



CARGAS ELECTRO- ESTÁTICAS EN PAVIMENTOS SINTÉTICOS

OSCAR GONZÁLEZ-PRieto (DR. ING. MONTES) – ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL DE PONTEVEDRA – UNIVERSIDAD DE VIGO

Cargas electroestáticas en pavimentos sintéticos

Incluso en la parte más pequeña de una sustancia, es decir, en un átomo, se distinguen partículas subatómicas elementales cargadas eléctricamente, que son la causa de las fuerzas de atracción y repulsión; los protones situados en el núcleo del átomo con carga positiva (+) y los electrones situados alrededor del núcleo del átomo con carga negativa (-) y con un movimiento gravitatorio a gran velocidad.

Esta es la considerada carga eléctrica, que da lugar a su vez a una corriente eléctrica cuando existe un flujo continuo de la misma a través de un material conductor. La carga eléctrica en un material esta compensada y en equilibrio. Cada vez que se perturba la proporción natural de cargas positivas y negativas, por ejemplo, por la cesión o captación de electrones por parte de un material a otro tras un contacto, se provoca una tensión electroestática (denominada electroestática para distinguirla de la eléctrica que fluye por un conductor) que no circula a no ser que se produzca un contacto con otro material o cuerpo que haga de conductor eléctrico que disipa a tierra.

Es bien conocido que los productos sintéticos manifiestan una tendencia a acumular cargas electroestáticas. Fenómeno de no fácil explicación y predicción, que en algunos casos da lugar a reclamaciones y quejas por parte de los usuarios de productos con susceptibilidad de provocar descargas electroestáticas puntuales e incómodas. Es curioso que el origen de este fenómeno radique en las partículas más elementales: protones y principalmente los electrones.

Debido a que cada electrón puede pasar desde un material a otro por fricción y/o por contacto entre ellos, puede producirse electricidad estática en un pavimento por diversos fenómenos;

al caminar, por el rozamiento de partículas de viento o suciedad en un pavimento o por el «rodamiento» de las sillas de una oficina.

Esto es lo que sucede por ejemplo en algunos hoteles, en los que el movimiento de los ruedines de las camas para facilitar la limpieza, favorece la aparición de cargas. Los clientes, sin saberlo, liberan tensión electroestática al tocar elementos a tierra (grifos, barandillas, ventanales, etc.).

Todos los materiales ofrecen una resistencia mayor o menor a la conducción de las cargas eléctricas o electroestáticas. Esta resistencia se mide en Ohmios (Ω).

La resistencia del cuerpo humano es muy reducida, derivando a través de nuestras células la corriente eléctrica como si de un cable conductor se tratara. En algunas ocasiones las personas - y los animales domésticos - funcionan como «conductores» de flujo de salida, por ejemplo cuando la carrocería de nuestros coches se carga electroestáticamente al circular a causa del rozamiento con las partículas en suspensión del aire y se descarga a través de nuestro cuerpo al tocar algunos componentes metálicos cuando los pies (con calzados de determinados materiales) hacen masa en el terreno.

En otros casos, las personas son «activadoras» de las cargas electroestáticas, al rozarse o contactar con un material de alta resistencia eléctrica.

Esto puede suceder cuando camina sobre determinados pavimentos aislantes, donde el calzado intercambia cargas al contactar pero que no retornan cuando este se separa, generándose un desequilibrio de cargas que da lugar a una tensión electroestática que se disipa a tierra cuando la persona se acerca lo suficiente a un elemento de masa.



Figura 1: Proceso de descarga electroestática de un pavimento.

Ensayos y pruebas realizadas con suelos laminados de interior en el Instituto IHD de Dresde (Alemania) por los colegas Dr. R. Emmler y el Dipl.-Ing. Dr. Kleber, han llegado a medir tensiones de hasta «13000 voltios» en condiciones normalizadas de 23 °C y 65% de Humedad relativa del aire. Esta capacidad electrostática varía de forma drástica de unos materiales a otros y también depende principalmente del grado de humedad y temperatura del ambiente y, por ende, del material.

Es indiscutible que esta acumulación de electricidad estática y su descarga afecta al confort de las personas y puede ser una causa de disgusto ante la compra de un determinado pavimento. Por este motivo, los fabricantes de suelos resilientes, textiles y sintéticos responden ofreciendo a los usuarios productos antiestáticos, con materiales de bajos índices de aislamiento eléctrico o con sistemas de instalación que permitan el movimiento y disipación de las cargas.

Hasta ahora este era un fenómeno reconocido en ciertos pavimentos laminados de interior. Se ha detectado y confirmado su aparición en ciertos parqués de interior barnizados en fábrica y sobre todo en tarimas de exterior de composites WPC (Wood Plastic Composite), en los que su composición interna (tipo de polímero, aditivos, etc.,) y su tipo de instalación, pueden favorecer este fenómeno.

¿Por qué yo y no tú?... ¿Es peligroso?

Los músculos (principalmente el corazón) son controlados por el cerebro mediante corrientes eléctricas débiles a través de los nervios. Si un cuerpo humano recibe corrientes externas de mayor potencia, éstos interfieren con las emitidas por el cerebro, impidiendo su función y generando calambres y espasmos musculares. A pesar de que el umbral de sensibilidad personal a las descargas es muy variado, se considera que un voltaje en torno a 3 kV comienza a ser desagradable para los usuarios. Valores entre 4-6 kV ya son percibidos como dolorosos. Resulta al menos llamativo que durante el siglo XVII (en la época barroca)

gas eléctricas pequeñas (de baja intensidad y voltaje). Lo que hoy se consideran los primeros condensadores o acumuladores de electricidad -las botellas de Leyden- se empleaban para estimular determinadas zonas del cuerpo. Técnicas de este tipo se siguen usando.

Concretamente en trastornos bipolares donde pequeñas descargas cambian la polaridad de las células nerviosas del cerebro liberándolas de enlaces perniciosos.

Situaciones más preocupantes son aquellas en las que la acumulación y posterior descarga pueden provocar daños en instalaciones relacionadas con la salud (hospitales, residencias, etc.), en locales con equipos informáticos, en almacenes de cargas explosivas y en descargas a través de personas con controladores cardiovasculares (marcapasos).

Las experiencias actuales en pavimentos exteriores de WPC demuestran que se generan claramente cargas electrostáticas -y con ello descargas- cuando los porcentajes de plástico en su composición son elevados, con estructuras encapsuladas y con ausencia de aditivos antiestáticos en su formulación. Todo esto además, puede verse favorecido por una instalación y condiciones climáticas secas que favorezcan su aislamiento.

En resumen...

Las cargas electrostáticas en pavimentos **son debidas al contacto y separación de los materiales** cuando uno de ellos es aislante eléctrico. Las teorías modernas mencionan una transferencia de cargas por intercambio exclusivo entre los electrones/protones de los átomos de los materiales en contacto/separados, sin verse involucrados en estos otros fenómenos o causas debidas a un cambio químico o efectos de inducción en el propio material.

Aunque lo verdaderamente relevante es la intensidad del contacto y el grado de rozamiento, se resumen a continuación otros factores que influyen en la generación de cargas.

1. Presión de contacto entre materiales; a mayores presiones, más efectiva será la transmisión inicial.
2. Tamaño de la zona de contacto; a mayores superficies, más efectiva será la transmisión.
3. Velocidad de proceso de separación (tras el contacto). Se reduce el retorno de las cargas.
4. Forma geométrica de las superficies de contacto.



Figura 2: Uso médico de la electricidad

5. Composición de los materiales en contacto: mayor porcentaje de plástico, de tipología encapsulada, presencia de aditivos antiestáticos, etc.
6. Otros factores externos, principalmente humedad y temperatura del ambiente y de los materiales.

Es fácil imaginar lo sutil y complejo de los fenómenos de carga electroestática si se piensa que es suficiente con que uno de cada 10000 átomos ceda o capte un electrón para generar una tensión.

Los factores externos; humedad y temperatura...

Según experiencias realizadas en laboratorio, a baja H. (por debajo del 40%) el equilibrio de las cargas se ve fuertemente obstaculizado por el propio aire, ya que el aire o un material seco son más aislantes. A mayor H.R. del aire (por encima de 50 y 60 %) se favorece la formación de capas conductoras de moléculas de agua, lo que propicia el reequilibrio de cargas y evita que se acumulen de forma desigual en las superficies.

Un incremento de la temperatura aumenta la conductividad de las superficies y, por lo tanto, provoca una reducción de las cargas electroestáticas.

Instalaciones de ensayo, evaluación y resultados de pruebas...

Hay varias normas que establecen diferentes métodos de ensayo, así como los parámetros y los requisitos sobre el comportamiento electroestático de los pavimentos sintéticos de interior¹.

Como ya se ha comentado, el grado de resistencia está relacionado con su capacidad de generación de cargas electroestáticas. Los ensayos normalizados intentan determinar

¹ En las normas de los pavimentos de exteriores, de reciente elaboración, de momento no se incluyen requisitos relacionados con su comportamiento electroestático

valores resistentes y relacionarlos con sus comportamientos electroestáticos.

En esta línea, los parámetros más importantes son la resistencia superficial (R_3) y la resistencia transversal (R_1). La norma UNE-EN 1081: 1998. «Revestimientos de suelo resilientes. Determinación de la resistencia eléctrica», establece los parámetros y métodos para determinar las resistencias eléctricas de un pavimento sintético. De forma análoga la norma ISO 10965 los determina en revestimientos de suelos textiles.

Resistencia transversal (R_1): se denomina así a la resistencia eléctrica medida entre un electrodo fijado por la cara inferior de la probeta y el denominado «electrodo trípode» (electrodo de una forma especial para determinar este parámetro) que se sitúa sobre la superficie (Figura 1).

Resistencia a tierra (R_2): se denomina así a la resistencia eléctrica medida entre un electrodo trípode cargado situado sobre la superficie de un revestimiento de suelo colocado y la tierra.

Resistencia superficial (R_3): se denomina así a la resistencia eléctrica medida entre dos electrodos separados uno del otro a una distancia fija de 100 mm, sobre un revestimiento de suelo colocado (Figura 4).

También las normas EN 1815 sobre revestimientos de suelos resilientes y laminados², especifica un método para determinar la tensión generada por una persona que utiliza un calzado normalizado andando sobre un revestimiento de suelo resiliente o textil. De igual manera la norma ISO 6356, sobre revestimientos de suelo textiles, establecen métodos de medida de la resistencia eléctrica. Básicamente todos

² Nótese que las normas no consideran a los suelos resilientes y laminados pavimentos propiamente dichos sino revestimientos.

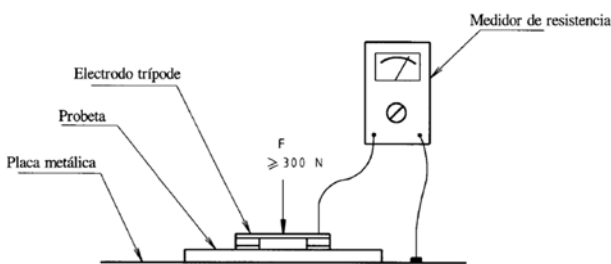


Figura 3: Ensayo resistencia transversal. Fuente: UNE-EN 1081: 1998. "Revestimientos de suelo resilientes. Determinación de la resistencia eléctrica"

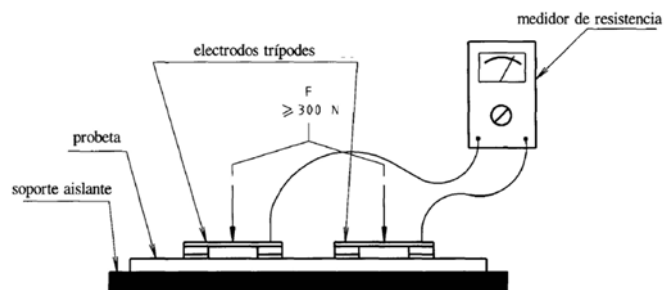


Figura 4: Ensayo de resistencia superficial. Fuente: UNE-EN 1081: 1998. "Revestimientos de suelo resilientes. Determinación de la resistencia eléctrica"

estos ensayos consisten en pisar sobre un suelo durante un cierto tiempo y determinar la carga que adquiere una persona. La norma UNE-EN 14041:2004. «Recubrimientos de suelo resilientes, textiles y laminados. Características esenciales Comportamiento eléctrico (electricidad estática)» la que establece una serie de requisitos según los valores obtenidos en los ensayos antes descritos y que permiten clasificar y establecer las prestaciones antiestáticas o de resistencia eléctrica declaradas por los fabricantes.

Qué es un revestimiento de suelo es antiestático?

Se considera un revestimiento de suelo antiestático cuando se obtienen cualquiera de las siguientes posibilidades.

1. Según la diferencia de potencial adquirido por un cuerpo:

Cuando el cuerpo no supera los 2,0 kV, realizando el ensayo 23 ± 1 °C de temperatura del aire y 25 ± 2 % de H.R., después de acondicionar las probetas en la misma atmósfera durante siete días (método EN 1815 y/o ISO 6356).

2. Según su resistencia eléctrica transversal:

- Se considera un revestimiento de suelo disipador de la electricidad estática si la resistencia transversal (R_1) (método EN 1081 - revestimientos de suelo resilientes y laminados, ISO 10965 - revestimientos de suelo textiles) no es mayor de $10^9 \Omega$. Estos suelos pueden generar electricidad electrostática pero son capaces de eliminarla o neutralizarla.
- Se considera un revestimiento de suelo conductor si la resistencia transversal (R_1)

(método EN 1081 - revestimientos de suelo resilientes y laminados, ISO 10965 - revestimientos de suelo textiles) no es mayor de $10^6 \Omega$. En este caso el suelo no generará cargas electrostáticas.

3. Según su resistencia eléctrica superficial o a tierra

De acuerdo a normas que clasifican la capacidad antiestática de un suelo en relación a su resistencia de la superficial (R_3) o la resistencia a tierra (R_2). Según algunos reglamentos de seguridad en el trabajo, para evitar cargas electrostáticas se requieren unas resistencias de superficie de;

- (R_3) < $10^9 \Omega$ para 23 °C y 50 % Hr.
- (R_3) < $10^{11} \Omega$ para 23 °C y 30% Hr.

Por la experiencia acumulada en el laboratorio de referencia IHD-Dresde, las resistencias superficiales de los WPC varían entre $R_3 > 10^{13} \Omega$ (23 °C y 25% Hr del aire) y $R_3 > 10^{11} \Omega$ (23 °C y 50% Hr del aire).

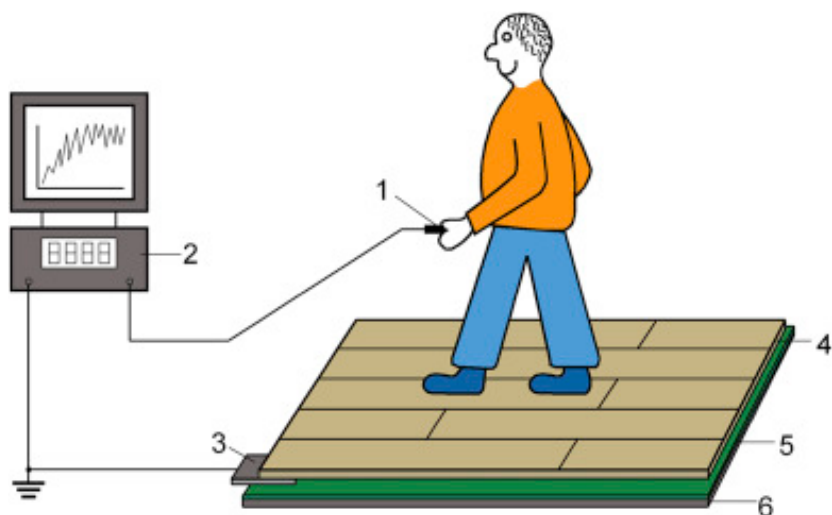
A pesar de ello, los últimos estudios realizados constatan la dificultad de establecer una relación efectiva entre el comportamiento electrostático de un pavimento y sus valores de resistencia, ya que son otros muchos factores los que entran en juego. Por ello los laboratorios especializados proponen dos métodos de estudio combinados en una instalación equivalente a la real:

1. Ensayo por norma UNE -EN 1815: 1998.
2. Método HHBW-453 patentado por el IHD de Dresde, mediante el empleo del denominado «Apparativer Begehtest».

Con este método los resultados de corrientes electrostáticas acumuladas tras pisadas con suela de goma y PVC establecen los siguientes valores límite por encima de los cuales se pueden generar descargas incómodas:

1. Para suelas de goma: corrientes $U_a > 13$ kV.
2. Para suelas de PVC: corrientes $U_a > 8$ kV.

Es cuando menos llamativo observar con estos métodos que a mayor número de pasos realizados antes de la descarga, mayor es el valor de descarga. Por lo tanto, el riesgo de cargas electrostáticas en pequeñas superficies es muy reducido ya que las distancias recorridas son menores. Sería recomendable por lo tanto



Ensayo según la norma UNE -EN 1815: 1998 y aparato HHBW-453 patentado por el IHD de Dresde, "Apparativer Begehtest". Fuente: Dipl.-Ing. Detlef Kleber y Dr.-Ing. Rico Emmler (IHD Dresde)

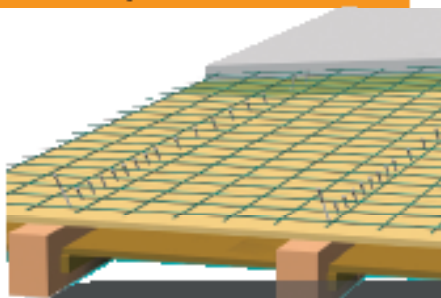
Conector para forjados mixtos colaborantes madera-hormigón

Refuerzo estructural para forjados en nuevas construcciones y en rehabilitaciones



Refuerzo para forjados mixtos colaborantes madera-hormigón

- Aumenta la capacidad de carga
- Aumenta la resistencia
- Mejora el aislamiento acústico
- Aumenta la resistencia al fuego
- Se mantienen las vigas aisladas
- El montaje se puede mecanizar (sistema Topfix)
- La obra de construcción no se modifica mucho (sistema Simifix)



Ayuda de diseño

Eurotec presta los proyectos para el sistema de unión madera-hormigón. Para ello, primero se dispone un software basado en Matflood.

Póngase en contacto con nosotros:
Tel. 049 012331 62 45-0 Mail: info@eurotec.team

Bases ajustables ECO-Line / Profi-Line



Propiedades/ventajas

- Gran capacidad de carga; hasta 8,0 kN/m²
- Montaje sencillo y rápido
- Regulable en altura
- Resistente contra las intemperias, los rayos UV, los insectos y moho.



Alessio Genovese • +34 650 619 441 • email: a.genovese@eurotec.team
Nicola Genovese • +34 650 970 381 • email: n.genovese@eurotec.team
E.u.r.o.Tec GmbH • Unter den Hölz • 58099 Hagen • Germany

www.eurotec.team

FACTORES DE INFLUENCIA EN INSTALACIONES DE WPC...

Considerando lo anteriormente expuesto, se pueden establecer de forma general las siguientes consideraciones:

- La mayoría de los WPC son aislantes eléctricos y por este motivo es muy difícil que por sí mismos disipen las cargas electroestáticas. Su composición, su forma encapsulada o la incorporación de compuestos antiestáticos los hacen más o menos propensos a estos fenómenos.

- Las condiciones de humedad y temperatura del ambiente y de los materiales pueden favorecer la generación de las cargas electroestáticas. Cuando se instala el pavimento de forma aislada a tierra, las descargas eléctricas sólo son posibles por el aire o por puentes generados si los materiales tienen alta humedad. Si el aire o los materiales están muy secos, se limitan o impiden las descargas, que pasan a ser solamente posibles mediante un usuario que pisa y toca después un elemento a tierra.

- La forma de instalación influye en las posibilidades de difusión de cargas electroestáticas. Una instalación inferior que impida la disipación a tierra, favorecerá la acumulación de cargas.

hacer paños discontinuos de menor tamaño en instalaciones de gran superficie.

El aislamiento eléctrico aumenta mucho si

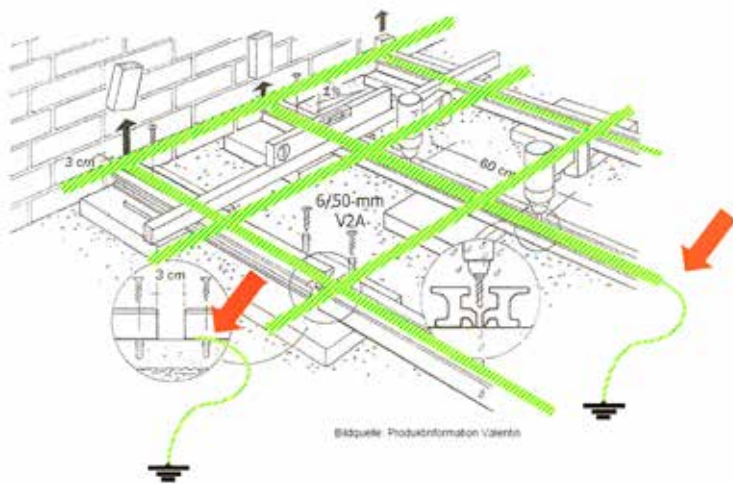


Figura 6: Ejemplo de sistema mallado de fuga a tierra en la instalación de un WPC.

Fuente: Dipl.-Ing. Detlef Kleber y Dr.-Ing. Rico Emmmler (IHD Dresden)

se emplean «folios o mantas plásticas de separación», ya que funciona de aislamiento frente a la humedad en la parte inferior.

MÉTODOS PARA EVITAR LAS CARGAS...

El fabricante y el usuario deben ser conscientes de la posibilidad de aparición de cargas electrostáticas en ciertos materiales, así como del grado de sensibilidad del sistema. Sólo un reducido porcentaje de las superficies, ya bajo una combinación de otras circunstancias ya mencionadas, llegan a generar este fenómeno. Las recomendaciones que el autor propone son más bien teóricas y establecidas de ciertas experiencias prácticas. Sería muy interesante implementarlas todas en una obra real en la cual se sucedieran previamente los fenómenos de descargas por parte de los usuarios.

1. Medidas previas a la instalación... prevención...

Sobre la base de lo anteriormente expuesto, dos factores son críticos respecto a la aparición de cargas electrostáticas en un suelo:

1. Factores intrínsecos al material

Su composición, estructura encapsulada y la presencia de determinados aditivos antiestáticos disminuyen la acumulación de cargas electrostáticas.

Algunas experiencias han comprobado cómo WPCs con alto porcentaje de plástico (PP, PVC o PET), con una ausencia de aditivos antiestáticos, con una morfología encapsulada y superficie lisa, manifiestan mayor tendencia a las cargas electrostática (siempre en com-

binación de otros fenómenos ya descritos).

Nota: no podemos obviar las características de la «otra superficie», es decir, el material y forma de la suela del zapato de usuario.

2. Tomas a tierra de la instalación

- Se deben conectar todos los elementos de la instalación (especialmente las lamas de WPC) entre sí, y a su vez con conductores que disipen las cargas a tierra.
- Instalar rastreles o retículas conductores conectados a tierra para evitar el aislamiento de la superficie.
- Instalar elementos adicionales o láminas inferiores que sean conductoras o permitan disipar a tierra.
- Dividir las superficies muy grandes en compartimentaciones más pequeñas, eléctricamente separadas y con toma a tierra.

2. Medidas posteriores a la instalación (curativos de difícil solución)...

1. Poner perfiles metálicos en los bordes de las lamas o de las instalaciones para disipar a tierra.
2. Dividir las superficies con perfiles metálicos con toma de tierra.
3. Medidas a corto plazo usar «fregona con agua». La humedad permite el flujo de las cargas. Existen en el mercado productos antiestáticos de aplicación superficial muy efectivos, pero con un evidente carácter momentáneo.
4. Establecer un sistema continuo en toda la superficie **de toma de tierra**.

¿Disminuye la carga electrostática con el tiempo?

El comportamiento electrostático a largo plazo no ha sido investigado de forma sistemática ni estricta, por lo que no se conoce de momento si existe una fatiga eléctrica en el material que le llevaría a no acumular cargas estáticas. Las experiencias de laboratorio muestran comportamientos relativamente constantes sin cambios sustanciales en el tiempo, por lo que la esperanza de que este fenómeno desaparezca no es evidente, si bien es cierto que los pavimentos al exterior con una fuerte exposición a intemperie, de humectación y secado por un lado hacen variar los comportamientos electrostáticos, y por otro lado provocan un desgaste o envejecimiento que cambia su comportamiento antiestático.