

INFORME TÉCNICO DE RESULTADOS
(asociado a 2023AP0194)

ESTUDIO Y EVALUACIÓN DE LAS
PROPIEDADES DE:
DISIPACIÓN DE CARGA Y ATENUACIÓN
ELECTROMAGNÉTICA

Ref: ELECTROSTATIC BALANCE NORMAL
(ORGON INK®+BIOCRYSTAL®)

REPRESENTACIONES DE DESCANSO S.L.

24/07/2023



Informe preparado por el G.I. en Eco-procesos, Cosmética y Salud – ECOS (AITEX)

CONTENIDO

1. Objetivo y alcance del estudio	3
2. Descripción de muestra	5
3. Descripción del equipamiento y método de medida de la disipación de carga electrostática	6
4. Resultados. Disipación de carga electrostática	7
5. Descripción del equipamiento y método de medida del efecto de apantallamiento/atenuación electromagnética (EM).....	8
6. Resultados. Apantallamiento/atenuación EM.....	9

1. Objetivo y alcance del estudio

Objetivo del estudio

El principal objetivo del estudio y evaluación de la muestra TEJIDO ELECTROSTATIC BALANCE NORMAL ha sido cuantificar y medir ciertas propiedades de interés que posee dicho tejido las cuales, según diversos estudios y bibliografía, pueden estar en relación con el bienestar y la calidad del descanso y el sueño. Para ello, AITEX ha recurrido a ensayos normalizados representativos de la propiedad a evaluar, adaptados a las características de la muestra en cuestión. Por ello, se consideró conveniente realizar la correspondiente evaluación de:

- Disipación de carga electrostática (según EN 1149-3).
- Capacidad de apantallamiento / atenuación electromagnética, EM (método propio, para expresar nivel de atenuación similar al dado en ASTM D4935-10).

En ningún caso AITEX ha evaluado el impacto sobre usuarios finales, o la relación entre propiedades medidas y sus efectos sobre el bienestar, calidad del descanso o del sueño.

Literatura y evidencias científicas

En la literatura científica, se encuentran diversas referencias que relacionan las propiedades evaluadas (carga electrostática de ambientes o materiales textiles; apantallamiento EM de los materiales) con los efectos sobre usuarios antes indicados. Algunos ejemplos se listan a continuación:

- A. Aparecida, et al. CONCEPTS IN MAGNETIC THERAPIES RELATED TO MEDICINAL BIOMAGNETISM - LITERATURE REVIEW. *Health and Society*, 3(02), 152-194 - May 2023. <https://doi.org/10.51249/hs.v3i02.1292>
- E. Hosseini and D. Kianifard. Effect of prenatal stress and extremely low-frequency electromagnetic fields on anxiety-like behavior in female rats: With an emphasis on prefrontal cortex and hippocampus. *Brain and Behavior*, 13(4), e2949 - March 2023. <https://doi.org/10.1002/brb3.2949>
- P. Ben Ishai, et al. Problems in evaluating the health impacts of radio frequency radiation. *Environmental Research*, 115038 - December 2022. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.115038>
- G. A. Algumbari and G. Nagy. Interior Design Guidelines for Reducing the Negative Impacts of Electromagnetic Fields at Residential Workspace. IOP Conference Series Earth and Environmental Science, 1056(1), 012005 - August 2022. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1056/1/012005>
- S. Verma, et al. Recent Advances for Fabricating Smart Electromagnetic Interference Shielding Textile: A Comprehensive Review. *Electronic Materials Letters*, 18(4), 331-344 - May 2022. <https://doi.org/10.1007/s13391-022-00344-w>

- K. Petri et al. Biological effects of exposure to static electric fields in humans and vertebrates: a systematic review. *Environmental Health* 2017, 16:41. <https://doi.org/10.1186/s12940-017-0248-y>
- Napp A, et al. Are patients with cardiac implants protected against electromagnetic interference in daily life and occupational environment? *Eur Heart J.* 2015;36(28):1798–804. <http://dx.doi.org/10.1093/eurheartj/ehv135>
- S. Singh and N. Kapoor. Health Implications of Electromagnetic Fields, Mechanisms of Action, and Research Needs. *Advances in Biology*, vol. 2014, Article ID 198609, 24 pages, 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/198609>

2. Descripción de muestra

Una muestra de tejido, para evaluación de las dos propiedades funcionales indicadas en el apartado anterior, en base a la combinación de diferentes materiales y capas de carácter textil, entre las cuales se incluyen las también desarrolladas por el cliente ORGON INK® y BIOCRYSTAL® en un formato de tejido para colchonería. Es:

- **TEJIDO ELECTROSTATIC BALANCE NORMAL** (de tipo stretch; entregado por REPRESENTACIONES DE DESCANSO S.L.).



Aspecto del TEJIDO ELECTROSTATIC BALANCE NORMAL y los materiales textiles que lo componen.



ESTUDIO Y EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE:
DISIPACIÓN DE CARGA Y ATENUACIÓN ELECTROMAGNÉTICA
Ref: ELECTROSTATIC BALANCE NORMAL (ORGON INK®+BIOCRYSTAL®)
REPRESENTACIONES DE DESCANSO S.L. - 24/07/2023

3. Descripción del equipamiento y método de medida de la disipación de carga electrostática

El equipamiento utilizado para medir la disipación de carga electrostática es un sistema de electrodos similar al que muestra la figura inferior, con una estructura a modo de discos concéntricos, si bien en AITEX se emplea un equipo más complejo situado en una cámara cerrada durante la realización del ensayo (por motivos de seguridad y aislamiento de la muestra, ya que este ensayo se realiza normalmente sobre tejidos de protección eléctrica y electrostática).



El procedimiento descrito en EN1149-3 se suele utilizar sobre todo para ensayar ropa de protección y consiste en evaluar la capacidad de disipación de cargas acumuladas que presenta un material determinado.

La carga de la muestra de ensayo se realiza por efecto inductivo. Inmediatamente debajo de la muestra de ensayo, que se mantiene horizontal y sin que haga contacto con ella, se coloca un electrodo de campo. El electrodo de campo se somete bruscamente a una tensión alta. Si la muestra es conductora o contiene elementos conductores, se induce sobre la misma una carga de signo contrario a la del electrodo de campo. El campo del electrodo de campo que incide sobre los elementos conductores no atraviesa la muestra, y el campo resultante se reduce de una forma que es característica del material sometido a ensayo. Este efecto se mide y registra por detrás de la muestra, mediante una sonda de medida de campo apropiada.

El campo resultante medido por la sonda de medida decrece a medida que la carga inducida sobre la muestra aumenta. Esta reducción de campo se utiliza para determinar el tiempo de semi-disipación/semi-descarga (t_{50}) y el coeficiente/factor de protección (S).

4. Resultados. Disipación de carga electrostática

La muestra TEJIDO ELECTROSTATIC BALANCE NORMAL se evaluó mediante el ensayo descrito en EN1149-3 (método 2, carga por inducción), de manera que se pudiesen medir los dos parámetros principales que indican la capacidad de disipación de carga electrostática:

- tiempo de semi-disipación o semi-descarga (t_{50}), medido en segundos.
- factor de protección (S), medido de 0 a 1.

Para ello, se sometió a una tensión de ensayo suministrada de 1200 ± 50 V, aplicada en $30\mu\text{s}$.

El tiempo de medida fue de 30s. Tras ello, los valores que registró el equipo fueron los siguientes:

TEJIDO ELECTROSTATIC BALANCE NORMAL		
Probeta	Tiempo de semi-disipación (t_{50}), s	Factor de protección (unidades), S
1	< 0,01	0,94
2	< 0,01	0,99
3	< 0,01	0,98
Media	< 0,01	0,97

La normativa correspondiente indica que para que un tejido pase el ensayo y, por tanto, sea considerado como aceptable para disipar carga electrostática por inducción debe cumplir al menos uno de los siguientes supuestos:

$$t_{50} < 4\text{s}, \text{ o bien, } S > 0,2$$

Puesto que la muestra de **TEJIDO ELECTROSTATIC BALANCE NORMAL** tiene un tiempo de **semi-disipación t_{50} extremadamente bajo** (esto es, descarga rápidamente la electricidad que le llega por inducción de un campo eléctrico determinado) **y presenta un valor del factor de protección S cercano a 1** (y superior a lo exigido por la norma), **puede considerarse que presenta muy buenas prestaciones de disipación de carga electrostática.**

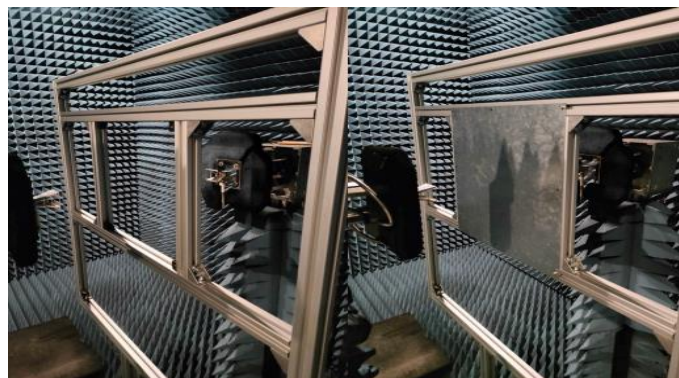
A modo indicativo los resultados obtenidos están en línea con los que se obtienen en algunos materiales textiles y tejidos técnicos para indumentaria de protección eléctrica/electroestática.

5. Descripción del equipamiento y método de medida del efecto de apantallamiento/atenuación electromagnética (EM)

El equipamiento utilizado para medir la capacidad de apantallamiento/atenuación EM (en este caso contando AITEX con la cooperación de la UPV, por disponibilidad de recursos técnicos) del TEJIDO ELECTROSTATIC BALANCE NORMAL ha sido:

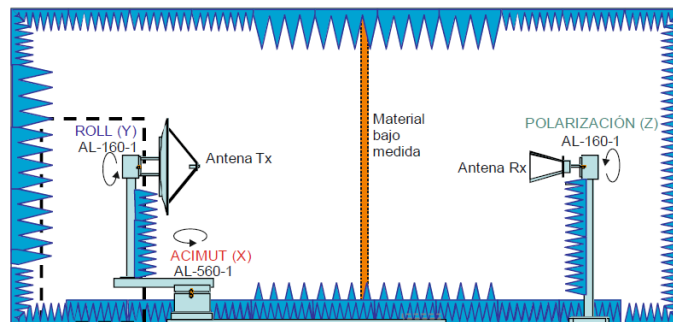
- Analizador de redes Keysight PNA N5227A.
- Antenas RF-SPIN DRH40 (Frecuencia de trabajo de 4 a 40 GHz).

El método utilizado ha consistido en enfrentar dos antenas separadas una distancia X, orientadas copolarmente. Primero se hace una calibración TRL del sistema (emisión/transmisión del aire). Posteriormente se posiciona el material a medir entre las dos antenas, en medio, y se realiza la medida de respuesta del material.



Montaje para la calibración del sistema.

Este proceso se repite para diferentes ángulos de incidencia de la onda (0° y 90°) sobre el material.



Posición de los equipos y del TEJIDO ELECTROSTATIC BALANCE NORMAL (material a evaluar) en el ensayo.

Los resultados de atenuación de la radiación EM incidente se expresan en decibelios, dB (al igual que lo hace el estándar ASTM D4935-10).

6. Resultados. Apantallamiento/atenuación EM

Los resultados de la atenuación EM aportada por el tejido objeto del estudio se expresan en dB y función de la frecuencia incidente. Se ha tratado de cubrir el máximo espectro radioeléctrico posible que suele afectar y encontrarse en el ámbito doméstico (radio, televisión, telefonía móvil, wi-fi, etc.). Además, por encima de los 10 - 20 GHz el apantallamiento ya estaría referido a aplicaciones más técnicas como radar y usos militares de la radiofrecuencia.

La tabla siguiente muestra las aplicaciones principales de la radiofrecuencia en las bandas más habituales de uso doméstico y técnico (se obvian las frecuencias de la propia corriente eléctrica, que suele ser 50/60 Hz):

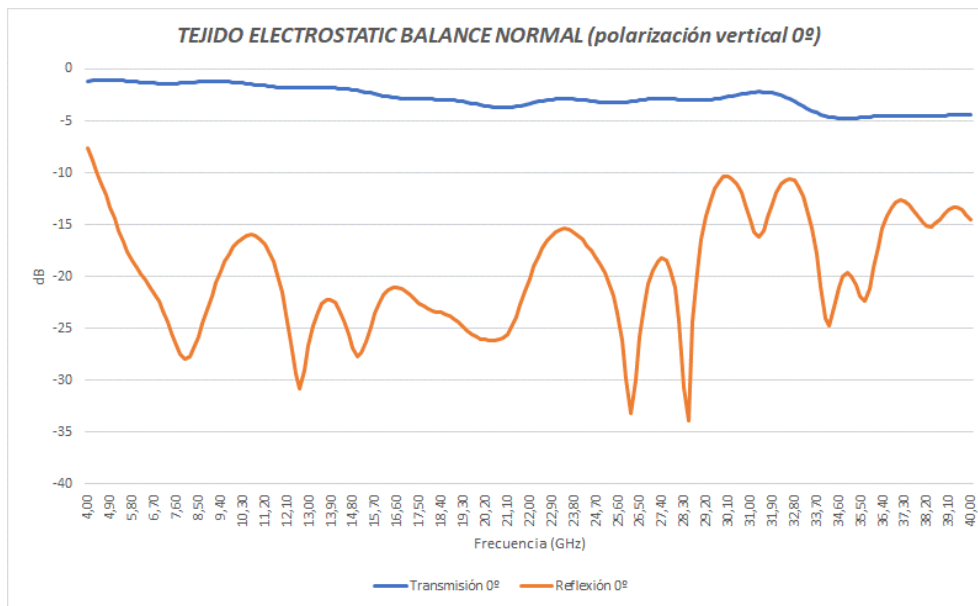
Ondas de TV y radio (incluida FM)	Telefonía móvil (GSM)	Telefonía 3G/4G/5G, wi-fi, ciertas microondas y control remoto	Radar y uso militar
60 - 800 MHz	800 MHz - 2,2 GHz	2,5 GHz - 6 GHz	> 10 GHz

El estudio realizado abarca la zona del espectro EM comprendido entre los 4 GHz y los 40 GHz. Y principalmente se atiende a los datos de transmisión (S21) del material.

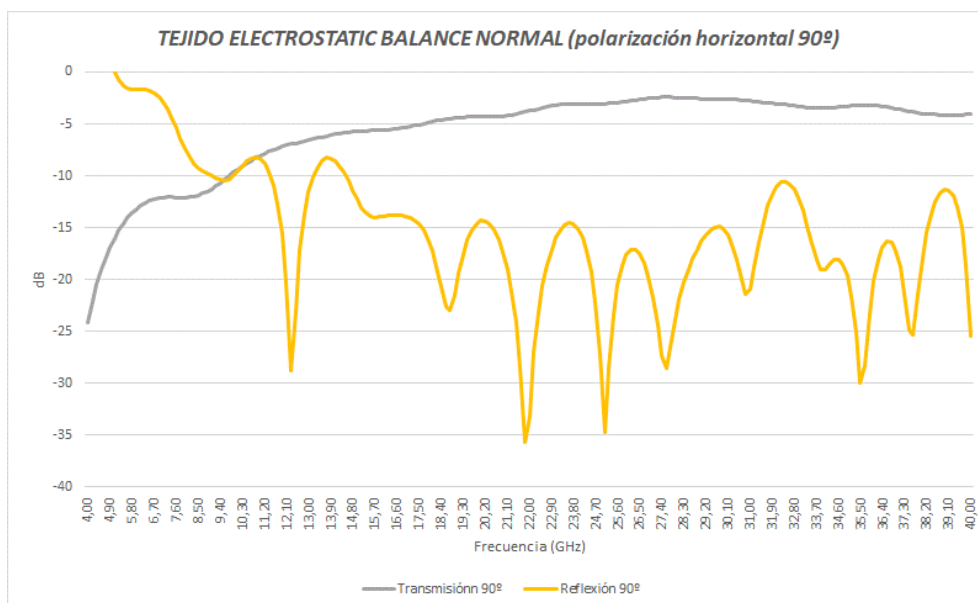


Imagen de montaje del TEJIDO ELECTROSTATIC BALANCE NORMAL.

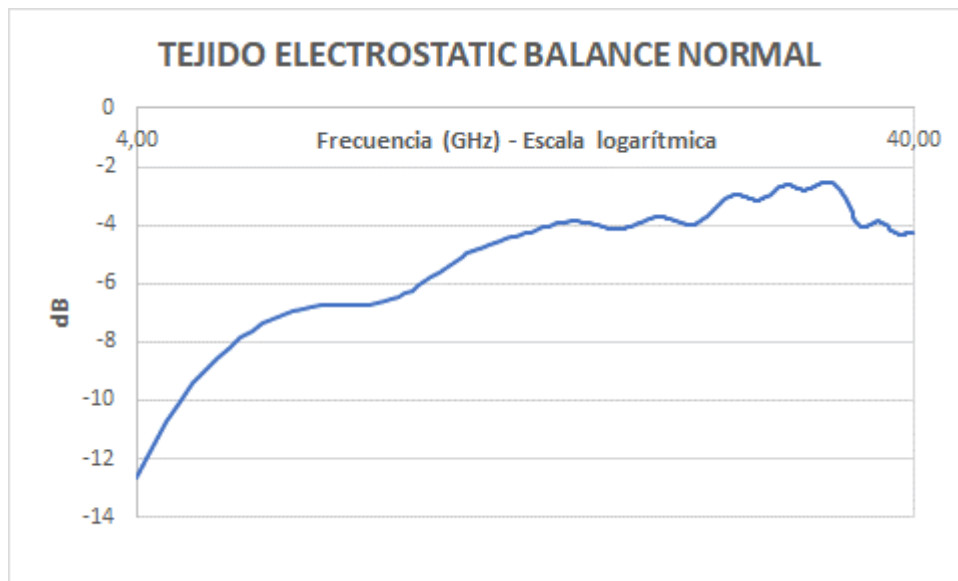
Como se puede ver en la gráfica siguiente el comportamiento es diferente según la orientación de polarización. Para una polarización vertical (0°) la transmisión (parámetro S21) es próximo a 0 dB a lo largo de toda la banda frecuencial, por lo que el material deja pasar las ondas.



Sin embargo, para una polarización horizontal, la transmisión de radiación EM al otro lado del tejido es baja al principio de la banda, y aumenta conforme aumenta la frecuencia. Respecto al parámetro S11 (reflexión), cabe destacar que en la polarización horizontal (90°) es alto sólo muy al de la banda. Algo esperado y en consonancia con el comportamiento observado en la transmisión.



Debe tenerse en cuenta que los resultados de reflexión/transmisión que ofrecerá el material serán diferentes en función del ángulo de incidencia de la señal, de ahí que se hayan evaluado los extremos (0° y 90°). Estos resultados de transmisión a polarización vertical (0°) y horizontal (90°), si se toma un valor medio de ambas medidas a una frecuencia determinada, y esta se expresa en escala logarítmica, permiten obtener un perfil de apantallamiento EM del material.



Atenuación de la transmisión (S21) mostrada por TEJIDO ELECTROSTATIC BALANCE NORMAL.

Con el método seleccionado, se observa atenuación principalmente en la transmisión de la componente horizontal (90°) de la radiación EM, que ha sido cuantificada entre -2 y -24 dB (algo más del 55% de la radiación) si bien, **una vez combinadas las dos componentes de la transmisión** -tanto vertical como horizontal- el perfil de apantallamiento obtenido **en el rango de 4 GHz a 40 GHz se tiene una reducción de la transmisión entre -2 y -12 dB** en todo el espectro EM investigado.

- Esto equivale a **un máximo del 92% de reducción (a los 4 GHz).**
- Y un **valor medio del 42% en todo el espectro EM investigado.**

TEJIDO ELECTROSTATIC BALANCE NORMAL tiene capacidad de actuar filtrando la radiación incidente en los términos antes indicados, en polarización horizontal (90°) del campo EM incidente.

Alcoi, a 24/07/23.



Grupo de Investigación de Eco-procesos, Cosmética y Salud – ECOS (AITEX)
Óscar Calvo ocalvo@aitex.es (Investigador. Director de Proyectos I+D)

Confidencialidad

AITEX garantiza la confidencialidad de la información que puede conocer de esta Empresa como consecuencia de la ejecución de los trabajos desarrollados