

FICHA TÉCNICA

AUTOR: DAIMIEL MORA, Carlos.

TÍTULO: Electricidad estática: ¿un simple susto o peligro real?

FUENTE: *Gestión Práctica de Riesgos Laborales*, nº 32, pág. 18, noviembre 2006.

RESUMEN: Puede que la electricidad estática sea más conocida por las pequeñas descargas que a veces se sufre en la punta de los dedos al tocar a personas u otros objetos cotidianos que por ser responsable de graves incendios o explosiones en determinadas actividades industriales. Conocer los mecanismos que provocan su aparición, los riesgos asociados a su presencia en ambientes laborales y saber aplicar medidas preventivas tendentes a minimizar sus efectos negativos no sólo compete a los ergónomos encargados de diseñar ambientes de trabajo confortables en áreas de oficinas sino también, y especialmente, a los técnicos de seguridad dedicados a la prevención de incendios y/o explosiones en instalaciones industriales.

DESCRIPTORES:

- Electricidad estática.
- Descargas disruptivas.
- Disconfort electrostático en áreas de oficinas.
- Riesgo de incendio y explosión.
- Contaminación electrostática.
- Materiales antiestáticos.

Electricidad estática: ¿un simple susto o peligro real?

Desde las losetas de caucho o los materiales sintéticos utilizados en el suelo, hasta las cintas transportadoras o las correas de transmisión de la maquinaria pueden producir electricidad estática; también la manipulación de combustibles líquidos, como el gasoil o alcohol, o algunos procesos de fabricación. Conocer qué medidas preventivas y de protección son las más adecuadas es vital para garantizar la salud y la seguridad de los trabajadores.

Carlos Daimiel Mora, técnico superior en *Prevención de Ibermutuamur*.

Quién no ha sentido en algún momento de su vida los efectos y manifestaciones físicas de lo que comúnmente se denomina *estática* o, más técnicamente, *electricidad estática*. Quién no ha realizado con fascinación la experiencia de frotar la carcasa de plástico de un bolígrafo con su manga para observar, con curiosidad, cómo atrae bolitas de lana o trocitos de papel. Fue el filósofo griego Tales de Mileto el que hace unos 2.500 años describió este fenómeno al frotar trozos de ámbar y descubrir sus mágicas atracciones sobre pequeños objetos, dando origen a la palabra *elektron* que es la designación griega para el ámbar. Otros ejemplos cotidianos de la manifestación de la electricidad estática son la repulsión que sufre el cabello cuando lo cepillamos, la descarga que se produce si tocamos la ropa de otra persona cuando el suelo es de moqueta, o la pequeña sacudida que recibimos al bajar del automóvil y acercar la mano a la puerta.

Los ejemplos anteriores, que pueden ser más o menos anecdóticos e inofensivos, resultan mucho más peligrosos cuando las descargas electrostáticas se producen en el ámbito laboral, en ambientes donde existe presencia de sustancias con propiedades inflamables y/o explosivas, y donde las consecuencias de la electricidad estática pueden ser dramáticas. Actividades tan cotidianas en la industria como el trasvase de líquidos inflamables de unos a otros recipientes de almacenamiento, la carga y descarga de cisternas de abastecimiento de combustibles en las estaciones de servicio, o el almacenamiento en silos de polvos potencialmente explosivos como la harina pueden generar, y de hecho han provocado, incendios y explosiones de extrema gravedad que han tenido su origen en descargas electrostáticas accidentales.

En una situación intermedia entre las propiedades más o menos curiosas de la electricidad estática y los riesgos potenciales de incendio y explosión asociados a este fenómeno, pero de una gran importancia económica para las empresas, también se encuentran los problemas que pueden afectar a la productividad de las líneas de fabricación y a la calidad de los productos terminados. En efecto, la generación de electricidad estática suele provocar la acumulación de partículas de polvo en superficies con carga estática causando atracción de partículas sólidas con los consiguientes problemas de acumulación de su-

cidad en productos terminados, aumento de atarque de líneas, colmatación de filtros, tamices obstruidos, tuberías de conducción bloqueadas, pintura y recubrimientos superficiales no distribuidos homogéneamente, etc.

Para evitar los accidentes con la electricidad estática es preciso realizar un breve análisis de la problemática que pueden crear en determinadas actividades laborales y dar un repaso de las posibles soluciones que hoy día existen en el mercado para contrarrestar su efecto negativo, tanto en relación con las molestias causadas por su presencia en las áreas de oficinas –lo que entraría en el campo de estudio de la ergonomía ambiental–, como en su aspecto más dañino como son los posibles incendios y/o explosiones que se pueden generar en áreas con este tipo de riesgo –objeto de análisis por parte de la seguridad industrial–.

Fundamentos físicos de la electricidad estática

El término *electricidad* define, en general, un fenómeno físico-químico asociado al movimiento de electrones a través de un determinado material. Básicamente, es posible distinguir tres tipos:

- > **Electricidad por corriente alterna:** generada en los centros de producción y utilizada a diario a través del suministro realizado por las compañías eléctricas.
- > **Electricidad por corriente continua:** generada por las pilas, las baterías, los acumuladores, etc.).
- > **Electricidad estática:** es un tipo de energía que resulta de un exceso de carga eléctrica que acumulan determinados materiales, normalmente por rozamiento.

En los dos primeros tipos se produce una circulación dinámica de las cargas, mientras que la electricidad estática se caracteriza porque los materiales forman cargas eléctricas que no se desplazan. Debido al objetivo de este artículo, nos centraremos en exclusiva en el análisis de los fundamentos de este último tipo de electricidad.

Unas breves nociones de química fundamental permitirán comprender mejor el fenómeno de la electricidad estática. Las teorías atómicas

modernas afirman que la materia está constituida, básicamente, por tres tipos de partículas: los protones (con carga eléctrica positiva), los electrones (con carga eléctrica negativa) y los neutrones (sin carga eléctrica). Con esta estructura, los átomos tienden al equilibrio y adoptan una distribución espacial de forma que los protones se sitúan junto con los neutrones en el núcleo atómico mientras que los electrones se mueven vertiginosamente sin una posición fija alrededor de ellos. Se consigue la neutralidad eléctrica y, como consecuencia, una gran estabilidad. Sin embargo, esta estructura ideal sufre pequeñas modificaciones en materiales como los conductores y los aislantes –también denominados *dieléctricos*–.

- > **Materiales conductores:** debido a su estructura electrónica superficial, los electrones más alejados del núcleo adquieren una enorme libertad de movimiento dentro de sus átomos convirtiéndose en verdaderos vehículos de transporte de carga eléctrica. Éste es el caso de ciertos materiales como los metales, excelentes conductores de las cargas eléctricas.
- > **Materiales aislantes:** en contrapartida con los conductores, existen materiales en los que su estructura atómica no les permite a los electrones ese grado de motilidad y se encuentran firmemente unidos a sus correspondientes átomos, estando muy limitado el desplazamiento de cargas a través de ellos. A estas sustancias se las denomina aislantes o dieléctricas y pertenecen a esta categoría materiales tan frecuentes como el vidrio, el plástico, la madera, la moqueta, etc.

Aunque evidentemente existen situaciones intermedias entre los conductores y los dieléctricos, la diferencia en el comportamiento de las sustancias respecto del desplazamiento de las cargas en su seno depende del tipo de átomos que forman su estructura atómica. Pero *¿cómo un material en principio eléctricamente neutro se puede cargar de electricidad estática?* Para explicarlo de manera sencilla, es preciso tener en cuenta que existen tres formas básicas de producir cargas estáticas en los materiales:

- > **Electrización por contacto:** un material neutro adquiere una determinada carga eléctrica al ponerse físicamente en contacto con otro material previamente electrificado. En este caso, existe un flujo electrónico desde el

cuerpo que posea mayor densidad hacia el que tenga menor proporción de carga, manteniéndose el movimiento eléctrico hasta que ambos cuerpos se igualen eléctricamente (Figura 1). Ambos materiales, por tanto, quedarán cargados con el mismo signo. En estos casos, un material con carga puede transmitir su carga eléctrica a todos los objetos con los que entre en contacto y ser el origen de la contaminación por electricidad estática.

- > **Electrización por fricción:** debido a un proceso mecánico de fricción entre dos superficies diferentes puede producirse un intercambio electrónico entre ambas provocado por su diferente capacidad para retener a los electrones superficiales. En este caso, como se puede ver en la figura 2, uno de ellos se queda cargado negativamente (el que tenga mayor afinidad por los electrones) y el otro, positivamente (el que la tenga menor). Normalmente, la fricción genera más cantidad de electricidad estática que el mero contacto ya que entran en juego una mayor presión entre las

superficies, la velocidad de desplazamiento de ambas y el calor generado en el proceso.

- > **Electrización por inducción:** en este caso no es necesario el contacto directo entre superficies. Un cuerpo previamente cargado eléctricamente puede *inducir* en objetos cercanos una separación selectiva de cargas, alterando su neutralidad eléctrica original y provocando una redistribución de sus cargas. Su carga neta no sufre alteraciones pero las zonas próximas al cuerpo inductor se quedan cargadas con signo opuesto al de éste y las más alejadas acumulan cargas de su mismo signo.

Como se puede ver en la figura 3 (página 21), si se acerca un elemento inductor con carga eléctrica (en este ejemplo con carga negativa) a un material conductor aislado en estado neutro (1) se produce una separación de cargas inducidas en función de la carga del inductor. Cuando se conecta a tierra (2) o alguna persona toca al conductor se elimina la carga en ese punto (3) y el material inducido tiende a redistribuir las car-

gas a lo largo de toda su superficie en el momento en que se retira la toma de tierra (4) o la persona dejase de tocar el material.

Una vez que se conoce cómo se pueden generar cargas electrostáticas, cabe preguntarse: *¿Todos los cuerpos que se ponen en contacto o que están en fricción adquieren cargas estáticas? O, dicho de otra forma, ¿qué requisitos deben cumplir los materiales para generar y acumular electricidad estática?* Para ellos, es preciso ver el comportamiento de algunos materiales:

- > **Los materiales conductores** no son capaces de acumular electricidad estática, ya que su elevado grado de conductividad eléctrica hace que los electrones generados por contacto o por fricción se desplacen y redistribuyan a gran velocidad a través de toda su superficie (esta propiedad es aprovechada para utilizar compuestos metálicos muy conductores como excelentes vehículos de transporte de electricidad).

Sin embargo, si un material conductor se carga de electricidad estática y no puede disiparla por encontrarse aislado, puede acumular gran cantidad de carga electrostática en su superficie. Esto es lo que ocurre, por ejemplo, cuando al bajar de un vehículo se sufre una descarga al tocar la puerta; el constante roce del aire con la chapa es el elemento generador de estática que no puede disiparse debido al aislamiento que producen las ruedas de caucho del coche. Puesto que el cuerpo humano es un buen conductor de la electricidad, al tocar la puerta se *funciona* de puente para liberar la electricidad estática del vehículo hacia el suelo sufriendo una molesta sensación en la punta de los dedos.

- > **Los materiales aislantes o dieléctricos** son excelentes acumuladores de electricidad estática al tener una gran retención intrínseca a desplazar en su seno las cargas generadas por contacto, fricción o inducción.

Lógicamente, el comportamiento dieléctrico de los materiales dependerá de su estructura química interna apareciendo sustancias con una mayor o menor capacidad para generar y acumular carga eléctrica y para que esa carga sea de signo positivo o negativo. Aparece así la denominada *serie triboeléctrica* que clasifi-

FIGURAS 1 Y 2

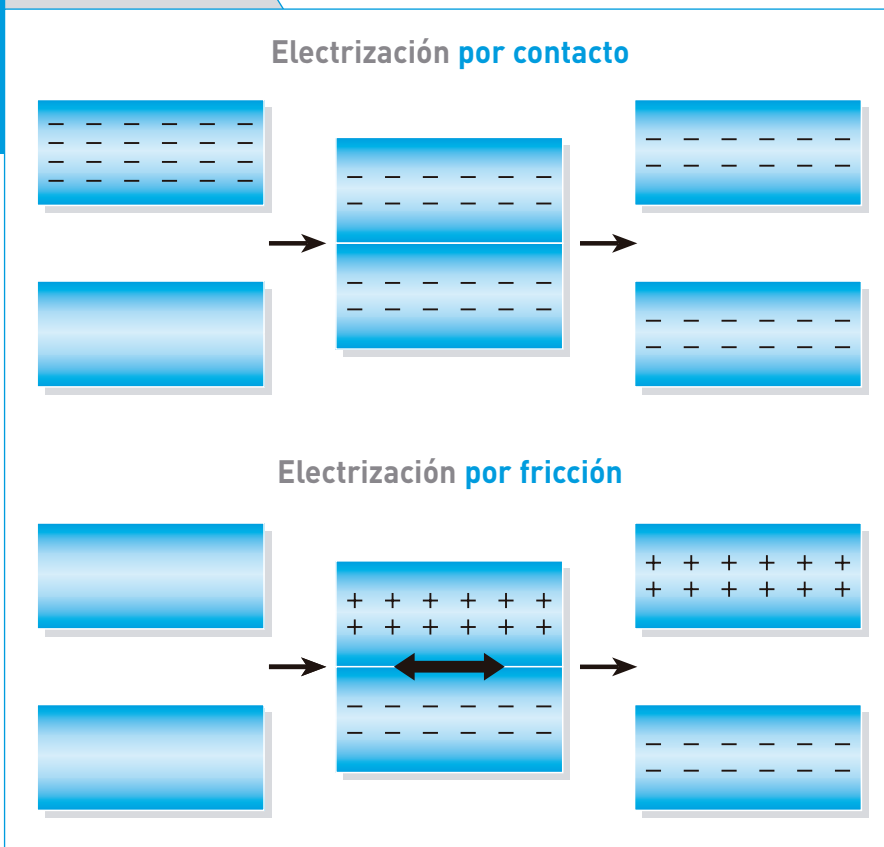
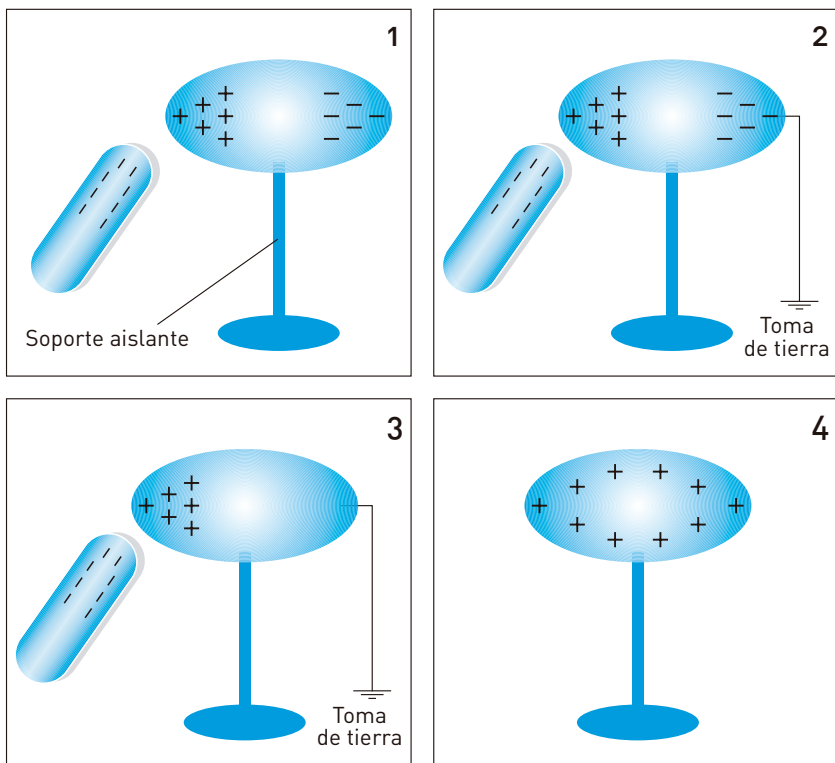


FIGURA 3

Electrización por inducción



ca a los materiales aislantes en función de capacidad para generar electricidad estática y del sentido positivo o negativo de la misma. Algunos materiales de esta serie aparecen en la tabla 1.

Así, por ejemplo, frotar una pieza de vidrio con otra de teflón y separarlas posteriormente daría lugar a una carga electrostática negativa sobre la pieza de teflón y otra de igual magnitud y carga positiva sobre la de vidrio.

Finalmente, puede surgir la siguiente pregunta: *¿Cómo se producen las descargas electrostáticas violentas?* La respuesta es sencilla, ya que cuando entre un conductor aislado o un material dieléctrico cargado de electricidad estática y otro buen conductor eléctrico (puede ser una toma de tierra) se produce una gran diferencia de potencial y se sobrepasa el poder dieléctrico del aire, la energía electrostática se libera en forma de chispazo bien visible y, en muchos casos, también audible. Es lo que en términos técnicos se denomina *descarga disruptiva*.

Así, la electricidad estática se genera por contacto, fricción o inducción de materiales aislantes y de materiales conductores que se encuentran aislados; y puede liberarse en forma de violentas descargas eléctricas puntuales cuando se ponen en contacto con otro material buen conductor de la electricidad.

Actividades o tareas que pueden generar electricidad estática

Por el análisis realizado sobre la generación, acumulación y descarga violenta de cargas electrostáticas, es posible sospechar que existen multitud de situaciones laborales en las que puede estar presente este fenómeno. Una relación no exhaustiva de esas situaciones es la siguiente:

> **Desplazamiento de personas por instalaciones con suelos aislantes.** Es habitual en oficinas con suelos sintéticos (moquetas, parqué, corcho, plaquetas acrílicas,

alfombras, etc.), en conjunción con dos circunstancias que favorecen la generación de estática: ambiente muy seco debido a una deficiente regulación del aire acondicionado y el uso de ropa de vestir con alto contenido en fibras artificiales. También puede darse esta situación en talleres o naves industriales con suelos con revestimientos sintéticos y ropa de trabajo de los operarios donde predominan los tejidos acrílicos.

- > **Desplazamiento de equipos de trabajo o vehículos de logística por instalaciones con suelos aislantes.** Los movimientos de determinados equipos de trabajo dotados de ruedas que los aíslan del suelo (carritos, estanterías metálicas, escaleras portátiles, andamios con ruedas, etc.) o de vehículos logísticos (carretillas elevadoras, traspalets, furgonetas de reparto, etc.) sobre superficies de naves o talleres con revestimientos aislantes (pinturas plásticas o acrílicas, losetas de caucho, plaquetas sintéticas, etc.) pueden generar cantidades no despreciables de carga estática.
- > **Contacto o fricción entre materiales aislantes** que forman parte de las estructuras de maquinaria, equipos de trabajo y recipientes

TABLA 1

Materiales aislantes según su capacidad para generar electricidad estática

+	Vidrio
	Cabello humano
	Nylon
	Lana
	Piel
	Aluminio
	Poliéster
-	Papel
	Algodón
	Goma
	Acrílicos
	Poliuretano
	PVC
	Teflón

de almacenamiento. Numerosas piezas y elementos estructurales de determinadas máquinas y equipos de trabajo que por su función específica se encuentran en continuo movimiento, como cintas transportadoras, correas de transmisión de motores, rodillos, ejes, etc. pueden originar problemas de estática difíciles de solucionar si son de materiales dieléctricos (plástico, caucho, goma, teflón, etc.) y, además, no disponen desde su diseño de conexiones equipotenciales de sus partes metálicas y tomas de tierra adecuadas.

- > **Contacto o fricción de materias primas y/o productos elaborados en estado sólido con partes estructurales aisladas eléctricamente** que forman parte de maquinaria, equipos de trabajo y recipientes de almacenamiento. La manipulación de materias en forma sólida en el sector industrial genera problemas de acumulación de carga estática, tanto en su fase de fabricación, como en el posterior proceso de transporte y almacenamiento.

Los procesos productivos de materiales en forma sólida que requieren en alguna de sus etapas de fabricación pasar por la fase de lámina o película (papel, plástico, tejidos sintéticos, caucho, goma, etc.) y que afectan a sectores de actividad muy importantes (papeleras, artes gráficas, industria del plástico, fabricación textil, automoción, etc.) son un verdadero problema de generación de electricidad estática. De igual forma, este problema puede ser importante en procesos de fabricación en los que las materias primas sólidas deban ser sometidas a procesos de vertido, mezcla, agitación, filtrado, centrifugación, envasado, etc. en equipos de trabajo aislados o con conexiones de toma de tierra deficientes o inexistentes.

También se da esta situación en el transporte y almacenamiento de materiales sólidos pulverulentos, como harina, soja, grano, semillas, almidón, metales y plásticos en forma de polvo, etc. En estos casos el origen del problema se encuentra en el rozamiento continuo de estos materiales con las superficies de conducciones, tuberías, tornillos sin fin, filtros, tamices, etc. o al ser almacenados a granel en recipientes y/o silos con deficiente tratamiento antiestático.

- > **Contacto o fricción de materias primas y/o productos elaborados en estado lí-**

quido con partes estructurales aisladas eléctricamente que forman parte de maquinaria y equipos de trabajo. La situación es análoga a la comentada en el punto anterior, con la única diferencia de que la fase móvil es un líquido. Para dar una idea de la magnitud del problema se puede poner como ejemplo la enorme cantidad de líquidos combustibles (gasolina, gasoil, fuel oil, alcoholes, etc.) que a diario se necesita trasegar utilizando para ello mangueras (suministro de gasolineras por parte de camiones cisterna, por ejemplo) o tuberías fijas (tránsito de derivados del petróleo en refinerías y petroquímicas, por citar otro ejemplo). La lucha contra la electricidad estática en estos casos representa uno de los retos preventivos más importantes de las actividades citadas por el enorme riesgo de incendio y explosión que puede representar la aparición de una descarga disruptiva en un ambiente con vapores inflamables o con atmósferas explosivas.

El problema se repite, aunque en menor escala, en los almacenes de productos inflamables de innumerables empresas en la que a diario se almacenan, manipulan y mezclan sustancias tan peligrosas como pinturas, lacas, barnices, disolventes, desengrasantes, desinfectantes, etc. En estas operaciones abundan mangueras, recipientes metálicos, bidones, embudos, bombas, etc. cuyo tratamiento antiestático es prácticamente nulo.

Riesgos asociados a la generación de electricidad estática

Los efectos negativos provocados por la acumulación de cargas electrostáticas pueden ir desde la incomodidad que se experimenta al recibir una descarga en la punta de los dedos al tocar una puerta, hasta las dramáticas consecuencias que origina una explosión en instalaciones donde se manejan sustancias altamente explosivas. Por ello, la lógica aconseja clasificar los riesgos asociados a la aparición de este fenómeno en tres categorías en función de las consecuencias negativas para los trabajadores.

- > **Aparición de movimientos reflejos involuntarios:** normalmente los efectos fisiológicos de las descargas electrostáticas se limitan a una molesta sensación de picazón o escozor

en la piel que suele llevar asociado un acto reflejo instintivo con sacudida muscular más o menos violenta. Aunque no suele provocar lesiones, se trata de una situación ciertamente molesta que si se repite con frecuencia debe ser tratada correctamente. La técnica preventiva encargada de aportar soluciones en este caso es la Ergonomía Ambiental, ciencia dedicada a analizar las situaciones de disconfort que aparecen en los puestos de trabajo aportando soluciones preventivas cuyo objetivo es la mejora continua del medio ambiente en el que se desenvuelve el trabajador.

- > **Aparición de movimientos reflejos involuntarios asociados con otras situaciones de riesgo:** lo anecdótico que resultan los actos reflejos musculares provocados por las descargas electrostáticas se convierte en un auténtico problema de seguridad cuando son sufridos por trabajadores que simultáneamente realizan otras operaciones de riesgo. Entre ellas merece la pena destacar los trabajos en altura (que pueden provocar la caída del trabajador), la manipulación manual de cargas con cierto peso por parte de un trabajador (lo normal es que suelte violentamente la carga atrapándole las manos o las piernas) o realizar operaciones con su equipos de trabajo (con los consiguientes riesgos de quedar atrapado, de aplastamiento, cortes, golpes, etc.). Estas situaciones sí pueden generar accidentes de trabajo muy graves y, por tanto, deben ser analizadas y tenidas en cuenta en las medidas preventivas previstas por las evaluaciones de riesgos de esos puestos.

- > **Generación de incendios y/o explosiones:** probablemente sea el riesgo más evidente y de mayor gravedad relacionado con la electricidad estática. La conjunción de descargas electrostáticas disruptivas en ambientes donde existen vapores inflamables o explosivos por encima de sus correspondientes límites inferiores de inflamabilidad o explosividad respectivamente, puede llevar aparejada la aparición de incendios y explosiones de extrema gravedad.

En estos casos, sería imperdonable desde el punto de vista preventivo que las instalaciones, los locales, los equipos de trabajo, los sistemas de almacenamiento, los vehículos e, incluso, las personas, no dispusieran de todos los recursos técni-

cos disponibles para evitar la generación, acumulación y descarga violenta de cargas electrostáticas que pudieran provocar un autentico desastre. En este sentido hay que recordar que la normativa española establece unos requisitos muy severos para evitar la electricidad estática en todas las instalaciones y procesos de trabajo donde exista riesgo de incendio y explosión, exigibles por imperativo legal a todas las empresas que estén en esa situación.

Medidas de prevención y protección frente a la electricidad estática

Observando la magnitud de las posibles consecuencias negativas de la materialización de alguno de los riesgos relacionados en el apartado anterior, no cabe duda de que es necesario arbitrar soluciones prácticas frente a la generación, acumulación y posible descarga de las cargas electrostáticas.

Estas actuaciones pueden estar encaminadas directamente hacia la eliminación de cualquier posibilidad de generación de electricidad estática (denominadas *medidas de prevención*) y que son, sin duda, las más eficaces y efectivas contra este fenómeno; en caso de que sea inevitable su aparición, es preciso disiparlas antes de que alcancen un potencial peligroso y produzcan una descarga violenta en forma de chispazo (son las conocidas como *medidas de protección*). Desgraciadamente no siempre es posible eliminar en origen la irrupción de cargas electrostáticas peligrosas (como sería deseable desde el punto de vista de la prevención), por lo que es necesario recurrir a medidas de protección adicionales que minimicen sus efectos.

Las medidas de prevención y de protección más eficaces en la lucha contra la electricidad estática son las siguientes:

> **Elección adecuada de materiales en instalaciones y equipos de trabajo desde la fase de diseño.** Está claro que si las potenciales descargas electrostáticas son un problema de gravedad para la actividad productiva (refinerías, logística de líquidos inflamables, papeleras, etc.), para determinadas instalaciones o locales (almacenamiento y trasiego de líquidos inflamables, locales con riesgo de incendio o explosión, etc.) o para determinados elementos específicos de equipos de trabajo (cintas transportadoras, bombas, válvulas, filtros, rodillos, mangueras, etc.), es imprescindible que desde su diseño se incorporen la mayor cantidad posible de elementos metálicos (que favorecen el movimiento y disipación de cargas electrostáticas) y se evite la presencia de materiales dieléctricos generadores de estática. En este sentido, se pueden citar como ejemplos:

Los efectos negativos provocados por la acumulación de cargas electrostáticas pueden ir desde la incomodidad que se experimenta al recibir una descarga en la punta de los dedos hasta las dramáticas consecuencias que origina una explosión.

• Suelos conductores antiestáticos de losetas o alfombras conductoras.

• Tratamientos superficiales antiestáticos en partes sometidas a fricción en los equipos de trabajo (poleas, rodillos, cintas transportadoras, etc.).

• Incorporación de mangueras para líquidos inflamables con almas metálicas y conexión a tierra.

• Uso de elementos no conductores, como barandillas, pomos de puertas, escaleras y

andamios con ruedas, mobiliario, recipientes antiestáticos, etc.

Como esta medida es de difícil aplicación práctica en algunos casos y nunca es posible asegurar riesgo cero, en la mayoría de las ocasiones debe ser complementada con alguna o algunas de las que se relacionan a continuación:

> **Conexión equipotencial de todos los elementos conductores entre sí complementado con la toma de tierra.** La conexión física entre los diferentes elementos metálicos de una instalación o de un equipo de trabajo y su posterior puesta a tierra es una medida esencial y a menudo suficiente para evitar la generación de electricidad estática. Hay que recordar que partes estructurales metálicas como tuberías enterradas, tanques de almacenamiento apoyados en el suelo o equipos de trabajo con buena sustentación sobre el suelo se pueden considerar como puestos a tierra.

> **Control de la humedad relativa del aire.** La acumulación de cargas electrostáticas sobre



© Stock Photos, 2006

las superficies puede verse minimizada con un incremento de su conductividad eléctrica favorecido por humedades relativas del aire elevadas. Teóricamente, con una humedad relativa del aire por encima del 60 por ciento las cargas electrostáticas prácticamente desaparecen. De hecho, el Real Decreto 486/97 que regula las condiciones de seguridad y salud que deben cumplir los lugares de trabajo establece que en locales donde exista riesgo de presencia de electricidad estática, *“la humedad relativa del aire será como mínimo del 50 por ciento”*.

La manera más eficaz de lograr humedades relativas constantes por encima de ese valor del 60 por ciento es incorporando la humidificación a los sistemas centralizados de aire acondicionado de las instalaciones; si ello no fuese posible, podría conseguirse con aparatos independientes de humidificación instalados estratégicamente en los lugares donde se prevea acumulación de estática. En este punto es preciso recordar un aspecto importante: no conviene superar el 80 por ciento de humedad ya que podríamos conseguir que aumentase peligrosamente la carga microbiológica del aire propiciando la posible aparición de otros problemas laborales de tipo respiratorio debido a ese factor.

- > **Tratamientos superficiales.** Otra forma práctica de potenciar la conductividad eléctrica de las superficies, e indirectamente de reducir la acumulación de cargas electrostáticas, es mediante su tratamiento con detergentes, pinturas, lubricantes, impregnados y otras sustancias polares específicas que favorezcan la formación de películas superficiales conductoras. Suelen aplicarse sobre las superficies mezclados con agua y, aunque con el uso van perdiendo su eficacia, su incorporación como tratamiento periódico y programado puede dar excelentes resultados prácticos.
- > **Ionización del aire.** La disipación de cargas electrostáticas también se puede conseguir mediante la ionización del aire en las proximidades de las superficies cargadas. En condiciones óptimas, el aire se hace suficientemente conductor eliminando de esta forma la electricidad estática generada. Los dispositivos utilizados se denominan *ioniza-*

dores, neutralizadores o eliminadores de electricidad estática y suelen utilizar como fuentes de ionización radiaciones ionizantes tipo rayos α , β o γ , Rayos X, electrodos de alta tensión o neutralizadores de llama. Hay que tener en cuenta que la fabricación y distribución de los ionizadores con fuentes radioactivas requiere homologación por parte de la Administración o consejo regulador en esta materia.

- > **Elección adecuada de ropa de trabajo.** Es de suma importancia, sobre todo cuando el trabajador deba desenvolverse en atmósferas altamente inflamables o explosivas. Para ello, se deben utilizar prendas con altos contenidos en algodón o tejidos comercializados como antiestáticos (evitar en todo momento tejidos sintéticos como el nylon, rayón o lycra o naturales como la seda o la lana) y dotar a los operarios de calzado de seguridad con suelas de goma o sintéticas aislantes.

Hoy día el mercado de ropa de trabajo puede suministrar sin ningún problema estos elementos con materiales antiestáticos incorporados a monos, batas, chalecos, delantales, manguitos, polainas, gorros, guantes, etc.

- > **Equipos de protección individual específicos de seguridad antiestática.** Como complemento preventivo a la ropa de trabajo, es posible utilizar equipos de protección individual específicos, como calzado de seguridad antiestático de cualquier tipo (zapatos, botas, zuecos, etc.), muñequeras metálicas conductoras, gafas de seguridad, guantes antiestáticos, etc., o soluciones tan originales como la incorporación de taloneras o punteras conductoras al calzado normal.
- > **Otros dispositivos y elementos de protección antiestática.** Dentro de la enorme gama de productos comercializados con el marchamo de antiestáticos se pueden encontrar aplicaciones tan variopintas como:

- Papeleras antiestáticas.
- Escobas, cepillos u recogedores antiestáticos.
- Aspiradores eléctricos antiestáticos (algunos incorporan filtros HEPA como complemento).
- Mangueras conductoras para la aspiración o impulsión de polvos combustibles o vapores inflamables.

- Palets conductivos para el transporte con carretillas elevadoras.
- Escaleras de mano antiestáticas.
- Alfombras individuales antiestáticas para puestos de trabajo dotados de pantallas de visualización de datos (PVD).
- Sillas ergonómicas antiestáticas.
- Material de oficina antiestático (carpetas, portadocumentos, reposapiés, celo, bolígrafos, etc.).

Evidentemente, la magnitud de las medidas destinadas a contrarrestar los efectos negativos de la electricidad estática dependerán de las consecuencias que puede originar su presencia. Si se quieren eliminar las molestas sensaciones de este fenómeno en áreas de oficinas bastará con elegir suelos adecuados –bien porque incorporan materiales con tratamientos antiestáticos, bien porque estén conectadas las losetas equipotencialmente y posteriormente puesto el sistema a tierra–, mantener una humedad relativa del aire en torno al 60 por ciento y complementar el sistema de humidificación con equipos de ionización del aire. En casos extremos, incluso es posible incorporar mobiliario y accesorios de oficina con propiedades antiestáticas, como mesas, sillas, reposapiés, papeleras, carpetas, pomos de puertas, etc.

En cambio, si la electricidad estática aparece en instalaciones industriales provocando auténticas situaciones de riesgo de incendio o explosión, sus responsables deben incorporar medidas técnicas de prevención y protección, tales como la elección cuidadosa de materiales antiestáticos en equipos críticos, la conexión equipotencial de elementos y su posterior puesta a tierra, la incorporación de sistemas automáticos de control ambiental del aire (humidificadores, ionización del aire, etc.), la elección de ropa de trabajo y equipos de protección individual antiestáticos...

Y, sobre todo, el establecimiento de procedimientos específicos de trabajo en los que se relacionen las actividades y zonas susceptibles de generar descargas electrostáticas peligrosas y las medidas preventivas que se deben seguir para evitarlas en cada momento. Solamente es preciso ser consciente de que la electricidad estática puede ser un verdadero problema para arbitrar soluciones adecuadas, ya que hoy día el mercado dispone de múltiples alternativas que se pueden adaptar prácticamente a cualquier situación. ||