

## Investigación de la Lipoatrofia Semicircular desde una Optica Electrostática, en Entornos Ofimáticos

Salvador Massip<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Consultor senior, ELECTROSTATICA.NET, c/. Rosellón, 320 E-08025 Barcelona, T. +34 93 208 09 54, info@electrostatica.net

**Abstracto:** La lipoatrofia semicircular se describe como un desorden del tejido adiposo caracterizado por pérdida de tejido graso en una parte localizada del cuerpo: en este artículo tratamos la investigación llevada a cabo en las instalaciones de gas Natural y otras entidades, relativas a esta patología desde una óptica electrostática.

**Abstract:** Localised lipoatrophy describes disorders of adipose tissue characterized by loss of fat in a localised part of the body: in this article we discuss the investigation carried out at the facilities of the companies gas Natural and other Co., with regard to this pathology from an electrostatic point of view.

**Palabras clave:** Lipoatrofia semicircular, electrostática.

### Investigación de la Lipoatrofia Semicircular desde una Optica Electrostática en Entornos Ofimáticos.

Tras el traslado de distintas dependencias de gas Natural a un edificio singular situado a pocos metros del mar, obra del estudio de Enric Miralles y Benedetta Tagliabue, parte del personal empezó a padecer una patología poco conocida denominada, Síndrome Lipoatrofia Semicircular.

La literatura médica describe la Lipoatrofia semicircular (LS) como enfermedad poco frecuente, idiopática, cuya manifestación clínica consiste en la atrofia de una zona semicircular del tejido fino graso subcutáneo, situado sobre todo en el frente de los muslos, que no causa dolor ni requiere de tratamiento médico y es reversible.



**Ilustración 1.** Foto de dos personas afectadas por la patología

Los distintos tipos de ensayos llevados a cabo por parte de varias entidades, Fremap, Applus y electrostatica.net, permitieron establecer como hipótesis de trabajo más razonable para explicar el origen de la patología la carga electrostática.

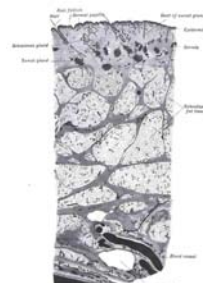
La carga electrostática que se genera en entornos ofimáticos se traduce en distintos tipos de problemas, desde errores informáticos en sistemas de hardware, destrucción de estos mismos sistemas, accidentes laborales debido a los movimientos involuntarios que desencadena el calambre, estrés ante el miedo a padecer de nuevo un calambre desagradable, etc. En otro tipo de entornos en los que hay presencia de atmósferas inflamables, la misma carga electrostática puede tener consecuencias mucho más severas. Por ejemplo en gasolineras, en la que no siempre se es consciente de estar en presencia de una atmósfera inflamable cuya ignición se puede provocar al salir del vehículo, tal como ilustra la ilustración siguiente. Este es un escenario que afecta principalmente a usuarios de vehículos de gasolina y en este sentido, aspectos tales como la estación del año, el tipo de vehículo, el sexo de la persona, etc. comportan un aumento de la

probabilidad de padecer un accidente de este tipo.



**Ilustración 2.** Foto de una gasolinera tras la ignición electrostática de los vapores de la gasolina durante el repostaje.

En edificios el fenómeno fue relacionado por primera vez en tres pacientes, en 1974 por dos médicos alemanes, Gschwandtner y Munzberger [2] [3] y en 1981 por dos dermatólogos del St. Bartholomew's Hospital, de Londres [4]. Desde 1995, existe bibliografía de casos en Bélgica, Francia, Italia, y Reino Unido entre otros [5][6]. En este sentido es importante distinguir entre la forma anular de lipoatrofia y las formas adquiridas, que se producen como consecuencia de inyecciones [7] [8].



**Ilustración 3.** Detalle del tejido adiposo subcutáneo que se ve afectado.

Uno de los estudios relevantes en esta investigación fue el del Dr. Bart L. Curvers, de la Compañía KBC Bank & Insurance Group, llevado a cabo desde el año 1995, para tratar de explicar la aparición de esta

patología en 900 trabajadores de la citada entidad, tras el traslado a una nueva sede al igual que ha ocurrido en los casos de gas Natural y Agbar. De su investigación que todavía ahora sigue su curso, podían obtenerse las siguientes conclusiones:

- La zona lipoatrófica se localizó principalmente en el lado anterolateral del muslo, a 72 centímetros sobre el suelo.
- 72 centímetros era también la altura estándar del mobiliario de oficina.
- Las lesiones eran uni o bilaterales y entre 5 y 20 centímetros de largo, cerca de 2 centímetros de ancho y 1 a 5 milímetros de profundidad.
- La patología parece ser reversible. Las lesiones podrían desaparecer espontáneamente después de varios meses, pero la curación solamente tenía lugar cuando los/as trabajadores/as se trasladaban otro edificio, estaban ausentes del trabajo durante mucho tiempo o estaban de baja maternal. Sin embargo, volvía a producirse cuando regresaban al puesto de trabajo.

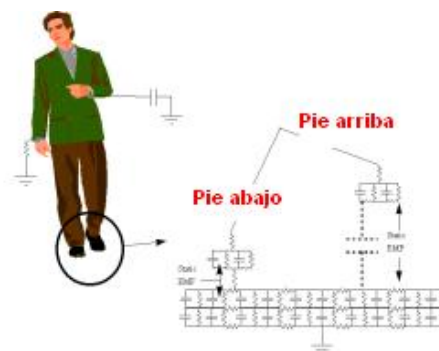
En el caso de gas Natural, a lo largo del mes de febrero del 2007 el personal, que llevaba aproximadamente entre 1 y 3 meses en las nuevas instalaciones, observó la aparición de las hendiduras ilustradas, en muslos y otras partes del cuerpo, por encima de las rodillas y por debajo de la cadera en general. Ante estas circunstancias gas Natural consideró oportuno iniciar una investigación exhaustiva, siendo los ensayos más relevantes desde una óptica eléctrica y ambiental: las radiaciones electromagnéticas, las condiciones ambientales y la carga electrostática.

El equipo que llevo a cabo la investigación fue informado de las distintas circunstancias que caracterizaban el fenómeno y por otro lado se le facilitó documentación de distintos trabajos relativos a la patología, en parte citados anteriormente. Desde una óptica electrostática el objetivo de los ensayos que se llevaron a cabo a partir de ese estadio, tenía como finalidad identificar si había procesos de generación de carga electrostática y por otro lado localizar aquellos elementos que podían actuar como sistemas capacitivos eléctricos.

Dados los precedentes, el primer aspecto que se identificó fue el entorno de trabajo y en concreto el mobiliario. Este llamaba la atención al tratarse de una mesa electrificada, que dispone de una estructura metálica compuesta por una bandeja en la que se alojan los cables de alimentación y de datos de los equipos ofimáticos. En este sentido se observó que la ausencia de una puesta a tierra de la citada estructura, algo habitual por otro parte, comportaba un divisor de tensión que conllevaba la existencia en algunos casos, pocos, de un campo eléctrico inferior a 600 V/m, que si bien no podía considerarse perjudicial, era más elevado de lo normal. En el resto de los casos el campo medido presentaba valores sensiblemente menores. Ante esta situación y si bien se tenía constancia de resultados similares en otros estudios, se optó por poner a tierra la estructura metálica del puesto de trabajo. Tras esta medida se observó que la intensidad del campo eléctrico residual era prácticamente nulo. Sin embargo esta medida no tuvo efectos apreciables, a la vez que persistía el aumento de casos. Por otro lado tampoco fue posible establecer una explicación justificable al fenómeno desde esta óptica y por otro lado era difícil explicar

como una radiación sólo tenía efectos en una zona puntual que coincidía con la altura de la mesa. Estas conclusiones posteriormente han sido confirmadas por los resultados de otros estudios. [1]. Sin embargo la gran confusión alrededor de este fenómeno, en la que la proliferación de informes que establecen una hipótesis que posteriormente es descartada por la misma fuente, no nos permite descartar esta posibilidad si bien estaría en manos de consultores expertos en este campo establecer posibles hipótesis de trabajo y propuestas de mecanismos que explicasen la relación efecto causa.

En este punto, se decidió proseguir la investigación estudiando el fenómeno electrostático. La investigación inicial estableció distintos escenarios, siendo el primero de ellos la mesa como medio canalizador de la carga electrostática. En este sentido se diseñó un ensayo en el que la mesa tras un proceso de neutralización iónica, se la sometió a un bombardeo iónico con tensiones en ascensión cuya finalidad era establecer un peor caso que no pudiera reproducirse en la realidad. A partir de los resultados se pudo descartar esta opción, si bien se observó que en el peor de los escenarios existía una tensión continua elevada coherente con los valores que caracterizaban la mesa como tal. También pudo constatar que la puesta a tierra de la estructura metálica de esta mesa comportaba la completa eliminación de este campo electrostático. Sin embargo debido a diversas consideraciones este escenario lo consideramos poco probable o inexistente en general.



**Ilustración 3.** Proceso de medición de carga electrostática

El siguiente escenario fue considerar el modelo eléctrico del cuerpo humano y su variación con respecto al mobiliario y al pavimento. (Ilustración 3).

Existen pocos procesos en los que la generación de carga electrostática pueda cuantificarse, sin embargo uno de ellos es el de la separación de carga electrostática al andar. El proceso de generación de carga en este caso se da, cuando dos superficies entran en contacto, instante en el que se produce una migración electrónica, que tras la separación de ambas superficies comporta un desequilibrio en la cantidad neta de cargas eléctricas de cada superficie. Considerando que el contacto y la fricción del calzado con el pavimento, separa una carga,  $\Delta q$ , para cada paso<sup>1</sup> se genera una corriente:

$$i_c = n\Delta q. \quad (1)$$

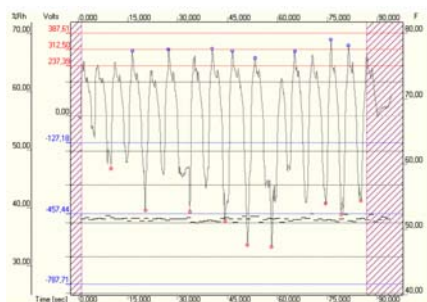
La corriente cargará a la persona de tal manera que la

tensión,  $V$ , irá aumentando, a la vez que producirá una corriente de relajación a través de la resistencia,  $R$ , desde la persona a tierra, llegándose al máximo valor cuando  $i_c = i_d$ . Este hecho permite a partir de la tensión máxima aceptable, definir la máxima resistencia eléctrica desde la persona a tierra.

$$R \leq V_{max} / n\Delta q_{max} \quad (2)$$

Donde por ejemplo  $\Delta q_{max} \approx 4 \cdot 10^{-7}$  C para uno de los escenarios investigados. Sin embargo estas ecuaciones deben ponderarse con características particulares de cada escenario, obtenidas a partir de los ensayos particulares de cada escenario, tanto de cuantificación de la magnitud de la carga electrostática separada como de la habilidad del sistema persona pavimento de disiparla.

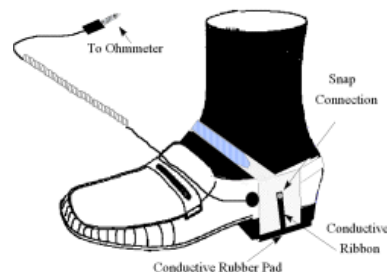
En este sentido es crítica la instrumentación utilizada, y en particular en lo que se refiere a la cuantificación de la carga separada, disponer de una frecuencia de muestreo de 0,2 muestras por segundo o mayor, una impedancia de entrada mayor a  $1E14$  Ohmios y una capacidad eléctrica superior a 20 pF pero inferior a 30 pF.



**Ilustración 4.** Detalle del ensayo de medición de la carga electrostática en el cuerpo al andar y resultados del mismo.

En cuanto a la medición de la resistencia eléctrica, la precisión del ensayo es importante dado que afectará a la tensión real que posteriormente se generará en la práctica. En este sentido cuanto mayor sea esta, mayor será la tensión tal como ilustra la gráfica 6. En este contexto hay varios aspectos a tener en cuenta, uno de ellos es el hecho de que los electrodos normalizados comportan variaciones importantes de la lectura debido a varios factores geométricos, de forma

que no reproducen con suficiente exactitud la resistencia real. Este hecho nos ha llevado a utilizar tanto el electrodo normalizado como este nuevo tipo de electrodo propuesto por parte de un grupo de trabajo de EEUU siendo los resultados efectivamente más precisos.

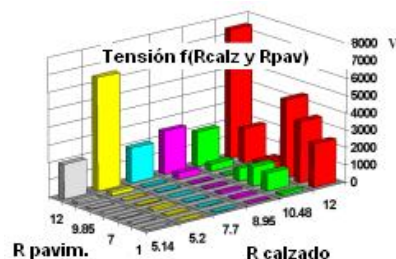


**Ilustración 5** Ejemplo del nuevo tipo de electrodo utilizado.

Los resultados de la medición de la carga electrostática acumulada en el cuerpo en distintos instantes del proceso (Ilustración 4) permitieron verificar como las personas acumulaban carga electrostática (picos de 2,5 kV, y en otras instalaciones picos entre 6 y 8 kV). El posterior estudio del ensayo aportó resultados interesantes pero incoherentes en algunas ocasiones al observarse divergencias en algunos casos entre los valores reales y los valores previstos.

$$\Delta V = \Delta q / C * RC / \Delta t * [1 - e^{-(\Delta t / RC)}] \quad (3)$$

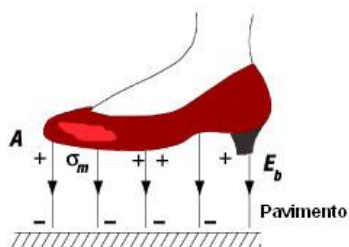
La conclusión fue que el modelo matemático era excesivamente sencillo y era preciso no despreciar ciertas variables y por otro definir otras nuevas. Una vez parametrizada la ecuación, se observó su correcta correlación lo que debe permitir establecer criterios independientemente de la humedad relativa particular del ensayo.



**Ilustración 6** Valores de tensión en el cuerpo humano al andar en función de la resistencia del calzado y del pavimento.

En cuanto a los ensayos de separación o acumulación de carga electrostática se observó, a falta de confirmarlo mediante ecografías o algún otro método cuantitativo, cierta correlación entre niveles de tensión y gravedad de la patología. Por otro lado se pudo identificar de forma clara el mecanismo de interacción, y definición de los dos electrodos involucrados en el proceso. Asimismo se observó que en muchas ocasiones los picos no superaban el umbral de sensibilidad del cuerpo humano que se establece entre los 3,0 y 3,5 kV según la fuente, de forma que el proceso de carga y descarga no necesariamente tiene porque ser perceptible para el

trabajador. Asimismo el hecho de que la capacidad eléctrica del cuerpo dependa de la superficie del calzado permite explicar, aunque especialmente en este caso no creemos que sea la única razón, el porque las mujeres padecen la patología en una proporción del 84% frente al 16% de los hombres.



**Ilustración 7** Capacidad eléctrica y campo entre las dos placas del condensador.

Los ensayos llevados a cabo hasta la fecha no permiten confirmar la causa del síndrome Lipoatrofia Semicircular desde una óptica científica. Sin embargo los resultados de las distintas investigaciones llevadas a cabo, la efectividad de las medidas correctivas implementadas hasta la fecha, el resultado de la experiencia del Dr. Curvers, y la capacidad del fenómeno electrostático de explicar las particularidades que caracterizan los escenarios de la patología, parecen indicar que la hipótesis inicial puede ser la correcta, sin que ello descarte la posibilidad de que la explicación pueda ser multifactorial.

#### Referencias

- [1] Maes A, Curvers B, Verschaeve L. "Lipoatrofia semicircularis: the electromagnetic hypothesis". *Electromagnetic Biology and Medicine* 2003.
- [2] Gschwandtner WR, Münzberger H. Lipoatrofia semicircularis. Ein Beitrag zu bandförmig-circulären Atrophien des subcutanen Fettgewebes im Extremitätenbereich. *Der Hautarzt* 1974; 25: 222-227.
- [3] Gschwandtner WR, Münzberger H. Lipoatrofia semicircularis. *Wiener klin. Wochenschr.* 1975;87:164-168.
- [4] Karkavitsas C, Miller JA, Kirby JD. Semicircular lipoatrophy. *Br J Dermatol.* 1981 Nov;105(5):591-3.
- [5] Senecal S, Victor V, Choudat D, Hornez-Davin S, Conso F. Semicircular lipoatrophy: 18 cases in the same company. *Contact Dermatitis* 2000; 42: 101-120.
- [6] Filosa G, Bugatti L, Nicolini M, Ciattaglia G; Lipoatrofia semicircularis: due casi. *Unita Operativa di Dermatologia Ospedale "A. Murri" ASL.*
- [7] Atlan-Gepner C, Bongrand P, Farnier C, Xerri L, Choux R, Gauthier J.F, Brue T, Vague P, Grob JJ, Vialettes B. Insulin-induced lipoatrophy in type I diabetes. *Diabetes Care.* 1996;9:1283-5.
- [8] Imamura S, Taniguchi S. Lipoatrophic lesions preceded by pain and erythema a new clinical entity. *Eur. J. Dermatol.* 2000; 10: 540-1
- [9] De Groot AC. Is lipoatrofia semicircularis induced by pressure? *Brit. J. Dermatol.* 1994; 131: 887-890.
- [10] Massip S. "Confidencial... Mediciones Electroestáticas" Informe N° 70321\_2/SM, 2007.
- [11] Massip S. "Investigación Acerca de las Causas de la Lipoatrofia Semicircular Que Padece el Personal Desde una Optica Electroestática" Informe N° 70303\_2/SM, 2007