



GUÍA 2023

Guía de riesgos derivados de Atmósferas Explosivas

Eva Ojeda y Ana Elena
Técnicos en Prevención
de Riesgos Laborales.

Índice de la Guía para la prevención de riesgos derivados de Atmósferas Explosivas

- 01. Definición ATEX**
 - 02. Tipos y clasificación ATEX**
 - 03. Normativa**
 - 04. Parámetros ATEX**
 - 05. Industrias**
 - 06. Medidas preventivas**
 - 07. Equipos de Protección Individual**
 - 09. Bibliografía**
-



EXPLOSIÓN INDUSTRIAL

Se entiende por **atmósfera explosiva** toda mezcla con el aire, en condiciones atmosféricas, de sustancias inflamables en forma de gases, vapores, nieblas o polvos, en la que, tras una ignición, la combustión se propaga a la totalidad de la mezcla no quemada. Debe cumplirse para que la atmósfera pueda considerarse como explosiva, el hecho de que la mezcla de las sustancias inflamables con el aire se produzca en condiciones atmosféricas. Estas condiciones se refieren a las condiciones de presión y temperatura habituales en el ambiente de trabajo.

En esta definición nos referimos a explosiones químicas producidas a partir de una reacción de combustión muy exotérmica. Se trata de una combustión rápida que genera gases calientes que se expanden, dando lugar a una onda de presión (onda aérea) y a un frente de llama que se propaga rápidamente.

La energía liberada en una explosión no tiene por qué ser necesariamente mayor a la producida a partir de una combustión simple, pero esta energía es liberada en un tiempo muy pequeño y por tanto con gran potencia.

En función de cómo se mezcle la sustancia inflamable con el aire, de su concentración y de cómo se produzca la ignición, se puede generar una combustión rápida en forma de llamarada o generarse un frente de llama y las citadas ondas de presión causando la explosión.

Estas explosiones normalmente se propagan en régimen de **deflagración**, es decir, la velocidad de avance del frente de llama es menor que la de la onda de presión. Avanzan por separado y la transferencia de energía entre ambas es menos eficiente que la detonación, donde avanzan juntas.

La **detonación** es un régimen de propagación de la explosión más severo, la velocidad de propagación es superior a la velocidad del sonido y la onda de presión, denominada también “onda de choque”, y el frente de llama avanzan acoplados. Este fenómeno es debido al efecto de compresión de la onda de choque, la cual genera una alta temperatura y da lugar a la autoignición de la mezcla inflamable que aún no se ha quemado.



02. TIPOS Y CLASIFICACIÓN ATEX

Podemos distinguir entre dos tipos de atmósferas explosivas en función de la composición y estado físico del combustible mezclado con el aire:

- **Atmósferas explosivas originadas por la presencia de gases:** En ellas se produce la mezcla de una sustancia inflamable en estado de gas o vapor con el aire, en la que, en caso de ignición, la combustión se propaga a toda la mezcla no quemada.

En función de la frecuencia con la que pueden originarse situaciones de riesgo por atmósferas explosivas, y del tiempo de permanencia de éstas, se establece la siguiente clasificación:

- **Zona 0:** lugar en el que la atmósfera gaseosa explosiva está presente en forma continua, durante largos períodos o períodos cortos y frecuentes.
- **Zona 1:** lugar en el que se prevé que la atmósfera de gas explosiva pueda estar presente de forma periódica u ocasionalmente durante el funcionamiento normal.
- **Zona 2:** lugar en el que no es probable que se produzca atmósfera explosiva gaseosa en funcionamiento normal y si se genera persiste solo durante un corto periodo.

- **Atmósferas explosivas originadas por la presencia de polvo:** El polvo combustible es materia particulada finamente dividida sin importar su tamaño, forma o composición química, que presenta un riesgo de incendio o explosión cuando se encuentra suspendida en el aire o en el medio de oxidación específico al proceso en una gama de concentraciones. A pesar de que las partículas de un polvo combustible pueden ser de cualquier tamaño, con carácter general, las partículas con un tamaño superior a 0,5 mm tienen una baja probabilidad de inflamación y explosión.

En zonas ATEX originadas por presencia de polvo, al igual que en ATEX originadas por la presencia de gases, en función de la frecuencia con la que pueden originarse y el tiempo de permanencia de éstas las podremos clasificar en:

- **Zona 20:** lugar en el que una atmósfera explosiva en forma de nube de polvo combustible está presente de forma permanente, durante largos períodos de tiempo o períodos cortos y frecuentes.

- **Zona 21:** lugar en el que se prevé que la atmósfera explosiva de polvo combustible pueda estar presente de forma periódica u ocasionalmente durante el funcionamiento normal.

- **Zona 22:** lugar en el que no es probable que se produzca una atmósfera explosiva en forma de nube de polvo combustible en funcionamiento normal y si se genera persiste sólo durante un corto periodo.

Las zonas ATEX es un método para clasificar el ambiente donde puede existir una atmósfera explosiva lo que conlleva facilitar la instalación de sistemas y/o aparatos que garanticen el nivel de seguridad adecuado.

AIRE Y GAS O VAPOR EXPLOSIVO		AIRE CON POLVO EXPLOSIVO
Zona 0	Atmósfera explosiva presente de modo permanente, por un período de tiempo prolongado o con frecuencia	Zona 20
Zona 1	La probabilidad de formación de una atmósfera explosiva es ocasional en condiciones normales de trabajo.	Zona 21
Zona 2	Presencia poco probable de atmósfera explosiva, y durante cortos períodos de tiempo	Zona 22

03. NORMATIVA ATEX



Existen **3 normativas** que regulan la PRL en Atmósferas Explosivas:

- **La Ley 31/1995 de PRL:** establece el cuerpo básico de las responsabilidades y garantías para una correcta protección de la salud de los trabajadores en el lugar de trabajo, dejando al desarrollo de normas reglamentarias la fijación de las medidas mínimas para la adecuada protección (art.43 Ley 31/1995 LPRL)
- **Real Decreto 681/2003:** sobre protección de la salud y seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de la presencia de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.

Directiva Europea 99/92/CE (ATEX-137).

- **Real Decreto 400/1996:** referente a los sistemas de protección y aparatos para uso en atmósferas explosivas.

Directiva Europea 94/9/CE (ATEX-100).





04 · PARÁMETROS ATEX

Hablando en términos generales de trabajos con atmósferas explosivas, podemos definir los siguientes **parámetros**:

- **Rango de explosividad:** la concentración de los elementos explosivos debe estar dentro de un rango en concreto. Es por ello por lo que se establecen dos límites:
 - **Límite Inferior de Explosividad (LIE):** concentración mínima de gases, vapores o nieblas inflamables en aire por debajo de la cual, no es explosiva la mezcla.
 - **Límite Superior de Explosividad (LSE):** concentración máxima de gases, vapores o nieblas inflamables en aire por arriba de la cual, no es explosiva la mezcla.
- **Temperatura de inflamación o punto de destello:** temperatura a la que el desprendimiento de vapores es suficiente para que se produzca la inflamación por la energía que proviene de un foco externo.
- **Temperatura de autoignición o de ignición:** con estas temperaturas los elementos entran en combustión espontánea (no requiere de foco externo).
- **Temperatura máxima superficial:** temperatura máxima alcanzada por un material sin convertirse en foco de inflamación.
- **Energía mínima de inflamación:** energía que se aporta a una atmósfera explosiva para que se produzca la inflamación.

Obligaciones del empresario:

El empresario debe tomar diversas medidas de carácter organizativo y técnico, cumpliendo con los principios básicos de la acción preventiva, combinándose con medidas preventivas contra la propagación de explosiones.

El empresario tiene la obligación de evaluar los riesgos de explosión, elaborar un documento de protección contra estas explosiones y clasificar en zonas las áreas que puedan ser atmósferas explosivas.

Debe evaluar los riesgos específicos teniendo en cuenta:

- Probabilidad de formación y duración de atmósferas explosivas.
- Probabilidad de presencia y activación de focos de inflamación.
- Instalaciones, sustancias, procesos industriales y sus probables interacciones.
- Proporciones de los efectos que se pueden prever.



05. INDUSTRIAS ATEX



Las principales industrias que tienen riesgo de sufrir incendios o explotaciones son:

- **Industria química >** En este tipo de industrias se llevan a cabo trabajos con líquidos, gases y sólidos incendiables, lo cual puede provocar mezclas explosivas.
- **Vertederos >** Pueden formarse gases inflamables y, para que estos no se escapan de forma que no se puedan controlar, se necesitan medidas técnicas importantes.
- **Centrales eléctricas >** Debido al transporte y el secado de carbones troceados, se originan polvos de carbón que pueden provocar mezclas explosivas.
- **Empresas de tratamiento de aguas >** El tratamiento de aguas generan gases de digestión que puede desembocar explosiones.
- **Empresas de suministro de gas >** Pueden formarse explosiones por escapes de gas natural provocadas por fugas.
- **Industria de la madera >** Cuando se trabaja con madera puede generarse polvos que provoquen mezclas explosivas.
- **Pintura y esmaltado >** El esmaltado de las superficies con pistolas de pintura provoca neblina, al igual que los vapores de disolventes. Estos pigmentos pueden ser combustibles.
- **Fabricación de metales ligeros y carpintería metálica >** El tratamiento llevado a cabo en este tipo de trabajos puede originar polvos explosivos metálicos.
- **Industria agropecuaria >** Hay explotaciones agrícolas en las que se usan instalaciones de biogás, por lo que, si se diera una fuga, se provocarían explosiones.
- **Reparación de vehículos >** Por lo general no existe un gran riesgo en esta industria, pero debe analizarse la probabilidad de formación de atmósferas explosivas si hay elementos inflamables.

- **Tintorerías y lavanderías >** Debido a los líquidos inflamables existentes.
- **Industria alimentaria >** El almacenamiento y transporte de los granos, harinas, etc pueden provocar polvos explosivos.
- **Industria farmacéutica >** Al emplearse disolventes, sustancias sólidas activas y explosivas, etc (paracetamol, lactosa).
- **Refinerías >** Todos los hidrocarburos utilizados en este tipo de industrias son inflamables y pueden provocar mezclas explosivas.
- **Reciclado de residuos >** Estos residuos pueden implicar riesgos de explosión por envases que no se hayan vaciado del todo.
- **Industria textil >** Almacenes, plantas de fabricación de fibras, plantas de procesado de lino, talleres de confección, etc.
- **Locales con productos químicos inflamables >** Industrias donde se pasen líquidos incendiables de un recipiente a otro, salas con compresores para gases, instalaciones donde se almacenen gases inflamables.
- **Industrias agrarias >** Elaboración de piensos, correctores vitamínico-minerales, secadero de cereales, etc.
- **Industrias forestales >** Fabricación de papel, aserraderos de madera y zonas de almacenamiento y manipulación.



06. MEDIDAS ATEX

Existen tres tipos de medidas: medidas organizativas, medidas preventivas y medidas de protección.

- **Medidas organizativas:** evitan que se cree la atmósfera explosiva, la explosión y disminuir los efectos si se llegan a producir.

- Evitar exposición de empleados al riesgo de explosión.
- Información y formación de los empleados.
- Permisos para realizar actividades con fuegos o cualquier fuente de inflamación, dados por la persona responsable competente.
- Disminuir al mínimo el número de empleados expuestos al riesgo.
- Planificar las revisiones y el mantenimiento de las instalaciones y equipos.
- Señalar zonas de riesgo.
- Ropa de trabajo de materiales que no provoquen electricidad estática.
- Programación de limpieza de las zonas de trabajo.
- Cualificación correcta y adecuada de los empleados.
- Realizar revisión y control de las zonas de riesgo.

- **Medidas preventivas:**

1. Medidas para controlar, evitar o determinar la atmósfera explosiva.

Actuación sobre sustancias inflamables:

- Sustituir o eliminar la sustancia inflamable.
- Disminuir la cantidad de sustancias peligrosas al mínimo de forma que la inflamación de la atmósfera explosiva no tenga consecuencias peligrosas.
- Trabajar en procesos húmedos: utilizar productos pastosos en lugar de pulverulentos.
- Actuar sobre la medición de los granos: a mayor tamaño, menor posibilidad de explosión.

Actuación sobre la concentración de la mezcla combustible-aire:

- Ventilación general por dilución: proporcionar cantidad suficiente de aire limpio para diluir atmósfera explosiva tratando de evitar que la concentración de inflamable llegue al LIE.
- Limpieza continua de depósitos de polvos: a través de limpieza con paños húmedos o de otra manera que sea apropiada a la evaluación de riesgos de la empresa, siempre y cuando no se utilicen sistemas que pongan en suspensión el polvo.
- Captación de polvos o vapores: extraer de manera localizada lo más cerca posible del foco de misión para evitar que los polvos inflamables y los vapores se dispersen.
- Trabajos en atmósferas inertes: el introducir un gas inerte (nitrógeno, por ejemplo) en atmósfera inflamable, implica que se empobreza la atmósfera de oxígeno y, por ende, sea imposible su inflamación.

Actuación sobre procesos:

- Diseñar procesos en los que sean menos peligrosos o que se actúe de manera que se minimicen o se escapen los gases.
- Segregación de procesos: separar los procesos con emisión.
- Transporte interno de forma que sea seguro mediante contenedores herméticos.
- Control de los puntos vulnerables existentes.
- Detectar los gases en las zonas de riego.

2. Medidas para evitar el riesgo por las fuentes de ignición.

Actuación sobre los equipos y materiales a utilizar:

- Equipos correspondientes a la clasificación de la zona: equipos anti-chispa, herramientas manuales, puesta a tierra, etc.
- Importante controlar el desgaste producido por el aumento de vibraciones, la lubricación de todas las partes móviles para prevenir la acumulación de polvo, etc.

Actuación sobre el proceso:

- Calentamiento indirecto.
- Refrigeración.
- Sistemas de control de gases, temperatura, presión, etc.
- Separadores magnéticos y gravitatorios para evitar las chispas de origen mecánico.

- **Medidas protección:**

Son medidas para disminuir los efectos de la explosión, las cuales deben estar respaldadas por un estudio en específico para cada una de las instalaciones ATEX. Los sistemas que determinan los efectos de la explosión deben diseñarse para disminuir dicha explosión para así evitar la propagación y se pueda controlar antes de que se vuelva peligroso.

- Dispositivos de descarga de la presión de explosión > para proteger el sistema contra cualquier presión que sobrepase los límites.
- Equipos que resistan a la explosión > para resistir ante la presión máxima de la explosión y/o la onda de choque.
- Sistemas de control técnico > válvulas de cierre rápido, apagallamas, etc.
- Actuar sobre configuración de los locales > interposición de obstáculos, alejamiento, construcción de locales con materiales ignífugos.
- Control de la onda de presión y del frente de llama > mediante supresores de explosión que impiden que se desarrollan altas presiones.





07 EPIs ATEX

En cuanto a los **equipos y sistemas de protección** que deben utilizarse en atmósferas potencialmente explosivas, el Real Decreto 144/2016 de 8 de abril, excluye del ámbito y objeto de aplicación a los Equipos de Protección Individual para atmósferas ATEX. Sin embargo, éstos deberán proporcionar el nivel adecuado de seguridad respecto a una explosión tal y con se define en dicha normativa.

El Real Decreto 681/2003 de 12 de junio sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de la formación de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo establece, dentro de las disposiciones mínimas destinadas a mejorar la seguridad y la protección de la salud de los trabajadores potencialmente expuestos a atmósferas explosivas, que se deberá proveer a los trabajadores de calzado antiestático y ropa de trabajo adecuada hecha de materiales que no acumulen cargas electrostáticas susceptibles de causar la ignición de atmósferas explosivas.

No olvidemos que la principal protección contra las descargas electrostáticas será la adecuada puesta a tierra. Es fundamental que los trabajadores que desarrollan su trabajo en zonas clasificadas con energía mínima de ignición menor de 10 mJ estén debidamente puestos a tierra para evitar que se carguen electrostáticamente, independientemente de que la evaluación de riesgos determine la necesidad del posible uso de EPI disipativos.

Los **Equipos de Protección Individual** destinados disipar las cargas electrostáticas que puedan acumularse en atmósferas potencialmente explosivas son los siguientes:

Calzado de protección: Existen dos tipos de calzado de protección para conectar a las personas a tierra, evitando que se carguen electrostáticamente:

- **El calzado antiestático** se debe utilizar cuando sea necesario minimizar la acumulación electrostática mediante la disipación de las cargas, pero el riesgo de choque eléctrico no se ha eliminado completamente. Este tipo de calzado es adecuado para uso general.



- **El calzado conductor** se debe utilizar cuando es necesario minimizar la carga electrostática en el menor tiempo posible (por ejemplo, cuando se manipulan sustancias con energía mínima de ignición muy baja). Por el contrario, no debe llevarse cuando exista riesgo de contacto eléctrico accidental, no siendo adecuado su uso general.

Durante el uso, la resistencia eléctrica del calzado fabricado con material conductor o anties-tático puede cambiar significativamente debido la flexión, la suciedad y la humedad, por lo que es necesario garantizar que su función disipativa no disminuye con el paso del tiempo. Por ello se recomienda al usuario establecer un programa de control y seguimiento de la re-sistencia eléctrica del calzado.

Así mismo, no debe introducirse ningún elemento aislante, a excepción de los calcetines, en-tre la plantilla del calzado y el pie del usuario. Si se introduce cualquier elemento entre la plan-tilla y el pie, deberían comprobarse las propiedades eléctricas de la combinación introducida.

- **Ropa de protección:** En cuanto a los requisitos electrostáticos relativos al material, la norma téc-nica armonizada UNE-EN 1149-5:2018 recoge los requisitos de comportamiento de material y diseño. Para considerar que tiene disipación electrostática se debe satisfacer al menos uno de los siguientes requerimientos:

- Tiempo de semi-disipación (t_{50}) menor de 4s
- Factor de protección (S) mayor de 0,2
- Resistencia superficial R menor o igual a $2,5 \times 10^9$

Para determinar la ropa de protección más adecuada al tra-ba-jo a desarollar es fundamental consultar la información sumi-nistrada por el fabricante en el manual informativo donde se indican, entre otros aspectos, los requisitos electrostáticos re-lativos al material de la ropa de protección. Además, la prenda deberá ir marcada con el pictograma de protección contra la electricidad estática junto con la referencia a la norma específica:



- **Guantes de protección con propiedades electrostáticas:** En el caso de ser necesario el uso de guantes de protección con propiedades electrostáticas en el lugar de trabajo, éstos deberán cumplir con la norma UNE-EN 16350:2014, de manera que se garantice la continuidad eléctrica entre objetos conductores aislados con las manos provistas de guantes y las manos del trabajador. La citada norma incluye un método de ensayo para medir la resistencia eléctrica a través del material (resistencia vertical) y los requisitos que deben cumplir los guantes de protección con propiedades electrostáticas con la indicación de que sólo serán efectivos si el trabajador que los lleva está conectado a tierra con una resistencia inferior a 10^8

El marcado de los guantes conforme a la norma UNE-EN 16350:2014 debe hacerse atendiendo a la norma UNE-EN ISO 21420:2020 que especifica, entre otros requisitos, la obligatoriedad de uso del pictograma de protección contra la electricidad estática arriba citado.

El comportamiento electrostático disipativo de los guantes de protección, al igual que en el caso de la ropa, puede verse afectado por el uso, rasgado, limpieza y posible contaminación. Por ello, es muy importante seguir rigurosamente las instrucciones de limpieza dadas por el fabricante, ya que sólo así podremos garantizar que se mantienen las propiedades disipativas después de someterse al proceso de limpieza. Asimismo, deben seguirse las instrucciones de uso indicadas por el fabricante entre las que se incluyen advertencias tales como el uso simultáneo con calzado disipativo, no quitarse la ropa en presencia de atmósferas explosivas y la necesidad de un buen ajuste de la prenda al trabajador.



BIBLIOGRAFÍA

- INSST [Guía técnica Atmósferas explosivas](#).
- Dekra [Clasificación áreas Atmósferas explosivas](#).
- Universidad Zaragoza [Medidas preventivas ATEX](#).
- Universidad Zaragoza [Medidas preventivas ATEX](#).
- Atmósferas explosivas [Normativas ATEX](#).
- Haleco [Cómo asegurar zonas ATEX](#).
- Nota técnica de Prevención [Equipos de protección individual](#).

