 14 |
| 50 | 10 | 20 |
| 60 | 20 | 30 |
| 70 | 30 | 40 |

Tabla 1. Distancias de seguridad en fuego terrestre, en función del calibre del artefacto.

| Calibre exterior del artefacto (mm) | Distancias (m) | | Altura en lanzamiento no vertical (ángulo inferior a 30°). Coeficiente b (m) |
|-------------------------------------|-----------------|------------|--|
| | A edificaciones | Al público | |
| Hasta 50 | 10 | 25 | 60 |
| Hasta 60 | 15 | 48 | 70 |
| Hasta 70 | 25 | 56 | 90 |

Tabla 2. Distancias de seguridad a adoptar, en función del calibre del artefacto.

| Calibre interior del cañón o mortero (mm) | Coeficiente a aplicar para el cálculo de la distancia al público | Distancia de seguridad al público (m) | Distancia de seguridad a edificaciones (m) | Carcasas de cambios de repetición | Altura para lanzamiento no vertical (ángulo inferior a 30°). Coeficiente b (m) |
|---|--|---------------------------------------|--|--|--|
| 50 | 0,5 | 25 | 10 | - | 60 |
| 60 | 0,6 | 36 | 15 | - | 70 |
| 75 | | 45 | 25 | - | 90 |
| 100 | - | 60 | 35 | Aumentar las distancias de seguridad en un 30% | 110 |
| 120 | - | 72 | 50 | - | 130 |
| 125 | - | 75 | 60 | - | 140 |
| 150 | 0,8 | 120 | 65 | - | 160 |
| 175 | - | 140 | 70 | - | 180 |
| 180 | - | 145 | 80 | - | 190 |
| 200 | 1 | 200 | 90 | - | 210 |
| 250 | - | 250 | 100 | - | 260 |
| 300 | - | 300 | 120 | - | 320 |
| 350 | - | 350 | 140 | - | 380 |

Tabla 3. Tabla de distancia de seguridad en espectáculos con volcanes sólo de color, desde el artefacto de mayor calibre.

| Calibre exterior del arteficio (mm) | Distancias (m) | |
|-------------------------------------|-----------------|------------|
| | A edificaciones | Al público |
| Hasta 50 | 10 | 25 |
| Hasta 75 | 25 | 35 |
| Hasta 100 | 40 | 50 |
| Hasta 120 | 50 | 60 |
| Hasta 150 | 60 | 75 |

Tabla 4. Distancia de seguridad en espectáculos con volcanes sólo de color, desde el arteficio de mayor calibre.

$$\Delta d = b \cdot \tan \alpha$$

Siendo:

- Δd : el incremento de distancia de seguridad en metros.
- α : el ángulo de disparo respecto de la vertical.
- b: coeficiente definido en las tablas equivalente a la altura que alcanza el arteficio.

El ángulo de lanzamiento no puede superar los 30° respecto la vertical, a excepción de los espectáculos acuáticos, debido a que en entorno acuático se puede asegurar una gran distancia de la zona de seguridad a la zona de público. La empresa de expertos será la responsable de colocar los artículos pirotécnicos acordes a las distancias de seguridad.

La empresa de expertos propondrá el incremento correspondiente del radio de seguridad, en función de la orografía del lugar y de la densidad de edificación y población. Corresponderá a la entidad organizadora la determinación del emplazamiento y la delimitación de las zonas de seguridad.

5.2. Zona de fuegos y lanzamiento

Dentro de la delimitación de la Zona de Seguridad, se establecerá la Zona de Fuego y Lanzamiento que engloba a la localización de todos los artículos pirotécnicos, con una distancia incrementada de por lo menos dos metros donde poder realizar la adecuada manipulación de los artefactos, así como realizar los conocimientos previos del material a disparar que se ubicará en el borde exterior de la Zona de Fuego, la cual deberá estar vallada de forma que proteja de cualquier desvío.

Una vez la materia reglamentada se encuentre en la zona de fuegos, únicamente podrán acceder a la zona del lanzamiento los expertos y aprendices de la empresa encargada del montaje y disparo del espectáculo, y aquellas personas adscritas en la entidad organizadora o a la autoridad competente en la autorización del espectáculo con la finalidad de realizar inspecciones.

Durante la duración del espectáculo sólo podrán permanecer en dicha zona los expertos y aprendices autorizados necesarios. Estará prohibida la presencia de cualquier persona, que pre-



Imagen 17. Detalle del remate/apoteosis aérea de mascletá en Castelló de la Plana.

sente indicios de encontrarse bajo los efectos del alcohol o drogas que pudieran afectar a su juicio, movimientos o estabilidad de forma negativa para la seguridad exigible en esta zona.

A la hora de la instalación de los diferentes artificios pirotécnicos que forma el espectáculo, se han de cumplir una serie de requisitos:

- El suelo o superficie de asentamiento del montaje, deberá tener la suficiente consistencia y no presentar elementos combustibles o susceptibles de proyectarse, su combustibilidad ha de ser igual o inferior a M-2. El terreno deberá ser llano y horizontal o permitir un soporte con estas características para los dispositivos de lanzamiento.
- Su ubicación impedirá que la trayectoria de los artificios coincida con cualquier objeto elevado, obstrucción u obstáculo que pueda afectar a la seguridad de lanzamiento.

La fijación o lastrado de los dispositivos de lanzamiento deberá imposibilitar cualquier desviación del ángulo de lanzamiento previsto, utilizándose

para ellos sacos terreros. Previo a introducir los artefactos pirotécnicos en el interior de los morteros de lanzamiento, estos deberán ser inspeccionados, para verificar la ausencia de defectos tales como abolladuras, bordes doblados e interiores dañados, desechando los defectuosos. Los morteros se protegerán con sacos terreros, al menos un 30% de su longitud, en el suelo o con sacos de arena. Los morteros que puedan sufrir desperfectos con la humedad del terreno se colocarán en una bolsa de plástico hermética antes de enterrarlos. Los morteros que estén colocados en batería también deberán ser enterrados según el criterio anterior en toda la extensión de la batería.

Las unidades de disparo eléctrico han de tener un sistema que obligue a dos acciones positivas para la iniciación del disparo. Las unidades de disparo de actuación automática después de su iniciación, deberán contar también con un interruptor de emergencia con bloqueo que permitirá interrumpir la secuencia de disparo ante la aparición de un suceso fortuito que aporte una situación de riesgo no prevista.

Si el espectáculo dispone de disparo eléctrico, se realizará la comprobación de la línea de tiro



Imagen 18. Detalle de los efectos aéreos (carcasas), protegida de la intemperie mediante papel aluminizado. Nótese el lastrado mediante sacos areneros y la protección de la línea de conexión.

mediante un comprobador de línea con certificación de conformidad en virtud de las disposiciones vigentes al respecto.

La empresa de expertos deberá disponer del número suficiente de expertos y aprendices para llevar a cabo el lanzamiento de los artificios en cada espectáculo, asegurando el inicio y desarrollo en caso de fallo de la iniciación eléctrica o electrónica. Los expertos y aprendices según la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, deberán conocer en cada caso los riesgos y la seguridad exigible durante cada lanzamiento en particular, así como las medidas a tomar en su caso.



Imagen 19. Detalle de los efectos aéreos. Nótese el lastrado mediante sacos areneros y los elementos de iniciación y secuenciación digital.



Imagen 20. Detalle de los artefactos aéreos, premontados en espera de ser emplazados en lugar de lanzamiento. Con esta práctica, se han producido algunos accidentes durante la manipulación por errores de funcionamiento de los elementos de iniciación.

6. COMPETENCIA EN SEGURIDAD DE LA ENTIDAD ORGANIZADORA

Todas las empresas de expertos encargadas del desarrollo del espectáculo, dispondrán durante la instalación, montaje y lanzamiento de todo el material pirotécnico, de personal acreditado que actuarán bajo la responsabilidad de la citada empresa. Dicho personal será el único que podrá acceder a la zona autorizada, exceptuando a los agentes de seguridad, personal designado por la entidad organizadora y personal del servicio de Prevención, Extinción de Incendios y Salvamento, así como personal de Guardia Civil y de otros cuerpos de seguridad competentes. La empresa organizadora deberá ajustar la ejecución del espectáculo a la autorización concedida, en caso de que hubiera cualquier tipo de modificación, ésta deberá ser presentada con carácter previo a la realización del espectáculo ante la Subdelegación del Gobierno y el correspondiente Ayuntamiento para su conocimiento y poder tomar las medidas necesarias o proponer el rechazo

de dichas modificaciones. Se ha de disponer en la zona de fuego y lanzamiento de la copia de la autorización concedida. Una vez realizado el espectáculo, se posee la obligación de reparar los posibles desperfectos que el espectáculo pueda ocasionar en la vía, bienes e instalaciones.

Deberá informar al Ayuntamiento de las incidencias que pudieran surgir durante el montaje, disparo, desmontaje y retirada de los materiales, que tengan repercusión en la vía pública o en las condiciones de autorización. Será responsabilidad única de la empresa de expertos la adecuación legal del material pirotécnico, así como de sus condiciones de envasado y embalaje según la normativa aplicada en esta materia. También deberá asegurar el transporte, utilización y funcionamiento de aquellos productos que no dispongan de marcado CE (de uso exclusivo por las empresas de expertos), que deberán cumplir al menos unos requisitos de seguridad equivalentes a los de marcado CE. Deberán responder de la adecuación legal de los accesorios y comprobadores de línea de tiro a los requisitos legales que le sean de aplicación.

Cuando el material pirotécnico se encuentre en el lugar de celebración del espectáculo el personal de la empresa de expertos ha de prevenir su exposición a los agentes meteorológicos o aquellos factores que puedan perjudicar el material. También deberán estar protegido con el fin de evitar ciertas acciones que puedan afectar a la seguridad del espectáculo, no será necesario en espectáculos con una cantidad de materia reglamentada entre diez y 50 kilogramos.

6.1. Empresas de expertos

No podrán participar en ningún tipo de espectáculo pirotécnico aquellas empresas que no estén

debidamente autorizadas por la Administración competente, y que no dispongan del suministro autorizado desde empresa con licencia o autorización como taller de pirotecnia o importador/depósito comercial de productos pirotécnicos. Un aspecto importante el cual es verificado por las diferentes administraciones intervinientes en la autorización (Subdelegación del gobierno, IAE de la Guardia Civil), es la comprobación de la capacidad máxima de almacenamiento del punto de suministro, para evitar producciones que superen las cantidades máximas de almacenamiento autorizadas en los almacenes de productos terminados de los talleres o depósitos de suministro.

7. TIPOS DE ESPECTACULOS EN FUNCIÓN DEL NEC

Si bien la ITC-8 distingue los espectáculos pirotécnicos en tres tipos de espectáculos, en función de la cantidad de NEC (peso neto en materia explosiva) a disparar, la realidad nos indica que son cuatro los tipos de espectáculos, cada uno de ellos con tramitación diferente y diferentes organismos públicos con responsabilidad:

- Espectáculos con artificios pirotécnicos realizados por expertos o grupos de consumidores reconocidos como expertos (CRE), cuyo NEC (peso neto en materia explosiva) es inferior a diez kilogramos.
- Espectáculo tipo A. Espectáculos con artificios pirotécnicos realizados por expertos, cuyo NEC (peso neto en materia explosiva) sea superior a diez kilogramos e inferior o igual a 50 kilogramos.
- Espectáculo tipo B. Espectáculos con artificios pirotécnicos realizados por expertos cuyo

NEC (peso neto en materia explosiva) sea superior a 50 kilogramos e inferior o igual a 100 kilogramos.

- Espectáculo tipo C. Espectáculos con artificios pirotécnicos realizados por expertos cuyo NEC (peso neto en materia explosiva) sea superior a 100 kilogramos.

8.- SOLICITUDES DE AUTORIZACIÓN Y DOCUMENTACIÓN NECESARIA

Para la celebración de actos o espectáculos con artificios pirotécnicos, será necesario que la entidad organizadora promueva el correspondiente procedimiento administrativo, que se indica a continuación:

8.1. Espectáculos con artificios pirotécnicos realizados por expertos o grupos de consumidores reconocidos como expertos (CRE), cuyo NEC (peso neto en materia explosiva) es inferior a 10 kilogramos.

Con antelación de 15 días hábiles, la entidad organizadora deberá presentar ante el Ayuntamiento, la siguiente documentación:

- Instancia normalizada debidamente cumplimentada y firmada por el organizador y el legal representante de la empresa pirotécnica responsable del disparo.
- Si el lanzamiento del disparo se efectuase en espacios o vías públicas no municipales o privadas. Autorización del titular del suelo.
- Certificación de la compañía aseguradora o entidad financiera de la suscripción de la garantía

financiera que cubra la responsabilidad civil suscrita por la empresa de expertos que cubra la actividad de realización del espectáculo solicitado, y como mínimo, deberá cubrir un capital de 754.764 euros de responsabilidad civil.

- Identificación de la empresa de expertos que realice el espectáculo, cuyo nombre se hará constar en la autorización, incluyendo los siguientes datos:
 - a) Copia de la autorización del taller de preparación y montaje, o en su caso de fabricación.
 - b) Justificación de la capacidad de almacenamiento en el taller de preparación y montaje, cantidad que deberá ser superior a la que se va a disparar en cada espectáculo.
 - c) Relación de artículos pirotécnicos a disparar, detallando tipo, ángulo de lanzamiento previsto, número, y NEC por artículo, tanto para los artículos con marcado CE, como los de fabricación propia sin marcado CE, y el total del conjunto. Se admitirán variaciones en el momento del disparo, siempre que no supongan un aumento de la distancia de seguridad o afecten a otros aspectos de la seguridad del espectáculo.
 - d) Tiempo previsto para el disparo de cada sección o grupo homogéneo.
 - e) Identificación de los expertos y aprendices que intervendrán en el espectáculo, así como sus posibles suplentes, con copia de los carnés o certificados de aptitudes correspondientes, así como la identificación de la persona designada como encargado durante el desarrollo del espectáculo, o su posible suplente. En el caso de que sea posible determinar con antelación que expertos o aprendices interven-

drán en el espectáculo, se determinarán los certificados y carnes de todos los expertos y aprendices de la empresa, entre los cuales deberán estar los que realizarán el disparo.

- f) Documento laboral que justifique la situación de alta en la empresa, de los expertos y aprendices.
- g) Declaración responsable por parte del empresario titular de la empresa de expertos de cumplir los requisitos establecidos en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales y su normativa de desarrollo, para la actividad propia del disparo y en particular para el espectáculo previsto.
- g) Distancias de seguridad acompañadas del plano del emplazamiento en el que se señalen las distancias, debidamente firmado y sellado por la empresa pirotécnica encargada de realizar el disparo.

8.2. Espectáculo tipo A. Espectáculos con artificios pirotécnicos realizados por expertos, cuyo NEC (peso neto en materia explosiva) sea superior a 10 kilogramos e inferior o igual a 50 kilogramos

En la realización de espectáculos con artificios pirotécnicos realizados por expertos con NEC sea superior a 10 kilogramos e inferior o igual a 50 kilogramos, debe efectuarse notificación previa a la Delegación del Gobierno, la entidad organizadora del espectáculo se responsabilizará, desde el momento en que efectúa la notificación, de la disposición de los documentos relacionados en los subapartados b), e), f1), f2), f3), f4), f6), f7), f9), y g) del apartado 3 de la ITC-8.

La notificación-declaración responsable se ajustará al modelo establecido en el anexo I de la ITC-8, si bien en el procedimiento administrativo en sede electrónica de cada Subdelegación del Gobierno, se encuentra el modelo normalizado. La documentación por presentar será:

- Solicitud de autorización o notificación con declaración responsable, según el modelo normalizado .
- Si la zona de lanzamiento del espectáculo afectase a vías o espacios públicos o privados, documento acreditativo de la conformidad de la autoridad competente o propietaria del suelo en la localidad para el disparo de los artificios, en el que se especifique además el NEC. No será necesario este requisito cuando la Autoridad Competente o el propietario del suelo sea la entidad organizadora del espectáculo. En el caso que se desconozca a su legítimo propietario o éste no pueda ser localizado, será suficiente una declaración responsable de estos extremos suscrita por el propio organizador del evento. Este documento no deberá presentarse, al tramitarse el procedimiento mediante declaración responsable, con mención que se dispone. Deberá tenerse en cuenta, que si la administración solicitase de oficio o revisión del expediente y el promotor no lo pudiese aportar , podrá incurrir en las responsabilidades civiles y penales que correspondan.
- Certificación de compañía aseguradora o entidad financiera de la constitución de la correspondiente garantía para cubrir su responsabilidad civil suscrita por la entidad organizadora del espectáculo. Dicha póliza o certificado de garantía debe ser garantía de los daños que resulten de responsabilidad del or-

ganizador, de acuerdo con las tareas a su cargo definidas en la propia autorización. Como mínimo, deberá cubrir un capital de 500 € por kilogramo de materia reglamentada y al menos 188.722 €.

- Certificación de compañía aseguradora o entidad financiera de la suscripción de la garantía financiera que cubra la responsabilidad civil suscrita por la empresa de expertos, que cubra la actividad de realización del espectáculo solicitado, y que como mínimo, deberá cubrir un capital de 754.764 € de responsabilidad civil.
- Identificación de la empresa de expertos que realice el espectáculo, cuyo nombre se hará constar en la autorización, incluyendo los siguientes datos:
 1. Copia de la autorización del taller de preparación y montaje, o en su caso de fabricación.
 2. Justificación de la capacidad de almacenamiento en el taller de preparación y montaje, cantidad que deberá ser superior a la que se va a disparar en el espectáculo.
 3. Relación de artículos pirotécnicos a disparar, detallando tipo, ángulo de lanzamiento previsto, número, y NEC por artículo, tanto para los artículos con marcado CE, como los de fabricación propia sin marcado CE, y el total del conjunto. Se admitirán variaciones en el momento del disparo, siempre que no supongan un aumento de la distancia de seguridad o afecten a otros aspectos de la seguridad del espectáculo.
 4. Tiempo previsto para el disparo de cada sección o conjunto homogéneo.
 5. Secuencia del disparo por secciones y su secuencia de disparo, incluyendo su esquema en representación gráfica y simbólica.
 6. Identificación de los expertos y aprendices que intervendrán en el espectáculo, así como sus posibles suplentes, con copia de los carnés o certificados de aptitudes correspondientes, así como la identificación de la persona designada como encargado durante el desarrollo del espectáculo, o su posible suplente. En el caso de que sea imposible determinar con antelación que expertos o aprendices intervendrán en el espectáculo, se presentarán los certificados y carnés de todos los expertos y aprendices de la empresa, entre los cuales deberán estar los que realizarán el disparo.
 7. Documento laboral que justifique la situación de alta en la empresa, de los expertos y aprendices.
 8. Si procede, documento contractual entre empresas de expertos de cesión de personal cualificado para la realización del espectáculo. En el caso de subcontratas documento de aceptación del contratista de la empresa ejecutora del espectáculo.
 9. Declaración responsable por parte del empresario titular de la empresa de expertos de cumplir los requisitos establecidos en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, y su normativa de desarrollo, para la actividad propia del disparo y en particular para el espectáculo previsto.
 10. Ángulo de lanzamiento previsto en el caso de lanzamiento no vertical.

11. Peso neto del explosivo (masa explosiva) del conjunto de los artificios pirotécnicos a disparar.
 12. Tipo de artificios pirotécnicos a disparar con descripción sucinta de los mismos (cambios, tiempo, calibre, etc).
 13. Certificación emitida por la Administración competente en la que se acredite que la empresa pirotécnica está debidamente acreditada y en posesión de la licencia o autorización para la fabricación de explosivos o de taller de pirotecnia. En caso de empresas de Estados no miembros de la Unión Europea, se solicitará la acreditación de la normativa reguladora en el Estado de procedencia.
- Distancias de seguridad, acompañadas de un plano del emplazamiento en el que se señalen esas distancias.

8.3. Espectáculo tipo B. Espectáculos con artificios pirotécnicos realizados por expertos, cuyo NEC (peso neto en materia explosiva) sea superior a 50 kilogramos e inferior o igual a 100 kilogramos

- Solicitud de autorización o notificación con declaración responsable, según el modelo normalizado .
- Si la zona de lanzamiento del espectáculo afectase a vías o espacios públicos o privados, documento acreditativo de la conformidad de la Autoridad Competente o propietaria del suelo en la localidad para el disparo de los artificios, en el que se especifique además el NEC. No será necesario este requisito cuando la Autori-

dad Competente o el propietario del suelo sea la entidad organizadora del espectáculo. En el caso que se desconozca a su legítimo propietario o éste no pueda ser localizado, será suficiente una declaración responsable de estos extremos suscrita por el propio organizador del evento. Este documento no deberá presentarse, al tramitarse el procedimiento mediante declaración responsable, con mención que se dispone. Deberá tenerse en cuenta, que si la administración solicita se de oficio o revisión del expediente y el promotor no lo pudiese aportar , podrá incurrir en las responsabilidades civiles y penales que correspondan.

- Certificación de compañía aseguradora o entidad financiera de la constitución de la correspondiente garantía para cubrir su responsabilidad civil suscrita por la entidad organizadora del espectáculo. Dicha póliza o certificado de garantía debe ser garantía de los daños que resulten de responsabilidad del organizador, de acuerdo con las tareas a su cargo definidas en la propia autorización. Como mínimo, deberá cubrir un capital de 500 € por kilogramo de materia reglamentada y al menos 188.722 €.
- Certificación de compañía aseguradora o entidad financiera de la suscripción de la garantía financiera que cubra la responsabilidad civil suscrita por la empresa de expertos, que cubra la actividad de realización del espectáculo solicitado, y que como mínimo, deberá cubrir un capital de 754.764 € de responsabilidad civil.
- Plan de Seguridad, que deberá contemplar las medidas para evitar la posibilidad de accidentes que se deriven de la instalación. Deberá estar suscrito por Técnico universitario competente.

- Identificación de la empresa de expertos que realice el espectáculo, cuyo nombre se hará constar en la autorización, incluyendo los siguientes datos:
 1. Copia de la autorización del taller de preparación y montaje, o en su caso de fabricación.
 2. Justificación de la capacidad de almacenamiento en el taller de preparación y montaje, cantidad que deberá ser superior a la que se va a disparar en el espectáculo.
 3. Relación de artículos pirotécnicos a disparar, detallando tipo, ángulo de lanzamiento previsto, número, y NEC por artículo, tanto para los artículos con marcado CE, como los de fabricación propia sin marcado CE, y el total del conjunto. Se admitirán variaciones en el momento del disparo, siempre que no supongan un aumento de la distancia de seguridad o afecten a otros aspectos de la seguridad del espectáculo.
 4. Tiempo previsto para el disparo de cada sección o conjunto homogéneo.
 5. Secuencia del disparo por secciones y su secuencia de disparo, incluyendo su esquema en representación gráfica y simbólica.
 6. Identificación de los expertos y aprendices que intervendrán en el espectáculo, así como sus posibles suplentes, con copia de los carnés o certificados de aptitudes correspondientes, así como la identificación de la persona designada como encargado durante el desarrollo del espectáculo, o su posible suplente. En el caso de que sea imposible determinar con antelación que expertos o aprendices intervendrán en el espectáculo, se presentarán los certificados y carnés de todos los expertos y aprendices de la empresa, entre los cuales deberán estar los que realizarán el disparo.
 7. Documento laboral que justifique la situación de alta en la empresa, de los expertos y aprendices.
 8. Si procede, documento contractual entre empresas de expertos de cesión de personal cualificado para la realización del espectáculo. En el caso de subcontratas documento de aceptación del contratista de la empresa ejecutora del espectáculo.
 9. Declaración responsable por parte del empresario titular de la empresa de expertos de cumplir los requisitos establecidos en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, y su normativa de desarrollo, para la actividad propia del disparo y en particular para el espectáculo previsto.
 10. Ángulo de lanzamiento previsto en el caso de lanzamiento no vertical.
 11. Peso neto del explosivo (masa explosiva) del conjunto de los artificios pirotécnicos a disparar.
 12. Tipo de artificios pirotécnicos a disparar con descripción sucinta de los mismos (cambios, tiempo, calibre, etc.).
 13. Certificación emitida por la Administración competente en la que se acredite que la empresa pirotécnica está debidamente acreditada y en posesión de la licencia o autorización para la fabricación de explo-

sivos o de taller de pirotecnia. En caso de empresas de Estados no miembros de la Unión Europea, se solicitará la acreditación de la normativa reguladora en el Estado de procedencia.

- Distancias de seguridad, acompañadas de un plano del emplazamiento en el que se señalen esas distancias.

8.4.- Espectáculo tipo C. Espectáculos con artificios pirotécnicos realizados por expertos, cuyo NEC (peso neto en materia explosiva) sea superior a 100 kilogramos

- Solicitud de autorización o notificación con declaración responsable, según el modelo normalizado.
 - Si la zona de lanzamiento del espectáculo afectase a vías o espacios públicos o privados, documento acreditativo de la conformidad de la Autoridad Competente o propietaria del suelo en la localidad para el disparo de los artificios, en el que se especifique además el NEC. No será necesario este requisito cuando la Autoridad Competente o el propietario del suelo sea la entidad organizadora del espectáculo. En el caso que se desconozca a su legítimo propietario o éste no pueda ser localizado, será suficiente una declaración responsable de estos extremos suscrita por el propio organizador del evento. Este documento no deberá presentarse, al tramitarse el procedimiento mediante declaración responsable, con mención que se dispone. Deberá tenerse en cuenta, que si la administración solicita se de oficio o revisión del expediente y el promotor no lo pudiese aportar
- , podrá incurrir en las responsabilidades civiles y penales que correspondan.
- Certificación de compañía aseguradora o entidad financiera de la constitución de la correspondiente garantía para cubrir su responsabilidad civil suscrita por la entidad organizadora del espectáculo. Dicha póliza o certificado de garantía debe ser garantía de los daños que resulten de responsabilidad del organizador, de acuerdo con las tareas a su cargo definidas en la propia autorización. Como mínimo, deberá cubrir un capital de 500 € por kilogramo de materia reglamentada y al menos 188.722 €.
 - Certificación de compañía aseguradora o entidad financiera de la suscripción de la garantía financiera que cubra la responsabilidad civil suscrita por la empresa de expertos, que cubra la actividad de realización del espectáculo solicitado, y que como mínimo, deberá cubrir un capital de 754.764 € de responsabilidad civil.
 - Plan de Emergencia las medidas encaminadas a evitar los diferentes riesgos que puedan plantearse por los disparos de fuegos de artificio, antes, durante y después del espectáculo, teniendo en cuenta tanto los materiales a disparar como la ubicación de los mismo y el público asistente. Deberá estar suscrito por Técnico universitario competente.
 - Identificación de la empresa de expertos que realice el espectáculo, cuyo nombre se hará constar en la autorización, incluyendo los siguientes datos:
 1. Copia de la autorización del taller de preparación y montaje, o en su caso de fabricación.

2. Justificación de la capacidad de almacenamiento en el taller de preparación y montaje, cantidad que deberá ser superior a la que se va a disparar en el espectáculo.
 3. Relación de artículos pirotécnicos a disparar, detallando tipo, ángulo de lanzamiento previsto, número, y NEC por artículo, tanto para los artículos con marcado CE, como los de fabricación propia sin marcado CE, y el total del conjunto. Se admitirán variaciones en el momento del disparo, siempre que no supongan un aumento de la distancia de seguridad o afecten a otros aspectos de la seguridad del espectáculo.
 4. Tiempo previsto para el disparo de cada sección o conjunto homogéneo.
 5. Secuencia del disparo por secciones y su secuencia de disparo, incluyendo su esquema en representación gráfica y simbólica.
 6. Identificación de los expertos y aprendices que intervendrán en el espectáculo, así como sus posibles suplentes, con copia de los carnés o certificados de aptitudes correspondientes, así como la identificación de la persona designada como encargado durante el desarrollo del espectáculo, o su posible suplente. En el caso de que sea imposible determinar con antelación que expertos o aprendices intervendrán en el espectáculo, se presentarán los certificados y carnés de todos los expertos y aprendices de la empresa, entre los cuales deberán estar los que realizarán el disparo.
 7. Documento laboral que justifique la situación de alta en la empresa, de los expertos y aprendices.
 8. Si procede, documento contractual entre empresas de expertos de cesión de personal cualificado para la realización del espectáculo. En el caso de subcontratas documento de aceptación del contratista de la empresa ejecutora del espectáculo.
 9. Declaración responsable por parte del empresario titular de la empresa de expertos de cumplir los requisitos establecidos en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, y su normativa de desarrollo, para la actividad propia del disparo y en particular para el espectáculo previsto.
 10. Ángulo de lanzamiento previsto en el caso de lanzamiento no vertical.
 11. Peso neto del explosivo (masa explosiva) del conjunto de los artificios pirotécnicos a disparar.
 12. Tipo de artificios pirotécnicos a disparar con descripción sucinta de los mismos (cambios, tiempo, calibre, etc.).
 13. Certificación emitida por la Administración competente en la que se acredite que la empresa pirotécnica está debidamente acreditada y en posesión de la licencia o autorización para la fabricación de explosivos o de taller de pirotecnia. En caso de empresas de Estados no miembros de la Unión Europea, se solicitará la acreditación de la normativa reguladora en el Estado de procedencia.
- Distancias de seguridad, acompañadas de un plano del emplazamiento en el que se señalen esas distancias. Realizado por personal técnico competente, propio o ajeno, en dicha

materia a la Delegación de Gobierno correspondiente, que comprender.

g) Documentación gráfica del espectáculo y su entorno.

9. PLAN DE SEGURIDAD Y EMERGENCIA

La entidad organizadora del espectáculo presentará en el caso de espectáculos realizados por expertos en los que se utilicen más de 50 kilogramos de materia reglamentada, el correspondiente plan de seguridad y/o emergencia.

9.1. Plan de seguridad

El Plan de Seguridad ha de confeccionarse para el desarrollo de los espectáculos tipo B. Ha de concebirse como un documento técnico y de análisis del entorno en el cual va a desarrollarse el espectáculo. El plan debe describir y analizar las medidas relacionadas con la prevención de los posibles accidentes, y que incluirá como mínimo la siguiente información:

- a) Protección prevista para la zona de lanzamiento hasta la hora de comienzo del espectáculo.
- b) Protección prevista para la zona de seguridad durante el desarrollo del espectáculo.
- c) Declaración en su caso, de la no existencia de construcciones protegidas.
- d) Equipo humano y material necesario y previsto a los efectos de protección y cumplimiento de las medidas de seguridad establecidas.
- e) Situación exacta de la zona de lanzamiento y su área circundante en un radio de 500 metros.
- f) Delimitación de la zona de seguridad y los espacios donde se prevea la presencia del público, así como representación del radio de seguridad y su medida en metros.

9.2. Plan de emergencia

En espectáculos tipo C, además del Plan de Seguridad, la entidad organizadora presentará, en el caso de espectáculos realizados por expertos en los que se utilicen más de 100 kilogramos de materia reglamentada, **un plan de emergencia elaborado por técnico competente**, conforme a los siguientes contenidos mínimos:

- a) Análisis de los posibles casos de emergencia y medidas de prevención y protección previstas para ello, incluyendo los medios humanos y materiales en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de personas. En este sentido, será obligatorio disponer de al menos:
 - Una ambulancia dotada del personal y equipamiento adecuado en relación con la distancia al centro sanitario más próximo.
 - Un servicio contra incendios cuya dotación y equipamiento sea el adecuado al espectáculo a celebrar.
- b) Directorio de los servicios de atención de emergencias y protección civil que deban ser alertados en caso de producirse una emergencia.
- c) Recomendaciones que deban ser expuestas al público y su ubicación, así como formas de transmisión de la alarma una vez producida.
- d) Plano descriptivo de los terrenos donde se prevea la celebración del espectáculo, indicando lo siguiente:

- Ubicación y accesos de los medios de socorro y asistencia en caso de accidentes.
- Situación de los edificios, carreteras y otras líneas de comunicación, así como la de otros elementos relevantes a efectos de seguridad y evacuación.
- Dirección del lanzamiento respecto a la zona destinada a los espectadores en caso de lanzamiento no vertical.

En referencia al Técnico Competente, se quiere indicar, que la materia sobre la que versan los proyectos de talleres y depósitos de pirotecnia, así como el diseño y dirección de espectáculos de pirotecnia está íntimamente ligada con los explosivos. Máxime si se tiene en cuenta que, a diferencia de la regulación anterior (Reglamento Explosivos 1998) el RD 989/2015 de artificios pirotécnicos, ya no se considera que la materia pirotécnica está excluida dentro del Reglamento de Explosivos, y la pólvora negra está expresamente establecido que se rige por dicho Reglamento. De ahí que se deba concluir que cuando se alude al técnico competente, la norma se está remitiendo a un técnico competente en explosivos, es decir, que se encuentra formado en materia de explosivos, porque únicamente los titulados universitarios en cuyos estudios se encuentra incluido de forma reglada esta materia, que pueden garantizar que disponen de conocimientos suficientes que permitan abordar con solvencia una documentación técnica que es especialmente sensible desde el punto de vista de la seguridad e integridad física de las personas. Pues bien, en el sistema universitario español, los únicos titulados que se forman en materia de explosivos son los ingenieros/Master de Minas. De la misma manera parece lógico pensar que los técnicos habilitados para realizar

este tipo de planes de seguridad y emergencia, deben tener unos sólidos conocimientos sobre los materiales peligrosos que son el origen de ésta posible emergencia y su correspondiente planificación, que no es otra que los productos pirotécnicos, y como queda demostrado, éstos únicamente son los titulados universitarios en minas.

El Plan de emergencia, independientemente de lo indicado en la ITC, también deberá seguir lo indicado en el RD 393/2007, de 23 de marzo, por el que se aprueba la Norma Básica de Autoprotección de los centros, establecimientos y dependencias dedicados a actividades que puedan dar origen a situaciones de emergencia, en el caso que se prevea un número de asistentes previsto igual o superior a 20.000 persona. En su art 4, Elaboración de los Planes de Autoprotección, se indica que la elaboración de los planes de autoprotección previstos en la Norma Básica de Autoprotección se sujetará a las siguientes condiciones:

- a) Su elaboración, implantación, mantenimiento y revisión es responsabilidad del titular de la actividad, de decir en los espectáculos pirotécnicos, lo deberá realizar la entidad organizadora.
- b) El Plan de Autoprotección deberá ser elaborado por un técnico competente capacitado para dictaminar sobre aquellos aspectos relacionados con la autoprotección frente a los riesgos a los que esté sujeta la actividad.

9.3. Supervisión y puesta en práctica de los planes de seguridad y emergencia

Condicionantes de carácter general

- Las responsabilidades derivadas de la celebra-

ción de un espectáculo corresponderán a la entidad organizadora en todo aquello que la ITC 08 no establezca como responsabilidad exclusiva de la empresa de expertos.

- Se designará un Encargado de la Empresa de Expertos y otro de la Entidad Organizadora. El Encargado de la Empresa Organizadora velará por el cumplimiento, vigilancia y control de los contenidos en el plan de seguridad y el plan de emergencia, así como las medidas establecidas en la ITC 08 y en la autorización del espectáculo. El Encargado de la entidad organizadora comprobará inmediatamente antes del espectáculo visualmente la adecuación del plan de seguridad y de emergencia previstos. Dicho personal deberá llevar algún distintivo de identificación visible.
- A la persona designada por la entidad organizadora como encargada del espectáculo le corresponderá velar por el cumplimiento, vigilancia y control de los contenidos del plan de seguridad y del plan de emergencia, así como de las medidas de seguridad establecidas en la presente instrucción técnica complementaria y en la autorización del espectáculo, que correspondan a dicha entidad. Entre ellas se encuentra verificar:
 - Existencia de elementos delimitadores del área de montaje, que impidan el acceso a personal no autorizado.
 - Verificar la adecuación de las distancias de seguridad, en relación con los artificios a utilizar.
 - Hay que asegurar que la zona de montaje se encuentra libre de obstáculos y vehículos.
 - En el caso de existir edificios con ocupación sensible (centros educativos, de salud, etc),

se encuentren cerrados o sin ocupación.

- Detectar situaciones o actividades que pueden alterar las condiciones de seguridad del espectáculo. Atendiendo a esta circunstancia, deberá ponerlo en conocimiento de las autoridades competentes.
- Previamente al montaje del espectáculo, los expertos deberán inspeccionar los artificios pirotécnicos desechando, en su caso, aquellos que presenten defectos que pudieran afectar a seguridad del espectáculo.

Condiciones de carácter específico

- Al comienzo de la operación de montaje, la entidad organizadora situará en la zona de lanzamiento un equipo básico de extinción de incendios que permanecerá en la zona de lanzamiento hasta la retirada del espectáculo. Dependiendo del tipo de espectáculo a desarrollar, los medios destinados a la extinción de incendios se pueden ver incrementados en función de criterios de seguridad de los diferentes departamentos de protección civil y bomberos de los diferentes municipios.
- Inmediatamente antes de iniciarse el espectáculo, el personal de la entidad organizadora comprobará visualmente la adecuación del plan de seguridad y de emergencia previstos, así como la correcta situación de los espectadores.
- Para espectáculos tipo C, debe asegurarse la presencia de al menos un vigilante de seguridad, especialidad de explosivos, que garantice la seguridad del entorno del montaje del espectáculo, desde el punto de vista de la seguridad ciudadana. En el resto de los espectáculos, la Intervención de Armas y Explosivos de la zona en la zona de responsabi-

lidad, y atendiendo a criterios de seguridad ciudadana, pueden imponer la necesidad de que se contraten los servicios de empresa de seguridad privada. La necesidad de los servicios de seguridad privada se recoge en el RD 989/2015, en artículo 4.11, estableciendo a tal efecto lo siguiente: *“categoría en la que se engloban los talleres de fabricación de artículos pirotécnicos, como talleres de reparación y montaje de espectáculos realizados por expertos en artificios pirotécnicos”*. Por su parte, la Ley 5/2014 de Seguridad Privada, en relación con la protección de este especial material reglamentado, establece una actividad específica para su vigilancia y protección, descrita en el artículo 5.1.d), y que textualmente se corresponde con la siguiente: *“El depósito y custodia de explosivos, armas, cartuchería metálica, sustancias, materias, mercancías y cualesquiera objetos que por su peligrosidad precisen de vigilancia y protección especial”*.

10. MEDIDAS DE SEGURIDAD DURANTE EL MONTAJE DE LOS ESPECTÁCULOS

- Antes del montaje los expertos tienen que inspeccionar todos los artículos pirotécnicos desechando aquellos que presenten defectos que puedan afectar a la seguridad del espectáculo.
- La iluminación para el desembalaje y montaje de los artículos será preferiblemente la solar, en caso de ser necesaria la iluminación artificial quedan prohibidos los sistemas de iluminación con llama desnuda. Generalmente se utilizarán alumbrado público o torres de iluminación mediante generadores de combustión interna, instalados a distancia de seguridad y vallado.
- Para el montaje se han de seguir todas las indicaciones de seguridad establecidas por los fabricantes de los productos utilizados.
- Los iniciadores que no vengán incorporados a los artículos deberán estar almacenados y alejados del resto de productos durante el montaje del espectáculo, aunque el principio de precaución nos recomienda no realizar premontaje en taller, es decir, realizar la conexión artefacto pirotécnico-inflamador-caja conexión, por haber producido algunos desgraciados accidentes. También se protegerán de roces y choques entre ellos y contra otros elementos.
- Durante la manipulación y montaje deberá evitarse la cercanía a las fuentes de calor, tampoco estará permitido fumar ni llevar cerillas o mecheros. También está prohibido el uso de cualquier dispositivo que pueda producir arcos o chispas.
- Si se utilizan disparos eléctricos, en las operaciones de montaje los encargados del montaje no podrán llevar aparatos de comunicación mediante radiación electromagnética. Verificar que estos elementos se encuentren homologados y realizar el mantenimiento preventivo adecuado.
- El montaje siempre será ejecutado por expertos y aprendices bajo la exclusiva responsabilidad de los primeros.
- Los morteros y cañones se colocarán en la zona de lanzamiento prevista y de forma que los artificios pirotécnicos resulten propulsados en dirección vertical o en una dirección opuesta a la de la situación de los espectadores. En caso de que el espectáculo esté situado en bahías, puertos, parajes o zonas a distinta

cota, etc., y se tengan que situar en ángulo hacia los espectadores, la zona de seguridad deberá dejar a los espectadores fuera de toda posibilidad de riesgo.

- La boca de los morteros y aquellos morteros dispuestos en batería cargados quedarán señalizados por una cubierta de película de plástico, de aluminio o una cinta adhesiva cruzada, lo que permitirá conocer el estado de los morteros y evidenciará fallo en el disparo si al acabar el disparo la señalización está intacta. Esta cubierta de material de cierre, permite también proteger a las carcasas y morteros, de la humedad, lluvia, etc.

11. PROHIBICIÓN, SUSPENSIÓN E INTERRUPCIÓN DE LOS ESPECTÁCULOS

El Delegado del Gobierno en la Comunidad Autónoma o en quién él delegue, podrá prohibir la celebración de espectáculos con artificios pirotécnicos cuando se incumplan los requisitos establecidos. Las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad presentes en el espectáculo podrán interrumpir temporal o definitivamente su celebración, o parte de ella, cuando se produzca alguno de estos hechos:

- Cuando no se cuente con la autorización preceptiva.
- Cuando las condiciones de seguridad y emergencia establecidas en la autorización del espectáculo no se cumplan, de forma que afecten a la seguridad de las personas. Falta de delimitación, señalización, presencia personal de vigilancia y seguridad privada, no presencia de los medios de seguridad y emergencia (servicios sanitarios, bomberos, etc) indicados en los di-

ferentes planes presentados y autorizados.

- Cuando se produzca acceso del público a la zona de seguridad o a la zona de lanzamiento, durante la fase de montaje o disparo.
- Cuando los expertos y aprendices designados para el lanzamiento no dispongan del carné correspondiente.
- Cuando se den otras circunstancias, no previstas, debidamente justificadas que impliquen cierto peligro para las personas o bienes. En esta categoría, se puede incluir:
 - Cuando la carta de porte y materia reglamentada presente en la zona de montaje no se corresponde con la cantidad autorizada.
 - Por existencia de inclemencias meteorológicas adversas, exceso de viento, probabilidad de tormenta eléctrica.

El encargado podrá interrumpir temporal o definitivamente el inicio o el desarrollo del espectáculo por razones meteorológicas o técnicas que impliquen cualquier riesgo para las personas o bienes. Los motivos por los cuales es interrumpido el espectáculo deberán ser comunicados de forma inmediata a la Delegación de Gobierno.

12. ACTUACIONES POSTERIORES

- Finalizado el espectáculo y pasados 15 minutos, el personal de la Empresa Pirotécnica deberá inspeccionar el área de proyección de los artificios pirotécnicos y recoger todo el material pirotécnico susceptible de arder, deflagrar o detonar, que pudiera haber quedado en la zona de fuego o en la zona de proyección de los lanzamientos por defecto en el propio lanzamiento o por otras causas. En muchos es-



Imagen 21. Plano de cumplimiento de distancias a edificaciones, viales, etc de espectáculo con NEC< 10 kg.

pectáculos, están acompañados de personal de bomberos, policía local, etc.

- Realizada dicha tarea podrá procederse a la apertura de la zona, aunque deberán permanecer cerradas aquellas que, por deficiencia de la iluminación o por dificultad de acceso no se haya podido inspeccionar o rastrear tras el acto y, hasta que pueda hacerse las comprobaciones oportunas.
- También se podrá mantener la vigilancia suficiente a efectos de evitar daños o lesiones hasta que la zona de seguridad y lanzamiento no se encuentre completamente limpia de restos que puedan suponer un riesgo.
- Asimismo, la entidad organizadora deberá comprobar el resto del área exterior a efectos de evitar fuegos posteriores o cualquier otra circunstancia que derive en daños o lesiones.
- En caso de accidente o incidente que implique la intervención de los servicios de urgencia, ya sea por lesiones a las personas como por daños a bienes por incendio o efectos mecánicos, se comunicará, en un plazo máximo

| Código | Artificio | Altura (m) | Diámetro (cm) | Velocidad (m/s) | Fecha | Artículo | Artículo | Artículo |
|-----------------|------------------------------------|------------|---------------|-----------------|------------|----------|----------|----------|
| 01 | Artificio de tipo "BOMBA" de 100g | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 2007-10-20 | 10 | 10 | 10 |
| 02 | Artificio de tipo "BOMBA" de 200g | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2007-10-20 | 20 | 20 | 20 |
| 03 | Artificio de tipo "BOMBA" de 300g | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 2007-10-20 | 30 | 30 | 30 |
| 04 | Artificio de tipo "BOMBA" de 400g | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 2007-10-20 | 40 | 40 | 40 |
| 05 | Artificio de tipo "BOMBA" de 500g | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 2007-10-20 | 50 | 50 | 50 |
| 06 | Artificio de tipo "BOMBA" de 600g | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 2007-10-20 | 60 | 60 | 60 |
| 07 | Artificio de tipo "BOMBA" de 700g | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 2007-10-20 | 70 | 70 | 70 |
| 08 | Artificio de tipo "BOMBA" de 800g | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 2007-10-20 | 80 | 80 | 80 |
| 09 | Artificio de tipo "BOMBA" de 900g | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 2007-10-20 | 90 | 90 | 90 |
| 10 | Artificio de tipo "BOMBA" de 1000g | 10.00 | 10.00 | 10.00 | 2007-10-20 | 100 | 100 | 100 |
| Puntos Totales: | | 7.500 | 7.500 | 7.500 | | | | |

Imagen 22. Documento resumen de artificios a utilizar en espectáculo NEC<10 kg.

de 24 horas, a la Delegación de Gobierno correspondiente y de manera inmediata al teléfono de emergencias 112.

- En el caso de anomalías graves en el funcionamiento de los artificios pirotécnicos se comunicará a la Dirección General de Política Energética y Minas del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, en un plazo de 5 días hábiles, el número de artificios afectados, el tipo, el nombre del fabricante y el nombre del comercializador.

13. EJEMPLOS

Espectáculo NEC<10 kg. No se requiere Memoria técnica, ni Plan de Seguridad ni Emergencia

Imagen 21.

Ejemplo de Plan de Seguridad de Espectáculo 50< NEC < 100 kg

Imagen 22.



ORGANIZACIÓN Y DESARROLLO DE ESPECTÁCULOS PIROTÉCNICOS

Ejemplo de Plan de Seguridad de espectáculo 50<NEC<100 kg

1. Introducción

2. Contenido del plan de seguridad

2.1 Identificación yrotección prevista para la zona de lanzamiento hasta la hora de comienzo del espectáculo, de acuerdo con lo establecido para ello en la Instrucción Técnica Complementaria número 8

- Zona de lanzamiento
- Zona de seguridad
- Despeje de vehículos y corte del tráfico
- Responsabilidades y comprobaciones a realizar por la empresa de expertos
- Respecto al plan de seguridad y emergencia
- Respecto a los horarios de montaje
- Respecto a los vehículos de transporte de artificios
- Respecto a los artificios
- Respecto al montaje de los artificios
- Respecto a las distancias de seguridad
- Elementos de lucha contra incendios

2.2 Protección prevista para la zona de seguridad durante el desarrollo del espectáculo, de acuerdo con lo establecido para ello en la Instrucción Técnica Complementaria número 8

3. Declaración en su caso, de la no existencia de construcciones a que hace referencia el punto 4.13 de la Instrucción Técnica Complementaria número 8

4. Equipo humano y material necesario y previsto a los efectos de protección y cumplimiento de las medidas de seguridad establecidas para la zona de lanzamiento y de seguridad

1. INTRODUCCIÓN

El Ingeniero de Minas que utilice este documento deberá poner los datos de la localidad, fechas y demás datos del espectáculo:

El Ayuntamiento de xxxx, como viene siendo tradición desde hace tiempos inmemoriales, inicia sus fiestas patronales del Cristo, con el desarrollo de un espectáculo pirotécnico (castillo de fuegos). Este acto está previsto para el día xxx a las xxx, en la calle xxx de la localidad de xxx.

De acuerdo al cumplimiento del apartado 5 de la ITC-8, de Reglamento de Artículos Pirotécnicos y Cartuchería (Real Decreto 989/2015, de 30 de octubre), al estar prevista la utilización de una NEC de

$$50 \text{ kg} < 96,780 \text{ kg} < 100 \text{ kg}$$

El espectáculo se celebrará atendiendo a los siguientes parámetros:

- El diámetro máximo de los artificios es de 100 milímetros.
- La zona de lanzamiento se considera un sector único, con los artificios de calibre máximo, en el supuesto más desfavorable y siempre del lado de la seguridad, situados en el perímetro que define dicho sector.

Puesto que la entidad organizadora, pretende encargar un espectáculo pirotécnico a una empresa de expertos en el que se prevé utilizar más de 50 kilogramos de NEC, en concreto 96,780 kg, es preceptiva la redacción de un Plan de Seguridad, el cual deberá ser redactado por Titulado Universitario Competente, y presentado

ante la Sub-Delegación de Gobierno en Castellón. El presente Plan de Seguridad contiene las medidas relacionadas con la prevención de los posibles accidentes, y que incluirá como mínimo la siguiente información:

- a) Protección prevista para la zona de lanzamiento hasta la hora de comienzo del espectáculo.
- b) Protección prevista para la zona de seguridad durante el desarrollo del espectáculo.
- c) Declaración en su caso, de la no existencia de construcciones protegidas.
- d) Equipo humano y material necesario y previsto a los efectos de protección y cumplimiento de las medidas de seguridad establecidas.
- e) Situación exacta de la zona de lanzamiento y su área circundante en un radio de 500 metros.
- f) Delimitación de la zona de seguridad y los espacios donde se prevea la presencia del público, así como representación del radio de seguridad y su medida en metros.

2. CONTENIDO DEL PLAN DE SEGURIDAD

2.1. Identificación y protección prevista para la zona de lanzamiento hasta la hora de comienzo del espectáculo, de acuerdo a lo establecido para ello en la Instrucción Técnica Complementaria número 8

A los efectos correspondientes la dirección del plan del Plan de Seguridad y del Plan de Actuación ante Emergencias (que se adjunta) y la organización de los espectáculos será función del alcalde presidente o persona en quien éste delegue (Concejal Delegado de Fiestas).

La zona de lanzamiento se localiza en la calle xxx de la localidad de xxx, quedando integradas en la zona de seguridad las calles colindantes xxx y xxx (datos que el Ingeniero de Minas que utilice la plantilla deberá indicar según los datos del espectáculo). La superficie a utilizar en el evento, se encuentra rodeada de edificaciones y espacios públicos, sin la existencia de edificios sensibles (estaciones de servicio, centros de salud, colegios en jornada lectiva, centrales de policía y bomberos, etcétera).

La zona de lanzamiento, se encontrará delimitada y protegida por un vallado temporal, materializado por valla trasladable. A lo largo del vallado de la zona de lanzamiento se dispondrán carteles informativos del riesgo por materiales pirotécnicos y explosivos, prohibiendo el paso, separados entre sí una distancia no superior a tres metros, respecto al vallado de la zona de lanzamiento, con el fin de evitar sustracciones o actos imprudentes. El vallado temporal materializado con valla trasladable de 3,50 x 2,00 metros, formada por panel de malla electrosoldada de 200 x 100 milímetros de paso de malla y postes verticales de 40 milímetros de diámetro, acabado galvanizado, colocados sobre bases prefabricadas de hormigón, o similar, según la figura, que debe ser provisto por el Ayuntamiento de xxx, según sus procedimientos habituales.

Se avisará a las viviendas cercanas a la zona de fuegos de los horarios de los disparos, solicitándoles que eviten tener ropa tendida u otros objetos inflamables en los patios interiores y balcones, para su mayor seguridad, así mismo se les recomendará mantener los cristales entreabiertos y las persianas bajadas.

Se impedirá que en las viviendas cercanas a la zona del espectáculo, sus propietarios se encuen-

tren visualizándolo en terrazas, ventanas y azoteas. Mediante bandos, publicaciones en redes sociales y medios de comunicación, se emitirán y divulgarán las recomendaciones de seguridad, tanto para vecinos como para espectadores.

Se dispondrá de un servicio de vigilancia privada por parte de la entidad organizadora del espectáculo, que velará por el cumplimiento de las siguientes condiciones en la zona de lanzamiento:

- La zona de lanzamiento deberá estar permanentemente protegida y/o delimitada mediante acordonamiento, vallado o sistema similar.
- Una vez exista materia reglamentada en la zona sólo podrán acceder a la zona de lanzamiento los expertos y aprendices y, en su caso, aquellas personas adscritas a la entidad organizadora o a la autoridad competente en la autorización del espectáculo o con funciones de inspección de éste (Intervención de Armas y Explosivos de la Guardia Civil, etc).
- No se permitirá la presencia de persona alguna dentro de la zona de lanzamiento, que se encuentre bajo los efectos del alcohol o drogas (a juicio de las personas responsables) que pudieran afectar su juicio, movimientos o estabilidad de forma negativa para la seguridad exigible en esta zona.

Zona de lanzamiento

La entidad organizadora realizará en las fechas inmediatamente anteriores a la celebración del disparo las labores de acondicionamiento de la zona de colocación de artificios pirotécnicos que garanticen las características reglamentadas, un suelo con la suficiente consistencia, sin elementos fácilmente combustibles o susceptibles de

proyectarse y llano. La zona de colocación y lanzamiento de artificios pirotécnicos deberá reunir las siguientes características:

- El suelo deberá tener suficiente consistencia y no presentar elementos fácilmente combustibles o susceptibles de proyectarse. Asimismo, deberá ser llano y horizontal o permitir una base de soporte con estas características para los dispositivos de lanzamiento.
- La ubicación de morteros y artificios a disparar, se realizará de forma que se impida que la trayectoria de los artificios coincida con cualquier objeto elevado, obstrucción u obstáculo que pueda afectar a la seguridad de lanzamiento.

Zona de seguridad

Para el espectáculo se establecerá una zona de seguridad al público y una zona de seguridad a las edificaciones. La zona de seguridad al público estará cerrada o acotada mediante vallas y cinta de balizar y estará suficientemente vigilada por los servicios públicos y/o privados de seguridad y/o protección civil, bajo la responsabilidad de la entidad organizadora. La zona de seguridad, poseerá las siguientes características:

- El perímetro de la zona de seguridad vendrá determinado por las distancias de seguridad, las cuales se han calculado de acuerdo con las tablas de la ITC8, sin haberse considerado la reducción de estas distancias mínimas por parte de la entidad organizadora. De hecho, para quedar del lado de la seguridad, dichas distancias se han calculado considerando que el artificio de máximo calibre se encuentra en el perímetro de las zonas habilitadas para la

ubicación de los mismos, circunstancia que no se dará en la realidad con lo que, a efectos prácticos, las distancias de seguridad serán siempre mayores que las calculadas teóricamente y materializadas físicamente sobre el terreno.

- La definición de la zona de seguridad del espectáculo al que hace referencia este documento se establece en la ficha técnica del mismo y se grafía en los planos correspondientes.
- Se destaca que en la zona de seguridad del público (anillo rayado del esquema del anexo III de la ITC-8) no existen hospitales, clínicas, residencias de tercera edad, centros policiales, centros de emergencias, ni ninguna otra edificación, estructura o vías de comunicación que por su especial sensibilidad al riesgo sean susceptibles de accidentes que afecten a la seguridad de la población, según lo establecido en el punto 4.13 de dicha ITC.
- Entre la zona de seguridad de edificios y la zona de seguridad del público no existen edificios habitados distintos a los señalados en el punto 4.13 de la ITC-8.
- La zona de seguridad se encuentra a la misma cota que la zona de lanzamiento, por lo que no es necesario tomar ninguna medida adicional a fin de conseguir la mejor protección de los espectadores.
- La entidad organizadora ha determinado el emplazamiento y la delimitación de las zonas de seguridad de acuerdo con lo establecido en la ITC-8 y se han grafado en los planos correspondientes.
- En función de la arquitectura urbana y trazado de viales y aceras, para facilitar el trabajo de los servicios que deben controlar la zona de seguridad, el perímetro de balizamiento, a partir del cual se ubica el público, se materializará del

modo más conveniente en cada zona, a una distancia igual o superior a la de seguridad, como se recoge en el plano correspondiente, aumentando además así la seguridad del espectáculo.

- El montaje de la zona de seguridad comenzará (como mínimo) dos horas antes de la hora del disparo y estará totalmente cerrada 30 minutos antes del mismo para vehículos y 20 minutos antes para el público, salvo que en la reunión previa del Dispositivo Preventivo se determine otra cosa, prevaleciendo siempre el criterio de seguridad y protección del público.
- La zona de seguridad quedará vigilada por agentes de la Policía Local, voluntarios de Protección Civil del Consorcio Provincial de Bomberos de Castellón y miembros de la empresa de seguridad privada contratada por la entidad organizadora, bajo la coordinación del responsable del evento.

Las distancias de seguridad a aplicar en el espectáculo en estudio, en virtud del diámetro de los morteros de lanzamientos, serán:

- Distancias de seguridad a las personas, con carácter general: 60/45 m.
- Distancia de seguridad a las edificaciones: 35/25 m.

Despeje de vehículos y corte del tráfico

- Se prohibirá el estacionamiento de vehículos notificándose con 48 horas de antelación mediante la colocación de las señales precisas, y verificándose durante la mañana anterior al espectáculo mediante rondas de Policía Local de xxx, siguiendo su procedimiento habitual, estando en todo caso a lo que indique dicho

cuerpo de seguridad. en los tramos afectados por la zona de protección de las calles xxx y xxx (datos que deberá indicar el Ingeniero de Minas que redacte el documento).

- La zona de lanzamiento estará despejada de vehículos antes de que empiece la descarga de artificios pirotécnicos.

Responsabilidades y comprobaciones a realizar por la empresa de expertos XXX FOC SL. (nombre ficticio)

- Respecto al Plan de Seguridad y Emergencia. El presente Plan de Seguridad y el correspondiente Plan de Actuación Ante Emergencias será facilitado a la empresa de expertos y ésta deberá ser conocedora de todos sus puntos y procedimientos.
- Respecto a los horarios de montaje.
 - La empresa de expertos, indicará la hora aproximada de inicio del montaje del espectáculo con 24 horas de antelación, informando de cualquier cambio que pueda darse sobre lo informado inicialmente.
 - La empresa de expertos comunicará al responsable de seguridad de la entidad Organizadora la estimación de la hora de finalización del montaje con, al menos, 30 minutos de antelación.
- Respecto a los vehículos de transporte de artificios.
 - Los vehículos que transportan artificios de pirotecnia destinados a espectáculos, desde su llegada al lugar de destino hasta el montaje del espectáculo, serán considerados como depósito especial siempre que su llegada al lugar de destino se produzca con la

- antelación establecida en la legislación vigente respecto a la hora prevista para el inicio del espectáculo.
- En su caso, tales depósitos especiales deberán ser previamente comunicados a la Intervención de Armas y Explosivos de la Guardia Civil de xxx (se deberá indicar la localidad donde esté emplazada la Intervención de Armas y explosivos de referencia), que podrá establecer medidas adicionales de seguridad a las que haya propuesto el titular del vehículo.
 - Además deberán cumplir las siguientes condiciones de seguridad:
 - La carga y caja del vehículo deberá permanecer cerrada.
 - Deberá evitarse la cercanía de fuentes de calor como generadores eléctricos, compresores, otros vehículos, etc.
 - Se deberá cumplir la distancia mínima de 250 metros a instalaciones o lugares con especial peligrosidad tales como gasolineras o depósitos de productos peligrosos (en el caso del emplazamiento propuesto no se localizan)
 - Los vehículos que transporten los artículos pirotécnicos, una vez entren en el Término Municipal de xx (el Ingeniero de Minas, deberá designar la localidad de desarrollo del espectáculo) deberán seleccionar vías principales para acceder al lugar de celebración del espectáculo, transitando por las vías perimetrales y que conducen a las zonas industriales, limitando la circulación por el casco urbano de la ciudad a los viales de acceso a la zona del evento.
 - Los vehículos que transporten los artículos pirotécnicos, una vez entren en el Término Municipal de xxx (indicar), deberán evitar paradas intermedias y dirigirse directamente al lugar de celebración del espectáculo. En caso de tener la consideración de depósito especial estarán a lo indicado por la Policía Local, en comunicación con la Comandancia de la Guardia Civil de Castelló.
 - En caso de duda sobre la ruta de acceso o la ubicación del evento, o de cualquier avería o incidente del convoy, los responsables de los vehículos que transporten los artículos pirotécnicos deberán ponerse en contacto con la Policía Local de xxx, llamando al teléfono xxx (el Ingeniero de Minas, deberá designar el teléfono de contacto de la policía local de la localidad en la cual se desarrolle el espectáculo pirotécnico), para solicitar ayuda y, en su caso, acompañamiento hasta el lugar de celebración del evento.
 - Al acabar la descarga de material, deberán retirarse los vehículos de transporte de la zona de lanzamiento y estacionarse en el lugar habilitado para ello. En concreto en la calle xxx, en confluencia con calle xxx (el Ingeniero de Minas, deberá designar la calle de la localidad).

Respecto a los artificios

- Será responsabilidad exclusiva de la empresa de expertos encargada de efectuar el lanzamiento, la adecuación legal de los artificios pirotécnicos a utilizar en el espectáculo, así como de sus condiciones de envasado y embalaje a los requisitos que al respecto establezca la normativa que sea de aplicación sobre estas materias.

- La empresa de expertos será responsable de garantizar la seguridad en el transporte, utilización y funcionamiento de los productos pirotécnicos de fabricación propia que no dispongan de marcado CE, para lo cual deberán cumplirse a criterio de su fabricante, al menos unos requisitos esenciales de seguridad equivalentes a los indicados para los productos con marcado CE en la ITC número 2.
- Será igualmente responsabilidad exclusiva de la empresa de expertos encargada de efectuar el lanzamiento, la adecuación legal de los accesorios y comprobadores de línea de tiro a los requisitos legales que le sean de aplicación.

Respecto al montaje de los artificios

- En todo caso, el montaje de un espectáculo pirotécnico se ejecutará por los expertos y aprendices bajo la exclusiva responsabilidad de los primeros.
- La iluminación para el desembalaje y montaje de los artículos será, preferentemente, la solar. Si fuera necesaria la iluminación artificial, quedan prohibidos los sistemas de iluminación con llama desnuda.
- Previamente al montaje del espectáculo, los expertos deberán inspeccionar los artificios pirotécnicos desechando, en su caso, aquellos que presenten defectos que pudieran afectar a seguridad del espectáculo.
- Deberán inspeccionarse todos los morteros antes de su instalación, en busca de defectos como abolladuras, bordes doblados e interiores dañados, desechándose los defectuosos.
- A la hora de realizar el montaje del espectáculo deberán seguirse todas las indicaciones de seguridad establecidas por los fabricantes de los productos utilizados en el espectáculo.
- Durante las manipulaciones y montajes del espectáculo deberá evitarse la cercanía de fuentes de calor como generadores eléctricos, compresores, vehículos, etc.
- Durante las operaciones de montaje, no está permitido fumar ni portar cerillas o mecheros. Igualmente está prohibido el uso de cualquier dispositivo que pueda producir arcos o chispas.
- Los morteros individuales se enterrarán en al menos un 30% de su longitud, bien en el suelo, o bien con sacos de arena. Los morteros que puedan dañarse con la humedad del terreno se colocarán dentro de una bolsa de plástico hermética antes de enterrarlos.
- Los morteros colocados en batería deberán ir sujetos a la estructura de la misma mediante soldadura, atornillados o sujetos con abrazaderas para imposibilitar el desprendimiento de los mismos, y ayudados mediante sacos de arena en sus extremos y barras de sujeción para imposibilitar cualquier desviación del ángulo de lanzamiento.
- En el caso de disparo eléctrico:
 - Durante las operaciones de montaje, los montadores del espectáculo no podrán portar aparatos de comunicación mediante radiación electromagnética.
 - La comprobación de la línea de tiro se realizará empleando un comprobador de línea con certificación de conformidad en virtud de las disposiciones vigentes al respecto.
 - Las unidades de disparo eléctrico deberán disponer de un sistema que obligue a dos acciones positivas para la iniciación del disparo.

- Las unidades de disparo de actuación automática después de su iniciación, deberán contar además, con un interruptor de emergencia con bloqueo, que permita interrumpir la secuencia de disparo ante la aparición de un suceso fortuito que aporte una situación de riesgo no prevista.
- Los iniciadores que no vengan previamente incorporados a los artificios pirotécnicos deberán permanecer almacenados y alejados del resto de productos durante la manipulación y montaje del espectáculo. Igualmente se protegerán de roces y choques entre ellos y contra otros elementos.
- Los morteros y cañones se colocarán en todo caso en la zona de lanzamiento prevista, y de tal forma que los artificios pirotécnicos resulten propulsados en dirección vertical, sin admitirse disparos inclinados, según se establece en las bases específicas.
- La boca de los morteros y aquellos morteros dispuestos en batería cargados quedarán señalizados por una cubierta de película de plástico, de aluminio o por una cinta adhesiva cruzada. Esto permitirá conocer el estado de los morteros y evidenciará un fallo en el disparo si, una vez iniciado el disparo, la señalización está intacta.
- Durante el montaje y una vez finalizado el mismo, el experto realizará las verificaciones oportunas para comprobar las medidas de seguridad que incorporan los sistemas de disparo con el fin de prevenir un disparo fortuito.

Respecto a las distancias de seguridad

- La empresa de expertos será responsable de disponer de artículos pirotécnicos acordes a las distancias de seguridad, respetando los calibres máximos y la delimitación de las distin-

tas áreas dentro de la zona de lanzamiento, según lo establecido en las bases mediante las cuales se ha ofertado el espectáculo.

- La empresa de expertos podrá proponer el incremento correspondiente de la distancia de seguridad, en función de la orografía del lugar y de la densidad de edificación y de población.

Elementos de lucha contra incendios

Al comienzo de la operación de montaje, la entidad organizadora situará en la zona de lanzamiento equipos básicos de extinción de incendios que permanecerá en la zona de lanzamiento hasta la retirada del espectáculo. Se ubicarán distribuidos dentro de la zona de montaje, teniendo la premisa que la distancia máxima entre ellos sea de 25 metros. Se ubicarán extintores de 6 kg, polvo ABC, eficacia mínima 27A-113B. Los equipos de extinción, se encontrarán revisados y en condiciones de funcionamiento, cumpliendo lo establecido en el Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios (BOE 12.06.17).

2.2. Protección prevista para la zona de seguridad durante el desarrollo del espectáculo, de acuerdo con lo establecido para ello en la Instrucción Técnica Complementaria número 8

Dadas las características tanto espaciales como temporales de los espectáculos pirotécnicos, se pasa a exponer las medidas de seguridad a observar, que complementariamente con los medios y funciones para seguridad y vigilancia de zonas, y para prevención, protección, socorro, evacuación y asistencia, que se expondrá en los capítulos siguientes, permitirán un desarrollo controlado y seguro de los actos.

Zona de seguridad

Para el desarrollo del espectáculo se establecerá una zona de seguridad al público y una zona de seguridad a las edificaciones. La zona de seguridad al público estará cerrada o acotada mediante vallas y cinta de balizar y estará suficientemente vigilada por los servicios públicos y/o privados de seguridad y/o protección civil, bajo la responsabilidad de la entidad organizadora. La zona de seguridad, poseerá las siguientes características:

- El perímetro de la zona de seguridad vendrá determinado por las distancias de seguridad, las cuales se han calculado de acuerdo con las tablas de la ITC-8, sin haberse considerado la reducción de estas distancias mínimas por parte de la entidad organizadora. De hecho, para quedar del lado de la seguridad, dichas distancias se han calculado considerando que el artificio de máximo calibre se encuentra en el perímetro de las zonas habilitadas para la ubicación de los mismos, circunstancia que no se dará en la realidad con lo que, a efectos prácticos, las distancias de seguridad serán siempre mayores que las calculadas teóricamente y materializadas físicamente sobre el terreno.
- Se destaca que en la zona de seguridad del público (anillo rayado del esquema del anexo III de la ITC-8) no existen hospitales, clínicas, residencias de tercera edad, centros policiales, centros de emergencias, ni ninguna otra edificación, estructura o vías de comunicación que por su especial sensibilidad al riesgo sean susceptibles de accidentes que afecten a la seguridad de la población, según lo establecido en el punto 4.13 de dicha ITC.
- Entre la zona de seguridad de edificios y la zona de seguridad del público no existen edificios habitados distintos a los señalados en el punto 4.13 de la ITC-8.
- La zona de seguridad se encuentra a la misma cota que la zona de lanzamiento, por lo que no es necesario tomar ninguna medida adicional a fin de conseguir la mejor protección de los espectadores.
- La entidad organizadora ha determinado el emplazamiento y la delimitación de las zonas de seguridad de acuerdo con lo establecido en la ITC-8 y se han grafiado en los planos correspondientes.
- La zona de seguridad se montará, como mínimo, a la distancia que se indica en los planos del presente documento, se cerrará y delimitará con vallas y/o cinta balizadora.
- En función de la arquitectura urbana y trazado de viales y aceras, para facilitar el trabajo de los servicios que deben controlar la zona de seguridad, el perímetro de balizamiento, a partir del cual se ubica el público, se materializará del modo más conveniente en cada zona, a una distancia igual o superior a la de seguridad, como se recoge en el plano correspondiente, aumentando además así la seguridad del espectáculo.
- La Zona de Seguridad, quedará vigilada y delimitada por agentes de la Policía Local, voluntarios de Protección Civil del Consorcio Provincial de Bomberos de xxxx (el Ingeniero de Minas, deberá designar la nombre del servicio de bomberos, que estará presente durante el desarrollo del espectáculo) y miembros de la empresa de seguridad privada contratada por la entidad organizadora, bajo la coordinación del responsable del evento.
- Se delimitará una zona de seguridad prohibida al público que deberá estar cerrada o acotada mediante vallas, mínima de 60 metros para calibres

de 100 mm, 45 metros respecto calibres 75 mm, hasta el perímetro de la zona de lanzamiento y de 35/25 m para edificaciones. Esta delimitación sitúa al público fuera de los tramos peligrosos, de ese cometido se ocuparán los agentes destacados a la zona y para esa función específica.

Las prohibiciones de estancia o tránsito cobrarán efecto quince minutos antes de la hora prevista para el inicio del espectáculo, no pudiendo verificarse a su vez esto último en tanto que por los equipos de seguridad y vigilancia se haya comunicado el despeje de la zona y la toma de posiciones por los equipos de protección, socorro, evacuación y asistencia, a la autoridad que presida el espectáculo, la que además de ello esperará confirmación por parte del pirotécnico de haber realizado comprobación satisfactoria del estado de todos los artificios, así como de encontrarse libre de público la zona de seguridad, y dispuestos el resto de medios previstos en este documento.

Igualmente, se requerirá que por personal formado en la materia se haya comprobado que el espectáculo montado coincide en cantidades y artificios con el espectáculo autorizado, reservando esta misión a los miembros de la Intervención de Armas y Explosivos de la Guardia Civil.

3. DECLARACIÓN EN SU CASO, DE LA NO EXISTENCIA DE CONSTRUCCIONES A QUE HACE REFERENCIA EL PUNTO 4.13 DE LA INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA NÚMERO 8

De acuerdo con el reconocimiento del entorno urbano y la justificación recogida en el presente Plan de Seguridad:

- Declaro que en la zona de seguridad no existen hospitales, clínicas, residencia de tercera edad, centros policiales, centro de emergencia, ni aquellas otras edificaciones, estructuras o vías de comunicación que por su especial sensibilidad al riesgo, sean susceptibles de accidentes que afecten a la seguridad de la población, ni existen centros educativos, al desarrollarse el espectáculo durante horas de NO actividad escolar.
- El área circundante a la zona de lanzamiento en un radio de 500,00 m, está libre de zona boscosa y/o suelo catalogado como Forestal.

A las zonas de vegetación en suelo urbano existentes, arbolado en Plaza xxxx (el Ingeniero de Minas, deberá designar el nombre de la vía pública de desarrollo del espectáculo pirotécnico), se le aplicarán las siguientes medidas protectoras y correctoras, previas al espectáculo y a ejecutar el mismo día de desarrollo del espectáculo:

- Durante las semanas previas al día del espectáculo, se deberá realizar la limpieza, desbroce y eliminación de restos peligrosos en los solares y lugares indicados como posible riesgo de incendio y que rodean la zona de fuegos para evitar cualquier conato de incendio.
- Unas horas antes del desarrollo del espectáculo y en función de la climatología y el estado en que se encuentren estas zonas de vegetación, se deberá proceder al riego de estas con carácter previo a los disparos, en cantidad suficiente para evitar cualquier conato de incendio por posible caída de artefactos o restos de material pirotécnico disparado. Estas labores preventivas previa al disparo, podrá ser realizada por parte de los Servicios

Municipales o por los medios actuantes del Consorcio Provincial de Bomberos de xxx (que serán desplazados a la zona y que se describen más adelante en la presente Plan). El Ingeniero de Minas, deberá designar el nombre de la localidad de localización del servicios de bomberos que se hará cargo de la prevención del espectáculo pirotécnico.

No obstante, con el fin de dar mayor seguridad si cabe al espectáculo pirotécnico, éste dejará de dispararse en caso que:

- El viento supere los 10 m/s y/o.
- Sea decretada por las autoridades nivel 3 de preemergencia por parte de la Generalitat Valenciana.

4. EQUIPO HUMANO Y MATERIAL NECESARIO Y PREVISTO A LOS EFECTOS DE PROTECCIÓN Y CUMPLIMIENTO DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD ESTABLECIDAS PARA LA ZONA DE LANZAMIENTO Y DE SEGURIDAD

Equipo humano y material en la zona de lanzamiento.

- Personal adscrito a la empresa de expertos y con capacidad legal y técnica.
- Policial Local, 2 policías locales.
- Voluntarios de Protección Civil del Consorcio Provincial de Bomberos de xxx (el Ingeniero de Minas, deberá designar el nombre del servicio de bomberos que se hará cargo del servicio preventivo del espectáculo), 8 volun-

tarios (mismo para zona de seguridad) hasta inicio del lanzamiento.

- Personal de Seguridad Privada. 1 Vigilante Seguridad.
- Material: vallas, cintas señalizadoras, extintores de incendios, equipos de comunicaciones.

Equipo humano y material en la zona de seguridad.

El equipo de seguridad y vigilancia quedará integrado por:

- Agentes de la Policía Local, actuando el de mayor rango como coordinador.
- Voluntarios de Protección Civil, ubicados según los planos.
- Miembros empresa seguridad privada.

El equipo de intervención quedará integrado por:

- Una unidad de Bomberos Voluntarios/Profesionales del Consorcio Provincial de Bomberos, dotado de BUL (Bomba Urbana Ligera dotada con cisterna con capacidad hasta 1.500 litros agua + espumógeno), la cual estará ubicada en zona urbana y próxima al espectáculo. La ubicación según Planos.

El equipo de asistencia quedará integrado por:

- Una ambulancia tipo Bravo, AMBULANCIA TIPO B. Es un vehículo de urgencia y asistencia, que se utiliza para el traslado de enfermos urgentes sin la necesidad de asistencia médica durante el trayecto, destinada a proporcionar soporte vital básico y atención sanitaria inicial. El perso-



UTILIZACIÓN DE HERRAMIENTAS PIROTÉCNICAS DE ÚLTIMA GENERACIÓN. OTROS USOS

1. Excavaciones, desescombro y rescates

- 1.1 Introducción
- 1.2 Descripción de la tecnología
- 1.3 Mecanismos de funcionamiento
- 1.4 Formatos comerciales existentes
- 1.5 Rendimientos
- 1.6 Ámbitos de aplicación
 - 1.6.1 Obras subterráneas
 - 1.6.1.1 Obras en grandes túneles
 - 1.6.1.2 Obras en túneles de pequeña sección
 - 1.6.2 Obra civil
 - 1.6.3 Operaciones de rescate
- 1.7 Ventajas

2. Sistemas digitales

- 2.1 Los primeros equipos de disparo
- 2.2 La evolución tecnológica
- 2.3 Modernos sistemas de disparo

3. Centros homologados de venta pirotecnia marina

4. Utilización de pirotécnica en teatro y cine

- 4.1 Antecedentes
- 4.2 Tipos de artificios
- 4.3 Requisitos de almacenamiento

5.- Presencia de pirotécnica en el sector de la automoción

- 5.1 Cinturones con pretensor
- 5.2 Sistema airbag

1. EXCAVACIONES, DESESCOMBRO Y RESCATES

1.1. Introducción

Frecuentemente en el ámbito de la ingeniería civil, existe una falta de armonización entre los datos utilizados en proyecto y la realidad en lo relativo a la catalogación de las características resistentes y geomecánicas de los macizos rocosos a excavar o de los elementos constructivos a eliminar o desescombrar. La caracterización atribuida a los desmontes o excavaciones en fase de estudio o investigación no se corresponde con la realidad, que posteriormente las empresas constructoras/contratistas se encuentra en el terreno durante las diferentes fases de ejecución de una obra, circunstancia que condiciona la alteración del plan de trabajo establecido, generando demoras y disminución de los ritmos de trabajo y los plazos de ejecución aprobados, con las consiguientes pérdidas productivas y económicas. En el caso de algunos macizos ripables, en los que los medios de arranque tradicionales no son productivos, se puede recurrir a voladuras convencionales, con la consiguiente tramitación administrativa o bien poder utilizar los elementos pirotécnicos para fracturar el macizo rocoso o bien los elementos estructurales. Entre los explosivos convencionales y los medios mecánicos se sitúan los denominados artificios pirotécnicos para uso técnico PBC (*pyrotechnic breaker capsules*) o FGID (presión de gas direccional). Debido al elevado grado de control e intervención administrativa en el uso de los explosivos (como bien conocemos los titulados de minas), estas herramientas han experimentado un gran auge de utilización en aplicaciones que hasta el momento se realizaban de manera lenta y costosa mediante cementos expansivos.

El efecto de esta tipología de artificios, funciona por efecto de presión y no de detonación y, por tanto, su uso apenas produce ruido o vibraciones. Cuando la roca fisura, los gases escapan y termina el efecto de empuje. La onda expansiva generada es mínima. Por esta razón, las proyecciones también son mínimas, y en caso de haberlas, son muy reducidas y con un alcance de pocos metros. Por su modo de funcionamiento, este tipo de productos no es válido para rocas porosas o agrietadas. La rotura es limpia y no produce pequeños fragmentos dispersos de material. Simplemente agrieta la roca a lo largo de su plano más débil permitiendo la producción de fragmentos rocosos de menor tamaño que pueden ser más fácilmente manipulados por una máquina convencional.

Como resultado de la deflagración, no se producen proyecciones descontroladas de material en todas direcciones, sino que los fragmentos generados permanecen en el área inmediata a la roca fragmentada resultando muy seguro. Desde el punto de vista medioambiental, los niveles de ruido generados son muy bajos y no suponen una perturbación significativa para la salud de las personas o núcleos de población próximos. Asimismo, no se generan grandes nubes de polvo y, por tanto, no resulta en emisiones molestas de partículas en suspensión. Los gases generados tras la deflagración no son tóxicos (principalmente CO₂). Minutos después de su empleo es posible retornar a la zona de trabajo y continuar trabajando con normalidad especialmente en espacios confinados y con necesidad de ventilación.

1.2. Descripción de la tecnología

El sistema consiste en una mezcla pirotécnica (no contiene pólvora) contenida en el interior de un cartucho de cartón que se inicia con un

inflamador eléctrico. Tras su iniciación la mezcla es quemada generando un gas no combustible que se expande bajo una velocidad de detonación muy baja (aprox. 40 m/s frente a $v > 3.500$ m/s de algunos explosivos convencionales) dentro de un espacio confinado (ej. un barreno en la roca o en un elemento constructivo), haciendo que se agriete el material a lo largo de su línea natural de debilidad. Se trata por tanto de una deflagración (no una detonación o explosión). De acuerdo con el RD 989/2015, estos productos se catalogan como Categoría P2, es decir aquel artículo pirotécnico que no sea un artificio de pirotecnia ni un artículo pirotécnico destinado al uso en teatros y que deba ser manipulado o utilizado exclusivamente por expertos. Por lo tanto, a la hora de su utilización, deberá cumplirse con la Especificación técnica 8.03, E. T. 8.03: Certificación de experto para la utilización de artículos pirotécnicos de categoría P2.

El sistema consiste en una sustancia diseñada para conseguir generar una gran cantidad gases en expansión con una pequeña cantidad de producto. Su capacidad rompedora reside en esa capacidad expansora de gases, eliminando con ello los efectos colaterales provocados por la onda de presión, debido a su baja velocidad de reacción y de propagación de onda de choque).

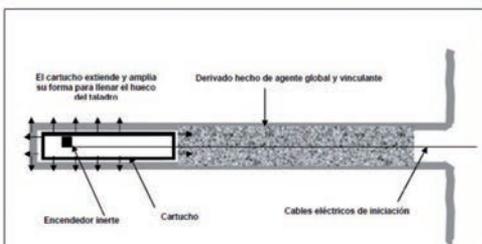


Imagen 1. Sección posicionamiento cartucho en interior perforación.



Imagen 2. Detalle producto pirotécnico de varios calibres con sistema de iniciación incorporado.

La composición química de este producto está diseñada para que la emanación de gases residuales, sean poco dañinos para los operarios, no siendo necesario tomar medidas especiales al respecto para utilizar el producto, incluso en circunstancias muy específicas como el caso de espacios confinados. Estas mezclas son muy estables químicamente. La exposición a altas temperaturas o acciones mecánicas no le afecta. Es más, la combustión intencionada requerirá de una continuidad del producto muy constante, pese a la cual su capacidad de auto extinción es habitual al estar previsto que la propia emisión de gases rompa la reacción en cadena del incendio. Es decir: la propia reacción evita el efecto "mecha". Su estabilidad química puede ser superior a cinco años. La producción de ruido no es apreciable. El ruido generado procede de la propia rotura de la roca y es mínimo. Asimismo, la onda expansiva generada es también mínima. La rotura es limpia y no produce proyecciones de fragmentos de roca. Simplemente agrieta la roca a lo largo de su plano más débil permitiendo la rotura de los "Bolos" grandes en fragmentos aprovechables

productiva y prácticamente sin producción de escombros. La distancia de seguridad requerida se reduce a escasos metros, directamente proporcional a la cantidad de producto que se utilice (cada formato comercial tiene su indicación). En resumen, es un producto dirigido a eliminar al máximo los riesgos para el profesional y con una enorme capacidad rompedora. Consigue una gran rentabilidad del esfuerzo con respecto a los resultados y la eliminación de la gran parte de los riesgos intrínsecos en otros productos de naturaleza detonante.

1.3 Mecanismos de funcionamiento

Al iniciarse la combustión de la mezcla pirotécnica, produce un gran volumen de gases que se expande bajo una velocidad de propagación de onda muy baja. Es muy seguro, pues si no se encuentra correctamente confinado no produce detonación alguna. Su funcionamiento mecánico en el macizo, roca o elemento estructural, será apropiado cuando se encuentre confinado dentro de un barrenado convenientemente retacado. En esta circunstancia, los gases son capaces de ejercer la suficiente presión para romper el material que le rodea.

Actualmente en el ámbito de actividades relacionadas con la rotura de materiales pétreos, han cobrado creciente interés los métodos alternativos a los explosivos, debido a la eliminación y/o reducción de los riesgos para las personas. Al contrario que los explosivos convencionales, funciona como un generador de compuestos gaseosos que al inflamarse, combustiona para desarrollar un gran volumen de gas, y debido a su confinamiento pro efecto del entorno y el retacado efectivo, aumenta la presión que causa que la roca, elemento constructivo y hormigón se

fracturen instantáneamente, con poco ruido, pocas vibraciones y reducidas proyecciones.

Las principales ventajas de los PBC respecto explosivos convencionales y los cementos expansivos, residen en la potencia limitada pero suficiente para fragmentación de roca y hormigón.

Los efectos de las deflagraciones son muy diferentes de los de las detonaciones. La velocidad de reacción supersónica de la detonación desarrolla una onda de choque en el explosivo, que desencadena la reacción de propagación. La propagación de la onda de choque se acompaña de una reacción química que proporciona la energía para sostener el avance de la onda de choque de una manera estable, seguido por la formación de los productos finales gaseosos y sus presiones asociadas en algún momento posterior. Por el contrario, la deflagración no produce ondas de choque y sólo están presentes las presiones producidas por la formación de productos gaseosos. La roca sobre la que se aplica una detonación de explosivos experimentará un golpe supersónico de presión de pulso seguido rápidamente por una pronta liberación de presión y luego seguido inmediatamente por una aumento de la presión impartida por los productos gaseosos de la explosión, que se aplicarán de manera más o

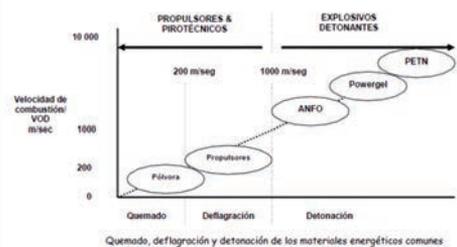


Imagen 3. Gráfica de relación v combustión/rango descomposición ebergética.



Imagen 3. Detalle fracturación de macizo por efecto de los gases de la deflagración confinada.

menos sostenida. La deflagración produce sólo el último efecto, ya que no produce una onda de choque. En el gráfico anterior se muestra una serie de materiales energéticos utilizados para la rotura de rocas, en orden ascendente de las velocidades de combustión o detonación. Productos pirotécnicos, tales como el polvo negro, se representan en el extremo inferior de la escala con una velocidad de quemado de menos 200 metros por segundo, mientras que los propulsores van de un rango de velocidad de quemado de 200 a 1.000 metros por segundo. Los propulsores de orden superior son propulsores de doble fase o

compuestos. Sustancias explosivas, tales como ANFO y lodos AN, están representados en rangos de 3.200 a 3.500 metros por segundo, mientras que el Powergel está en torno a 4.000 metros por segundo. Explosivos como el TNT y PETN se encuentran en el rango de 6.500 a 7.000 metros por segundo. En general, cuanto mayor sea la velocidad, mayor es la onda de choque, que es responsable de acción de rotura de la explosión. En explosivos de alta velocidad, la mayor parte de la energía se disemina en la onda de choque de la detonación, mientras que en propulsores y pirotecnia, así como explosivos de menor velocidad, la mayor parte de la energía se utiliza en la acción producida por los productos gaseosos en el taladro. La Figura 4 ilustra la gran diferencia en las presiones.

1.4 Formatos comerciales existentes

Actualmente los formatos principales se dan en pequeño diámetro. Los diversos formatos en que se comercializa este producto permiten que su aplicación sea cómoda en cualquiera de los ámbitos en que se pretenda utilizar, no siendo necesaria la manipulación de los envasados originales.

| Diámetro de cartucho (mm) | Diámetro agujero (mm) | Peso de la carga (gramos) |
|---------------------------|-----------------------|---------------------------|
| 12 | 14 mm | 2-10 gramos |
| 13 | 14-16 mm | 10 gramos |
| 28 | 30-34 mm | 20-120 gramos |
| 34 | 36-42 mm | 20-250 gramos |
| 60 | 64-76 mm | 200-500 gramos |

Tabla 1. Formatos comerciales

ESQUEMA: COMÚN A TODOS LOS FORMATOS:

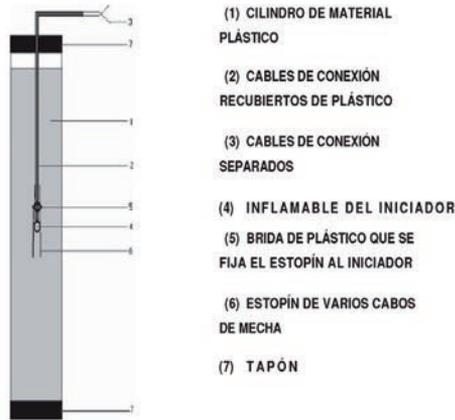


Imagen 4. Sección longitudinal de artefacto pirotécnico de fragmentación.

En estructura única y compacta se han integrado todos los elementos necesarios para realizar una pega. La finalidad es garantizar la seguridad en la manipulación, rapidez de uso, resistencia mecánica y estanqueidad.

Para su aplicación en los campos más especializados, como puede ser el del rescate de personas atrapadas, se ha diseñado un formato específico que cubre las necesidades de una labor tan especializada, delicada y peligrosa.

Para su aplicación en espacios confinados, con atmósferas explosivas, se ha diseñado un formato específico que reúne las condiciones del trabajo en los espacios confinados y evita la propagación de la llama a la atmósfera.

En general, se presenta al mercado en forma de cartucho cilíndrico de material elástico, calibrado en grosor y textura para evitar una explosión inapropiada. Tan solo deflagra bajo circunstancias de confinamiento, siendo la reclusión dentro de un barreno la circunstancia de uso para la que se ha diseñado.

Este cilindro viene ya equipado con el inflamador eléctrico que será lo que provocará la iniciación del producto, de forma que sólo será necesaria la conexión de los cables a un explosor para realizar la pega. Los cables con los que viene ya provisto, tienen distinta longitud según el formato de cartucho, calculados para que puedan ser manipulados cómodamente en una pega de múltiples barrenos. Conectados al iniciador eléctrico, aunque no es necesario su uso, se incorporan dos mechas para asegurar una combustión completa y con mayores garantías de conseguir la velocidad y el volumen de gases deseados. La longitud de los cables, está calculada según el modelo de encartuchado, debido que las necesidades de distancia de perforación, de empalme a la línea común y de seguridad son respetadas sin necesidad de empalmes adicionales.

1.5. Rendimientos

A modo orientativo, adjunto se ofrecen unos datos numéricos sobre los rendimientos.

La decisión de emplear un tamaño u otro de cartucho depende del tiro y tamaño de la roca o elemento estructural y de los resultados esperados (grado de fragmentación deseado). Esto se puede terminar realizando unas pocas pruebas previas en la roca objetivo, que permitirán hacerse una idea de los requerimientos específicos del material, como orientación y teniendo en cuenta que la capacidad de fragmentación de los cartuchos varía con el tipo de roca. Si la carga de un barreno con un cartucho de mayor potencia de la requerida para una roca determinada, resultará en una fragmentación de la misma con una mayor separación entre los fragmentos producidos, al mismo tiempo que parte de la mezcla pirotécnica sobrante se quemará al aire libre.

| Resistencia de la roca MPA | Cartucho de 150 g |
|----------------------------|------------------------|
| Baja < 25 | 1,5-3 m ³ |
| Media 25-100 | 1,5-2,5 m ³ |
| Alta 100-220 | 1-1,5 m ³ |

Tabla 2. Cantidad recomendada para arranque directo en macizo rocoso.

| Volumen de bloque | Nº de barrenos | Tamaño del cartucho |
|--------------------|----------------|---------------------|
| < 1 m ³ | 1 | 75 g |
| 1-3 m ³ | 1 | 100 g |
| 3-6 m ³ | 1 | 150 g |

Tabla 3. Cantidad recomendada para fragmentación de bolos.

1.6. Ámbitos de aplicación

Esta tipología de productos, ha sido diseñado para ser empleado en ingeniería civil y puede también es aplicado en operaciones de salvamento y rescate, para rotura de cualquier material pétreo o estructural de hormigón. Sus campos de aplicación se entienden para cualquier circunstancia donde el uso de explosivos detonantes no sea aconsejable atendiendo a la peligrosidad o bien a la complejidad técnica de utilización.

1.6.1. Obras subterráneas

Su baja velocidad de detonación (aproximadamente 50 m/s) lo hace un producto muy seguro para trabajar en dichas situaciones (mínimas vibraciones, proyecciones, polvo o gases), siendo posible retornar al frente de trabajo poco tiempo después de la deflagración (ej. 5 minutos). Asimismo, al contrario que con explosivos convencionales, no hay un límite en la profundidad del

barreno que se puede practicar ya que no hay los mismos peligros de proyecciones o derrumbamientos de material. Sin embargo, por tratarse de una demolición, es importante tener previstas unas medidas de seguridad adecuadas.

1.6.1.1. Obras en grandes túneles

Pegas frontales de múltiples barrenos o desmontes dentro de espacios confinados, sea como apoyo a maquinas pesadas o en sustitución de estas. En el caso de túneles, la disposición de los barrenos sigue un patrón similar al utilizado con los explosivos convencionales. En la realización de túneles, es necesario hacer barrenos en disposición horizontal, vertical y diagonal.

1.6.1.2. Obras en túneles de pequeña sección

Alcantarillados, chimeneas de respiración, minería de subsuelo. Apropiado para atmósferas explosivas (con la cualificación técnica apropiada

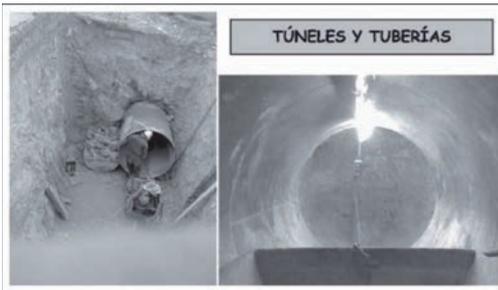


Imagen 5. Detalle utilización en avance de túneles y galerías de pequeña sección.

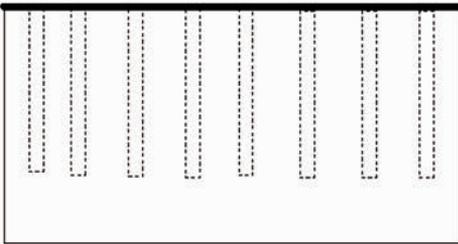


Imagen 6. Detalle de la disposición geométrica de barrenos con una profundidad de al menos $\frac{3}{4}$ de la profundidad del elemento de hormigón a fracturar.



Imagen 7. Detalle de la sección / volumen a fracturar, con espaciamiento recomendado entre barrenos de 300 mm a 400 mm debe empezar a 300 mm.

del artillero, existen productos específicos para atmosferas explosivas). Para este caso tan específico, es muy importante la peligrosidad de los gases residuales, generando balances de oxígenos negativos y alto porcentaje es CO₂. De igual forma ocurrirá con la ausencia de onda expansiva detonante.



Imagen 8. Fracturación de estructuras en operaciones de rescate y salvamento, en espacios confinados, derrumbes y túneles.

1.6.2. Obra civil

De aplicación en la excavación de zanjas en zonas de roca, demoliciones de zapatas, para la preparación de rocas de precorte destinadas a la formación de taludes en carreteras, urbanizaciones, desmontes, excavación de pozos, con presencia de estructuras sensibles a las vibraciones. Las características del sistema (sin apenas vibraciones, sin emisiones gaseosas nocivas y mínimas proyecciones) confiere una gran seguridad en las operaciones, siendo posible su utilización en zonas próximas a cascos urbanos, autopistas o ferrocarriles, donde habitualmente no está permitido utilizar explosivos convencionales.

1.6.3. Operaciones de rescate

Dstrucción de estructuras colapsadas, cimentaciones, minería y entibación, redes de metro, redes de alcantarillado, perforaciones y dragados, operaciones de salvamento en espeleología, etc.



Imagen 10. Utilización en operaciones de rescate y salvamento, en accidentes de espeleología y espacios confinados.



Imagen 11. Utilización en operaciones de taqueo de bolos y material rocoso deteriorado.



Imagen 9. Fracturación de estructuras en operaciones de rescate y salvamento, en espacios confinados, derrumbes y túneles.

1.7. Ventajas

1. La Comisión de Seguridad Minera dependiente del Ministerio Energía, Turismo y Agenda digital, en su sesión ordinaria del 01/03/2017, determinó en su punto 9.2, que a la hora de solicitar su suministro y utilización, ésta se registrará por la aplicación del Reglamento de Normas Básicas de Seguridad Minera RD 863/1985. A tenor de este condicionante, independientemente de la cantidad a utilizar, deberá presentarse ante

la Autoridad Minera competente, junto a la siguiente documentación:

- Proyecto técnico, de acuerdo con lo indicado en los artículos 8,55 y 111 del RD 863/1985. La correspondiente aprobación permitirá el suministro de la materia reglamentada y la utilización en la obra en concreto, con unas condiciones determinadas.
 - Disposiciones internas de seguridad, DIS, para su aprobación por parte de la autoridad minera.
 - Propuesta de nombramiento de la Dirección Facultativa, de acuerdo con el art 3 del RD 863/1985 y su ITC 02.0.01.
2. Los niveles acústicos (onda aérea generada) son muy bajos y no suponen perturbación alguna para las áreas vecinas (urbanas o rurales) o para el medio natural (tierra o mar). Las mediciones de emisiones acústicas no deben confundirse con las mediciones de sobrepresión. Las mediciones de emisiones acústicas se hacen con el estándar de los medidores de nivel de sonido tipo A, que detectan únicamente las vibraciones aéreas en la frecuencia audible. Existen ocasiones, en las que las que se generan sobrepresiones acústicas relativamente altas y que no son audibles porque su frecuencia está fuera de la región de espectro audible.
 3. Normalmente si se siguen las recomendaciones del fabricante, no se producen niveles de ruido por encima de los niveles sonoros de un entorno urbano normal. Sin embargo, hay circunstancias donde los niveles

de ruido pueden ser algo mayores, por ejemplo cuando los barrenos no son suficientemente profundos (ej. < 1.2 m) es muy importante que el retacado con arena y con el tapón del sistema sea adecuado, ya que si no es así, la presión ejercida por los gases resultantes de la combustión de la mezcla pirotécnica puede ser superior a la capacidad de taponamiento/contención del sistema de retacado, en los casos donde se esté trabajando con barrenos poco profundos, una manera de amortiguar la onda aérea generada por posibles retacados fallidos es cubriendo la zona de voladura con una manta o lona suficientemente amplia. No se recomienda poner una cinta estrecha que sólo cubra la línea de barrenos, ya que, si hubiera alguna piedra sobre dicha cinta, la presión liberada de posibles retacados fallidos podría producir proyecciones y fomentar la liberación al aire de dichos fragmentos rocosos.

4. Es resistente al agua. Se producen vibraciones de bajo impacto bajo el agua, los buceadores sólo necesitan retirarse 20 metros, puesto que no se genera onda de choque hidrostática; como consecuencia se produce una mínima afección a flora y fauna e incluso estructuras e instalaciones bajo lámina de agua.
5. No daña el macizo residual o elemento estructural sobre el que se actúa, generando baja producción de escombros.
6. Funcionamiento inmediato (no es necesario esperar horas ni días) Consigue una reducción importante en tiempo empleado en romper la roca o hormigón al activarse de forma instantánea, respecto al cemento expansivo.

7. Se pueden almacenar hasta 15 kilos.
8. Su transporte no está sujeto al reglamento de explosivos, pero sí al reglamento ADR(transporte de mercancías por carretera). Sin embargo, por tener una Clasificación de Riesgo 1.4 S. su transporte no excede los límites prescritos en el apartado “1.1.3.6” del ADR. No es necesaria Guía de Circulación, personal de seguridad ni informar a la Guardia Civil. Es necesario vehículo especial de ADR, y el uso de las placas de identificación de peligro, cada caja deberá ser señalizada con la correspondiente etiqueta amarilla, cuadrada, en sentido oblicuo e indicando en el ángulo superior el riesgo: “1.4S” Asimismo, quien hace entrega del producto deberá adjuntar una ‘carta de porte’. En caso de devolver material al depósito de origen por no disponer de un almacén adecuado en obra, el usuario deberá a su vez emitir la carta de porte correspondiente para retornar el producto al depósito de origen. La cantidad a transportar vendrá limitada únicamente a las características del vehículo.
9. Se suministra en cartuchos/cápsulas de plástico de varios tamaños con ignición incorporada, listas para usarse de forma inmediata.
10. Perforación específica similar a la del explosivo convencional.
11. Rapidez de instalación.
12. Almacenamiento. A efectos de almacenamiento será aplicable la normativa vigente relativa a productos pirotécnicos .No se requiere vigilante de seguridad y se requiere inscribirse en el Libro de Registro. Sin embargo, se deberá llevar un control interno de las salidas y entradas del producto y se recomienda almacenarlo en lugar de acceso res-



Imagen 12. Arcón/minipol de almacenamiento utilizado.

tringido. Puede almacenarse en un local o almacén (ej. contenedor metálico con llave etc.) siempre y cuando esté autorizado por el Área Funcional de Industria y Energía de la Subdelegación del Gobierno de la provincia correspondiente. No es obligatorio el almacenaje en un minipol de los que habitualmente se usan para explosivos. Sin embargo, si hubiera un minipol sobrante, entonces se podría utilizar para guardar los cartuchos, no debiéndose mezclar con explosivos o detonadores. En caso de usar un minipol sobrante se deberá comunicar a las autoridades competentes de que el nuevo uso de dicho minipol es para un producto PBC y no para un explosivo. las Delegaciones del Gobierno en las Comunidades Autónomas, podrán autorizar almacenes especiales con capacidad máxima de 15 kg de NEC.

2. SISTEMAS DIGITALES

Hasta hace escasos años, los castillos de fuegos artificiales y mascletas se disparaban como siem-

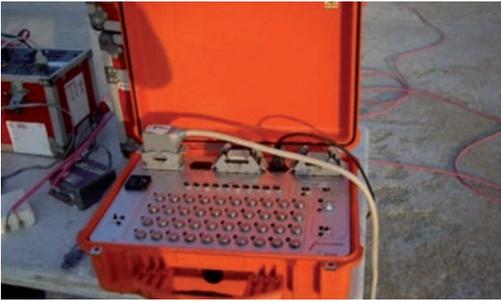


Imagen 13. Sistema de disparo digital de espectáculos pirotécnicos.

pre se había realizado, disparo a mano y con mecha. El pirotécnico, gran conocedor del fuego, era el encargado de dar fuego a las mechas de los diversos artefactos que conformaban la colección. Esto lo hacía ayudado con mechas de algodón y más recientemente con los denominados “*botafuegos*”, aunque en otras ocasiones el cigarro habano también hacía las veces de iniciador. De esta forma, el pirotécnico estaba en continua circulación entre los morteros mientras éstos disparaban las carcasas, exponiendo su vida al peligro de este oficio. Para castillos más grandes, una persona no era suficiente, por ello varios operarios debían disparar intentando sincronizar el fuego desde varios puntos, cosa más difícil y que limitaba la posibilidad de crear grandes fachadas.

2.1. Los primeros equipos de disparo

La pirotecnia, como cualquier otro campo, evoluciona. Las pirotecnias han invertido mucho dinero en investigación y desarrollo, pues como en cualquier otra empresa se busca la competitividad de los productos. Hace unos años algunas empresas apostaron por un sistema eléctrico de disparo. De ahí nacieron las primeras maletas de ignición eléctrica, con prestaciones

reducidas y que estaban al alcance de pocos. Para algunos esto no era algo digno, ya que se perdía la larga tradición del disparo manual que hacía diferenciarse a los “mejores” pirotécnicos, como aquellos que tenían un mayor control sobre el fuego.

El pirotécnico encargado del disparo, dispone en la consola de varios pulsadores que abren el paso de corriente eléctrica. La corriente continua, una vez abierto el circuito, pasa por los inflamadores (resistencias) que entran en incandescencia mediante el efecto Joule. La energía disipada en forma de calor hace que arda una pequeña cantidad de mezcla inflamable. Ese pequeño fuego originado en los inflamadores, es el que hace arder la mecha de los artefactos. Por lo tanto, los inflamadores serían como pequeñas cerillas eléctricas. Con la utilización de este sistema se mejoró la seguridad a la hora de realizar los disparos, algo muy valorado ya que actualmente prima la seguridad ante cualquier otro aspecto, así como la mejora en la secuenciación entre las diferentes secciones y fases del espectáculo. Los pirotécnicos se situaban a cierta distancia del material. En caso de fallo de un artefacto,



Imagen 14. Elemento de iniciación eléctrica utilizado en espectáculos pirotécnicos.



Imagen 15. Sistema de disparo digital de espectáculos pirotécnicos, preparados para su utilización.

la distancia reducía considerablemente los daños que podía causar sobre el personal.

Por otra parte, el sistema eléctrico permitía dar fuego simultáneo a varios puntos, pudiendo crear así efectos con una apertura mucho mayor. Con el paso del tiempo los sistemas han mejorado, y su implantación en las empresas fue total. En la actualidad hasta los pequeños castillos se disparan con esta técnica (salvo alguna excepción).

2.2. La evolución tecnológica

Las empresas descubrieron que el sistema eléctrico de disparo podía ser algo a lo que se podía sacar mucho más jugo y con el avance de la tecnología electrónica y la programación informática los equipos de disparo también avanzaron. En pocos años se pasó desde las primeras maletas con circuitos eléctricos y baterías de condensadores, hasta los sofisticados sistemas digitales actuales, algunos de los cuales incluyen un pequeño ordenador capaz de almacenar y disparar de forma automática un espectáculo.

Las nuevas prestaciones de estos equipos se hicieron visibles en los nuevos castillos de fuegos. La programación del fuego con precisiones milimétricas hacía posible la realización de efectos coreográficos inimaginables por los antiguos maestros, tales como aperturas en abanicos, disparos progresivos.... Pero fue en el campo de los piromusicales donde más se pudo notar esta introducción tecnológica. La sincronización de estos espectáculos alcanzó una calidad extraordinaria y gracias a ello podemos disfrutar de increíbles creaciones al ritmo de la música disparados completamente por ordenadores (previa programación).

También recientemente los sistemas digitales llegaron a las tradicionales mascletas. Aunque



Imagen 16. Efectos pirotécnicos en espectáculo.



Imagen 17. Sistema de disparo digital de espectáculos pirotécnicos, preparados para su utilización.



Imagen 18. Sistema de disparo digital de espectáculos pirotécnicos, preparados para su utilización.

la parte básica de este espectáculo se mantiene, algunas pirotecnias han decidido incorporar, tanto al comienzo como al final, grandes acrobacias con el fuego realizadas gracias a equipos electrónicos. Desde disparos progresivos alrededor del recinto hasta las maravillosas creaciones musicales a base de truenos de ignición digital. Esta técnica de “mascletá digital” es muy vistosa ya que la intuición del ritmo musical es muy clara y se ha llegado a incluir en castillos de fuegos ar-

tificiales y cada vez son más las pirotecnias que la siguen viendo en esta técnica una forma de llamar al público. Actualmente existen varias empresas que se dedican al diseño y venta de estos equipos de disparo (Fire-One, Pyrodigit, Pyro-digital,...) incluso algunas pirotecnias diseñan sus propios sistemas acordes a sus necesidades, como por ejemplo el sistema Efsy de la pirotecnia Vicente Caballer.

2.3. Modernos sistemas de disparo

Como se ha comentado anteriormente, con el uso de estos equipos se ha ganado seguridad y los espectáculos a su vez han ganado espectacularidad. Pero la utilización del sistema eléctrico ha convertido los montajes de los castillos en grandes despliegues técnicos. Un espectáculo de gran tamaño implica un gran número de líneas de fuego y por lo tanto es necesario extender metros y metros de cable para conexionar los inflamadores.

Por otro lado, existe la posibilidad de disparar un castillo de forma “manual” o dejar que el or-



Imagen 19. Sistema de disparo digital de espectáculos pirotécnicos, preparados para su utilización.

denador lo haga todo “automático”. Pero... ¿confiar todo el trabajo a un ordenador es algo descabellado? Ahí es donde cada cual se aplica su cuento. ¿Quién en su casa no ha estado usando alguna vez su ordenador y se ha quedado “colgado”? Pues en la pirotecnia también ocurre y en el momento menos oportuno.

3. CENTROS HOMOLOGADOS DE VENTA DE PIROTECNIA MARINA

La venta de artículos de uso en la marina, en establecimientos náuticos para uso de navegación profesional o de recreo, requerirá la acreditación previa del comprador mediante la presentación del correspondiente documento nacional de identidad, junto con la documentación de la embarcación, que deberán ser anotadas por parte del vendedor en un libro de pirotecnia que estará a disposición de la autoridad competente. Adicionalmente, la venta de artículos de uso en la marina, requerirá la presentación por parte del comprador del correspondiente carné de embarcación.

A efectos de almacenaje será aplicable la normativa vigente relativa a productos pirotécnicos. No se requiere vigilante de seguridad y se requiere inscribirse en el Libro de Registro. Sin embargo, se deberá llevar un control interno de las salidas y entradas del producto y se recomienda almacenarlo en lugar de acceso restringido.

Puede almacenarse en un local o almacén (ej. contenedor metálico con llave etc.) siempre y cuando esté autorizado por el Área Funcional de Industria y Energía de la Subdelegación del Gobierno de la provincia correspondiente, pudiendo autorizarse almacenes especiales con capacidad máxima de 15 kg de NEC.

El tratamiento de los productos defectuosos o caducado por parte de los titulares del establecimiento de venta, tales como productos caducados, devoluciones o similares, se realizará según lo dispuesto en la Instrucción técnica complementaria número 12 del RD 989/2015. Se multará por navegar sin disponer del equipo de bengalas respectivas incluso con multas mayores



Imagen 20. Elementos pirotécnicos-bengalas de uso obligatoria en marina deportiva, recreativa y profesional.

por transportar bengalas caducadas (multas de hasta 2.000 €).

4. UTILIZACIÓN DE PIROTÉCNICA EN TEATRO Y CINE

4.1. Antecedentes

La utilización de Pirotecnia en teatro y cine tiene una regulación específica en el derecho español, que deviene de la Directiva 2007/23 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de mayo de 2007, sobre la puesta en el mercado de artículos pirotécnicos, que al constatar que las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas, en vigor en los Estados miembros, eran divergentes, especialmente en lo que respecta a aspectos como la seguridad y características de funcionamiento, se consideró la conveniencia de ser armonizadas, tales disposiciones, a fin de garantizar la libre circulación de artículos pirotécnicos en el mercado, asegurando al mismo tiempo un alto nivel de protección de la salud humana y de la seguridad y protección de los consumidores.

4.2. Tipos de artificios

En cuanto a los tipos de artificios, tanto la Directiva del Parlamento Europeo como el Real Decreto 989/2015, establecen la categorización y las dos categorías de artículos destinados al uso en teatros y cines:

- Categoría T1: artículos pirotécnicos de escasa peligrosidad para su uso sobre el escenario.
- Categoría T2: artículos pirotécnicos para su uso sobre el escenario destinados a ser utilizados exclusivamente por expertos.

La distinción de estas dos categorías son las que van a permitir establecer requisitos distintos para una y otra, en la normativa de aplicación RD 989/2015, si bien no debe olvidarse la peligrosidad que conlleva su utilización, en concreto

Así para la venta y puesta a disposición de artículos pirotécnicos destinado al uso en teatros de la Categoría T1 (artículos pirotécnicos de escasa peligrosidad), se requiere una edad mínima de 18 años, y los artículos pirotécnicos destinados al uso en teatros y cines de la Categoría T2 (artículos pirotécnicos destinados a ser utilizados exclusivamente por expertos), únicamente podrán ser vendidos o puestos a disposición por parte de los fabricantes, importadores y distribuidores a expertos reconocidos y siempre desde un depósito autorizado de productos terminados. Asimismo, se contemplan unos requisitos de etiquetado, al disponer que los artículos pirotécnicos destinados al uso en teatros y cines contendrán además, como mínimo y según proceda, la siguiente información:

- Categoría T1: si procede, “para uso exclusivo al aire libre” y distancia de seguridad mínima.
- Categoría T2: si procede, “para ser utilizados exclusivamente por expertos” y distancia de seguridad mínima.

Además se establece que la venta y puesta a disposición del público de artificios y artículos pirotécnicos al por menor de la categoría, entre otras, T1 (escasa peligrosidad), podrá efectuarse en establecimientos de venta permanentes, con o sin almacén, pudiendo también efectuarse la venta temporal de dichos artificios en establecimiento y casetas móviles.

4.3.- Requisitos de almacenamiento

En cuanto al almacenamiento se dispone que las Delegaciones del Gobierno en las Comunidades Autónomas, podrán autorizar almacenes especiales con capacidad máxima de 15 kg de NEC, para los artículos de las Categorías T 1 y T 2. Para almacenamientos especiales permanentes de estos productos de mayor capacidad se deberá cumplir lo dispuesto en el citado Real Decreto, para depósitos en régimen general. No obstante, para los casos temporales debidamente justificados, el Delegado del Gobierno en la Comunidad Autónoma correspondiente podrá autorizar, previo informe del Área de Industria y Energía y de la Intervención de Armas y Explosivos de la Comandancia correspondiente, almacenes especiales de mayor capacidad donde almacenarlos previamente a su utilización.

5. PRESENCIA DE PIROTÉCNICA EN EL SECTOR DE LA AUTOMOCIÓN

Pensemos en el interior de nuestro coche. ¿Qué tenemos a nuestro alrededor? Pequeñas cargas pirotécnicas que facilitan que los sistemas de seguridad cumplan su eficaz cometido; no sólo los airbag, sino también los pretensores de cinturón de seguridad e incluso otros elementos que cortan las conexiones de la batería del vehículo en caso de accidente.

5.1. Cinturones con pretensor

Los actuales cinturones de seguridad han dejado de ser una mera sujeción del cuerpo del ocupante del vehículo y han pasado a convertirse en un eficaz complemento del Airbag gracias a la incorporación del sistema de «Pretensado». La

mayoría de vehículos actuales incorporan en sus cinturones de seguridad el sistema de pretensado, mediante el cual, en caso de impacto, el cinturón no sólo impide el desplazamiento del ocupante del vehículo, si no que también interviene activamente para aferrarlo contra el asiento. Esto se consigue tensando por medios pirotécnicos (como un airbag) o mecánicos, alguno de los puntos de sujeción del cinturón, como pueden ser el carrete (donde se recoge el cinturón cuando no está abrochado) o el cierre (en donde se encaja la hebilla del cinturón). Existen diferentes modelos de cinturones con pretensor en función de su disposición, funcionamiento, etc. Esta podría ser una posible clasificación:

- En función de la zona de actuación:
 - Pretensor de carrete
 - Pretensor de cierre
- En función de tipo de disparo:
 - Mecánico
 - Pirotécnico con disparo mecánico
 - Pirotécnico con disparo eléctrico

El pretensor de carrete se encuentra en la zona en la que se recoge el cinturón de seguridad cuando no está desenrollado. El pretensor hace girar el carrete enrollando el cinturón en caso de impacto.

5.2. Sistema airbag

El airbag es un sistema de seguridad pasiva que complementa el uso del cinturón de seguridad, ofreciendo una mejor protección y reduciendo los riesgos de una colisión.



Imagen 20. Sistemas pirotécnicos en elementos de protección activa en automóviles. Pretensores de cinturones de seguridad.

El airbag de acompañante va situado en el salpicadero, detrás de una cubierta protectora dotada de la pertinente costura de rotura y una inscripción. El tamaño de la bolsa es mayor que la del de conductor puesto que la distancia es mayor, estas varían entre los 65 y 170 litros, su forma también es completamente diferente. El airbag de acompañante lleva un ligero retardo frente al de conductor puesto que el espacio entre el tablero y el ocupante es mayor.

Es un dispositivo pirotécnico, que contiene un propelente sólido antienviejimiento (propergol), compuesto por azida de sodio 8 (NaN_3), nitrato potásico (NO_3K) y sílice (SiO_2), encerrado en una cámara de combustión sellada en forma de cápsulas. En el centro del generador de gas se introduce una cápsula de ignición que lleva su propia carga. En caso de accidente esta cápsula recibe un impulso eléctrico que la hace detonar, activándose el propergol, cuya combus-

tión produce el gas necesario (nitrógeno) para llenar la bolsa. El gas pasa de la cámara de combustión a la bolsa a través de unas rejillas laterales que tienen un efecto filtrante y refrigerante. El alojamiento para el generador se hace en acero de alta tensión. El airbag de acompañante, al ser de mayor tamaño, puede precisar de dos generadores de gas.

Por lo tanto en las industrias de montaje de este tipo de sistemas, debe existir una almacén de este tipo de producto pirotécnico, adecuadamente legalizado y con las medidas de seguridad, que se han estudiado en otros capítulo de esta publicación.

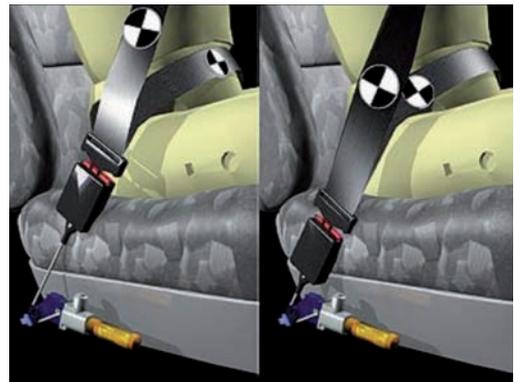


Imagen 21. Sistemas pirotécnicos en elementos de protección activa en automóviles. Airbag.



Consejo Superior de Colegios
de Ingenieros de Minas

Ingenieros de Minas, gestores de recursos

- **Energía y combustibles**
- **Espacios subterráneos y almacenamiento**
- **Gestión de calidad**
- **Gestión de recursos**
- **Ingeniería geológica**
- **Laboreo y explosivos**
- **Medio ambiente**
- **Metalurgia y materiales**
- **Obra civil y construcción**
- **Ordenación del territorio**
- **Seguridad laboral**

La Ingeniería de Minas, con orígenes disciplinares en el siglo XVIII, sigue en vanguardia en el XXI, demostrando eficacia y capacidad de adaptación a los cambios tecnológicos, económicos, laborales y sociales.

Los Ingenieros de Minas mantienen pleno dominio en sus campos específicos y en nuevas áreas de gestión del entorno natural. Conciencia ecológica, tecnología puntera y cultura empresarial son las bases de esta ingeniería, aportando valores y habilidades para la innovación continua.

De la tierra surgen los recursos que hacen posible la vida, gestionarlos desde los principios de la sostenibilidad es la labor del Ingeniero de Minas porque, precisamente, en las labores mineras se encuentra el origen de casi todo, de donde comienzan las cosas a serlo, desde las más cotidianas a las más sofisticadas.

La idea de fuente de la tierra como razón primigenia de materiales e instrumentos, unida al concepto de gestión y transformación, es la que permite que la sociedad funcione.

Hoy, el mercado demanda Ingenieros expertos en tecnologías extractivas y en gestión de recursos naturales, impulsado por sectores en pleno desarrollo: energético, aguas, rocas ornamentales, obras civiles subterráneas... El 70% de los Ingenieros de Minas trabaja en esos campos.

Esta profesión de larga historia proyecta su futuro en las más avanzadas tecnologías y en los más modernos sistemas de gestión, con un objeto preciso: **hacer más fácil la vida a los ciudadanos y gestionar responsablemente los recursos para dejar un mundo mejor a la sociedad de mañana.**

