

INFORME

ESTUDIO Y EVALUACIÓN DE LAS
PROPIEDADES DE:

EMISIÓN DE IONES, DISIPACIÓN DE CARGA Y
ATENUACIÓN ELECTROMAGNÉTICA EN
TEJIDO **ORGON.INK®**

REPRESENTACIONES DE DESCANSO, S.L.

31/10/2017



CONTENIDO

1. Objetivo y alcance del estudio	3
2. Descripción de muestras	4
3. Descripción del equipamiento y método de medida de la emisión de iones negativos	5
4. Resultados. Emisión de iones negativos.....	6
5. Descripción del equipamiento y método de medida de la disipación de carga electrostática	8
6. Resultados. Disipación de carga electrostática.....	9
7. Descripción del equipamiento y método de medida del efecto de apantallamiento/atenuación electromagnética (EM)	10
8. Resultados. Apantallamiento/atenuación EM.....	12
9. Análisis de resultados y conclusiones.....	21

1. Objetivo y alcance del estudio

El principal objetivo del estudio y evaluación de la muestra de TEJIDO ORGON.INK® ha sido cuantificar y medir las diferentes 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 tanto a ensayos normalizados representativos de la propiedad a evaluar, como a métodos propios de ensayo. Por las características de la muestra de tejido, se creyó conveniente realizar la correspondiente evaluación de:

- Emisión de iones negativos (por método propio).
- Disipación de carga electrostática (según EN 1149-3).
- Capacidad de apantallamiento / atenuación electromagnética (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.

Algunas referencias bibliográficas que sí relacionan las propiedades evaluadas con los efectos antes indicados se listan a continuación:

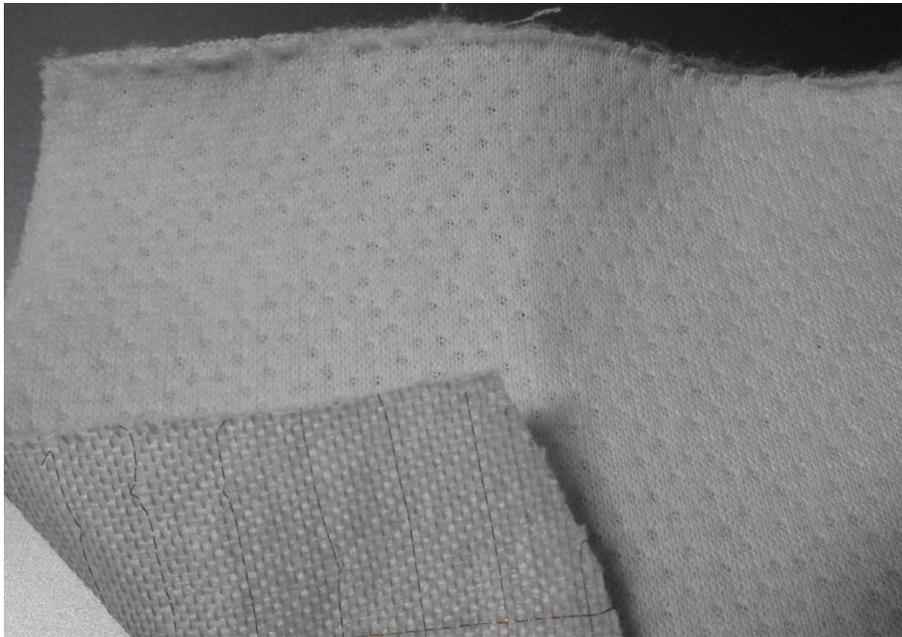
- F. Vatansever and M. R. Hamblin. Far infrared radiation (FIR): its biological effects and medical applications. *Photonics Lasers Med.* 2012 Nov 1; 4: 255–266.
- Leung TK. In Vitro and In Vivo Studies of the Biological Effects of Bioceramic (a Material of Emitting High Performance Far-Infrared Ray) Irradiation. *Chin J Physiol.* 2015 Jun 30;58(3):147-55.
- D. M. Anderson et al. Infrared radiative properties and thermal modeling of ceramic-embedded textile fabrics. *Biomed Opt Express.* 2017 Mar 1; 8(3): 1698–1711.
- A. 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>
- Ö. Feyyaz and K. Aysegül. Electromagnetic Waves and Human Health. "*Electromagnetic Waves*", book edited by Vitaliy Zhurbenko, ISBN 978-953-307-304-0. 2011.
- 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. doi:10.1155/2014/198609.
- Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (SCENIHR). *Possible effects of Electromagnetic Fields (EMF) on Human Health.* July 2006.

2. Descripción de muestras

Una muestra de tejido, para la evaluación de tres propiedades diferentes, en base a la combinación de un acabado basado en minerales e inserción de hilos metálicos en la tejeduría.

Es:

- **TEJIDO ORGON.INK®** (tejido bicapa laminado, con una capa superior tipo stretch y una capa inferior de calada y con inserciones de hilos metálicos tanto en la trama como en la urdimbre). Entregado por REPRESENTACIONES DE DESCANSO, S.L.



Aspecto de la muestra TEJIDO ORGON.INK®, de las dos capas en que está compuesta.



ORGON.INK.

3. Descripción del equipamiento y método de medida de la emisión de iones negativos

Para evaluar la tasa de emisión iónica del tejido entregado -tras comprobar que no tiene emisión alguna por sí solo cuando se le acerca el contador de iones empleado-, debe ser frotado de manera más o menos enérgica, de manera que pueda activarse el principio activo o acabado especial que contenga y pueda ser detectado por el contador de iones.

Como procedimiento previo de comprobación se aplicó un frote manual, observando que no puede considerarse un método de medida objetivo, pues depende de la fuerza y manera con que se frote el tejido acabado. Es por ello que se eligió un Crockmeter como equipamiento auxiliar para realizar este frote de manera continuada y con una fuerza y ritmo controlado (aunque desconociendo la fuerza de frote ejercido).

Por ello, se adaptó el funcionamiento de un equipo conocido como Crockmeter (equipo empleado para determinar solidez al frote en textiles) a las necesidades de la evaluación, para realizar este frote de manera continuada y con una fuerza y ritmo controlado. Por otra parte, con un contador portátil de iones se realizaron las medidas de emisión iónica de cada tejido entregado. El método de ensayo propio aquí empleado consistió en colocar la muestra de tejido en plano, y sobre ella una clavija frotadora que comprende un cilindro de $16 \pm 0,1$ mm de diámetro y que realiza un movimiento de vaivén en línea recta. Así, se programó el Crockmeter para realizar ciclos de frotos y se realizaron anotaciones periódicas de las medidas.

El contador portátil de iones estaba colocado justo al lado del tejido a evaluar. La unidad de medida de la emisión iónica es aniones/cm³ de aire.



4. Resultados. Emisión de iones negativos

A nivel puramente informativo indicar que la muestra entregada, TEJIDO ORGON.INK®, presenta cierta tasa de emisión de aniones por frote manual (frote sin control de la fuerza ejercida en cada movimiento, al variar lógicamente de una persona a otra), dando picos de valores cercanos a 3.400 aniones/cm³ aire. Además, cabe indicar que ejerciendo dicho frote manual, y quizá por tener hilo metálico y algo de fibra sintética, se detectan medidas positivas (corresponden a generación de carga estática por frote). Para la expresión del nivel de emisión aniónica no se tienen en cuenta dichos valores de emisión de carga '+’.

Como ha quedado explicado anteriormente, el frote manual no resulta un método exacto para realizar medidas y cuantificar la emisión aniónica ‘-’ del tejido.

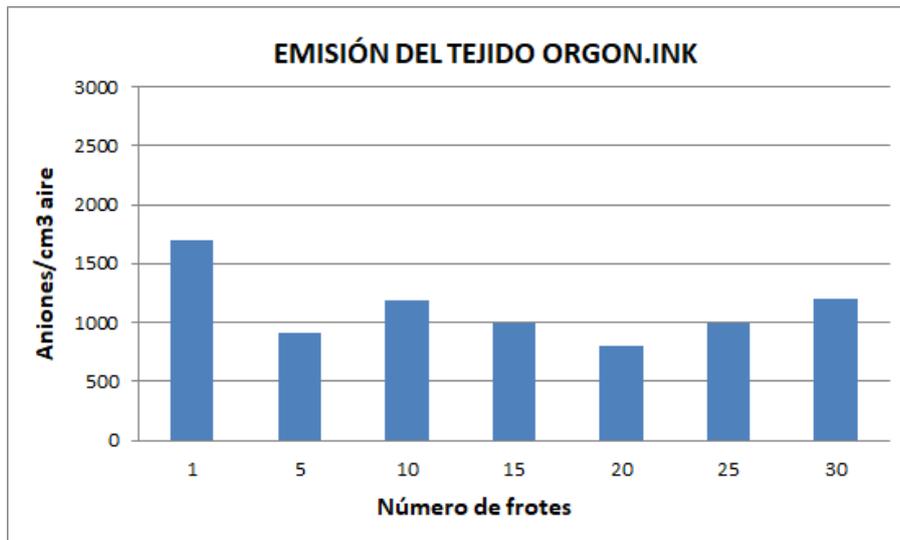
Por ello, se elige un Crockmeter como equipamiento auxiliar para realizar este frote de manera continuada (fuerza y ritmo controlado). La tasa media de emisión iónica medida en el TEJIDO ORGON.INK®, en un ciclo de 30 frotos (1 frote/segundo) según el método que aplica AITEX, fue:

TEJIDO ORGON.INK®	
Nº frote	aniones/cm ³
1	1700
5	910
10	1190
15	1000
20	800
25	1000
30	1200
Media	1114

Valores medidos de emisión iónica del TEJIDO ORGON.INK® en función del número de frotos aplicados mediante Crockmeter.

El valor medio obtenido en la muestra de TEJIDO ORGON.INK® entregada muestra una emisión aniónica media de **1114 aniones/cm³ aire**, cuando se frota regularmente.

En formato gráfico, la tendencia a emitir iones “-“ del TEJIDO ORGON.INK®, se muestra a continuación.



5. 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, si bien en AITEX se emplea un equipo más sofisticado situado en una cámara cerrada durante la realización del ensayo.



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).

6. Resultados. Disipación de carga electrostática

La muestra TEJIDO ORGON.INK® se evaluó mediante el ensayo descrito en EN1149-3, de manera que se pudiesen medir los dos parámetros principales que indican la capacidad de disipación de carga electrostática:

- tiempo de semi-descarga (t_{50}).
- factor de protección (S).

Para ello, se sometió a una tensión de ensayo suministrada de 1200 (± 50) V, aplicada en 30 μ s.

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

TEJIDO ORGON.INK®		
Probeta	Factor de protección, S	Tiempo de semi-descarga, t_{50} (s)
1	0,96	<0,01
2	1,00	<0,01
3	0,99	<0,01
Media	0,98	<0,01

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

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

Puesto que la muestra de TEJIDO ORGON.INK® tiene un **tiempo de semi-descarga 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 mayor a lo exigido por la norma), puede considerarse que **presenta muy buenas prestaciones de disipación de carga electrostática**.

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

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

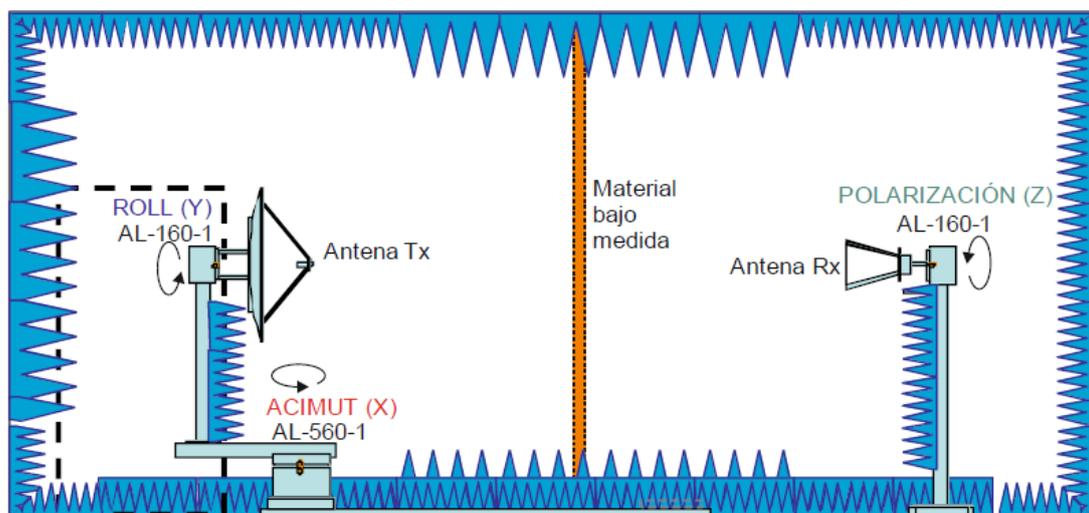
El equipamiento utilizado para medir la capacidad de apantallamiento/atenuación electromagnética (EM) del TEJIDO ORGON.INK® ha sido:

- Cámara anecoica (2,75m ancho x 6,5m largo x 3m alto)
- Analizador de redes Keysight PNA N5227A (10MHz-67GHz)
- Controlador de posicionadores Orbit AL-41-64-4MC
- Programa propio para adquisición de datos VNARReader
- Antenas RF-SPIN DRH400 y QRH500 (Frecuencia de trabajo de 400MHz a 6GHz)
- Dos antenas RF-SPIN DRH40 (Frecuencia de trabajo de 4GHz a 40GHz)
- Dos antenas Flann 22240 (Frecuencia de trabajo de 20GHz a 40GHz)

La medida se ha realizado en el interior de la cámara anecoica. El método utilizado ha consistido en enfrenar dos antenas separadas una distancia X, orientadas copolarmente.

Para la medida entre 400MHz y 20GHz primero se hace una calibración TRL del sistema. Posteriormente se posiciona el material a medir entre las dos antenas, en medio, y se realiza la medida de respuesta del material.

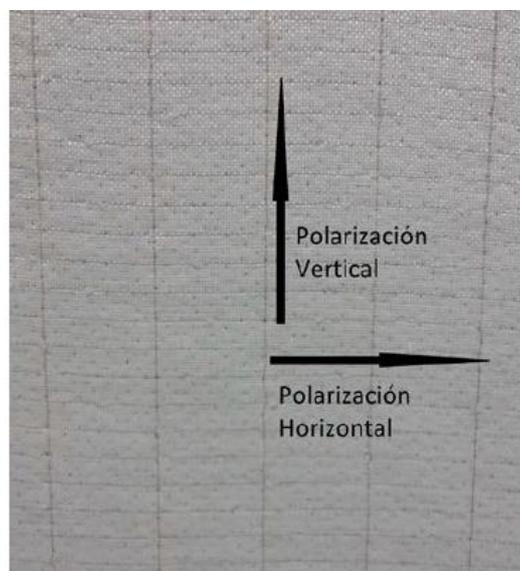
Este proceso se repite para diferentes ángulos de incidencia de la onda sobre el material.



Posición de los equipos y del TEJIDO ORGON.INK® (material bajo medida) en el ensayo.

Para la medida entre 20GHz y 40GHz se hace una medida previa de transmisión entre una antena y la otra que servirá como referencia, para los ángulos 0° (polarización vertical) y 90° (polarización horizontal). Posteriormente se posiciona el material a medir entre las dos antenas, en medio, y se realiza una segunda medida; esta segunda medida (con el material) se normaliza respecto a la medida de referencia obteniéndose el resultado de transmisión en el material.

El posicionamiento del TEJIDO ORGON.INK® respecto al campo incidente puede observarse en la figura siguiente.



Posición de la muestra para campo incidente.

Los resultados de atenuación de la radiación EM incidente se expresan en dB (al igual que lo hace el estándar ASTM D4935-10. Hay que tener en cuenta que para realizar el ensayo se realiza la medición del tejido en una cámara que aísla totalmente la muestra de radiación exterior. Por tanto, los resultados de atenuación están referidos a esta condición (estando en uso, el tejido puede estar sometido a fuentes EM de diferente naturaleza y origen).

8. Resultados. Apantallamiento/atenuación EM

Los resultados de la atenuación EM aportada por el tejido objeto del estudio se expresan en función de la frecuencia incidente. Así, se dividieron las medidas en 3 zonas diferenciadas:

- De 0,4 GHz (400 MHz) a 4 GHz.
- De 4 GHz a 20 GHz.
- De 20 GHz a 40 GHz.

De esta manera, 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 (se obvian las frecuencias de la propia corriente eléctrica, que suele ser 50/60 Hz) y técnico:

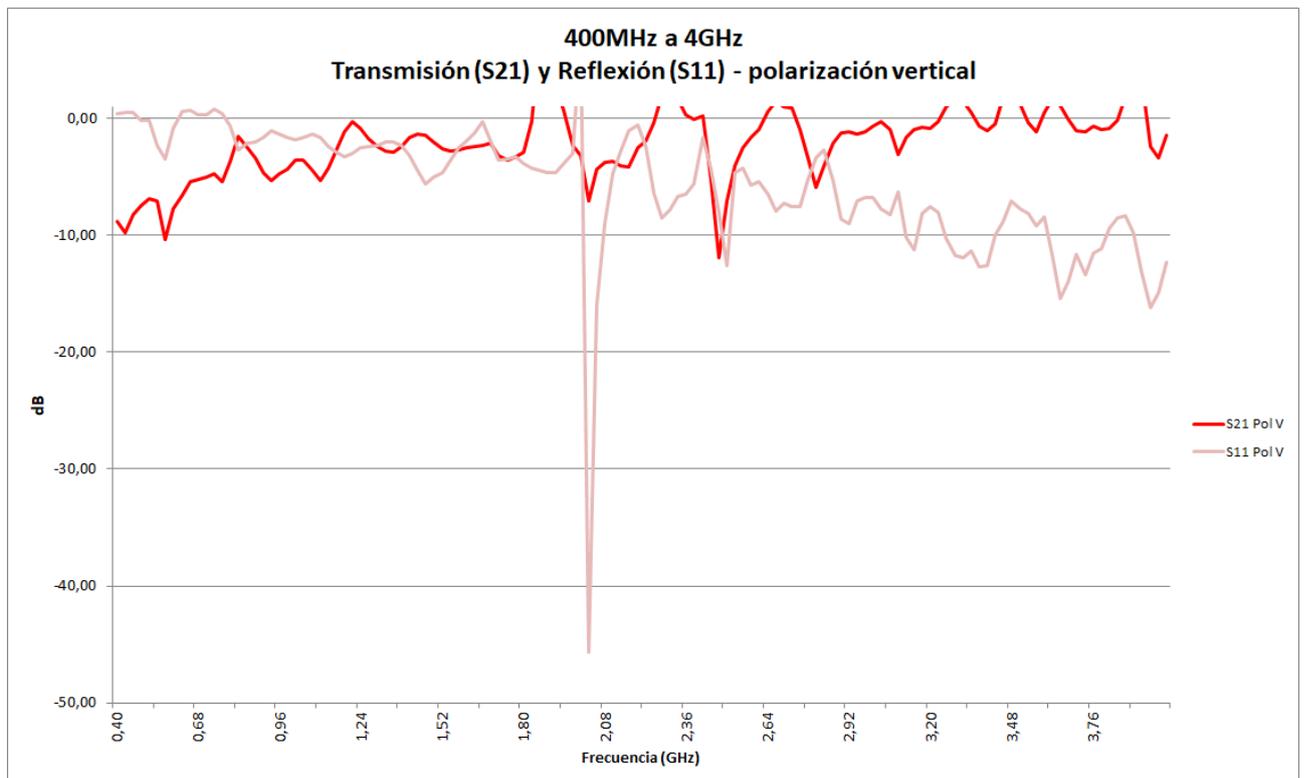
Ondas de TV y radio (incluida FM)	Telefonía móvil (GSM)	Wi-Fi, ciertas microondas y control remoto	Radar y usos militares
60 - 800 MHz	800 MHz - 2,2 GHz	2,5 GHz - 6 GHz	> 10 GHz

De 0,4 GHz (400 MHz) a 4 GHz.

- Componente vertical de la radiación EM.

Como se puede ver en la gráfica inferior, para un campo incidente vertical, el parámetro de transmisión (S21) está próximo a 0 dB a lo largo de toda la banda excepto al principio (400-600MHz), por lo que el material es transparente para el campo electromagnético -no se atenúa la transmisión- excepto en el rango de frecuencia indicado.

Si se observa el parámetro de reflexión S11 se puede concluir que la atenuación producida al principio de la banda es debida a que el campo es reflejado, no absorbido, por el material (no se atenúa la capacidad de reflexión, por tanto refleja prácticamente toda la radiación que le llega en las frecuencias indicadas sin absorberlas, en su componente vertical).

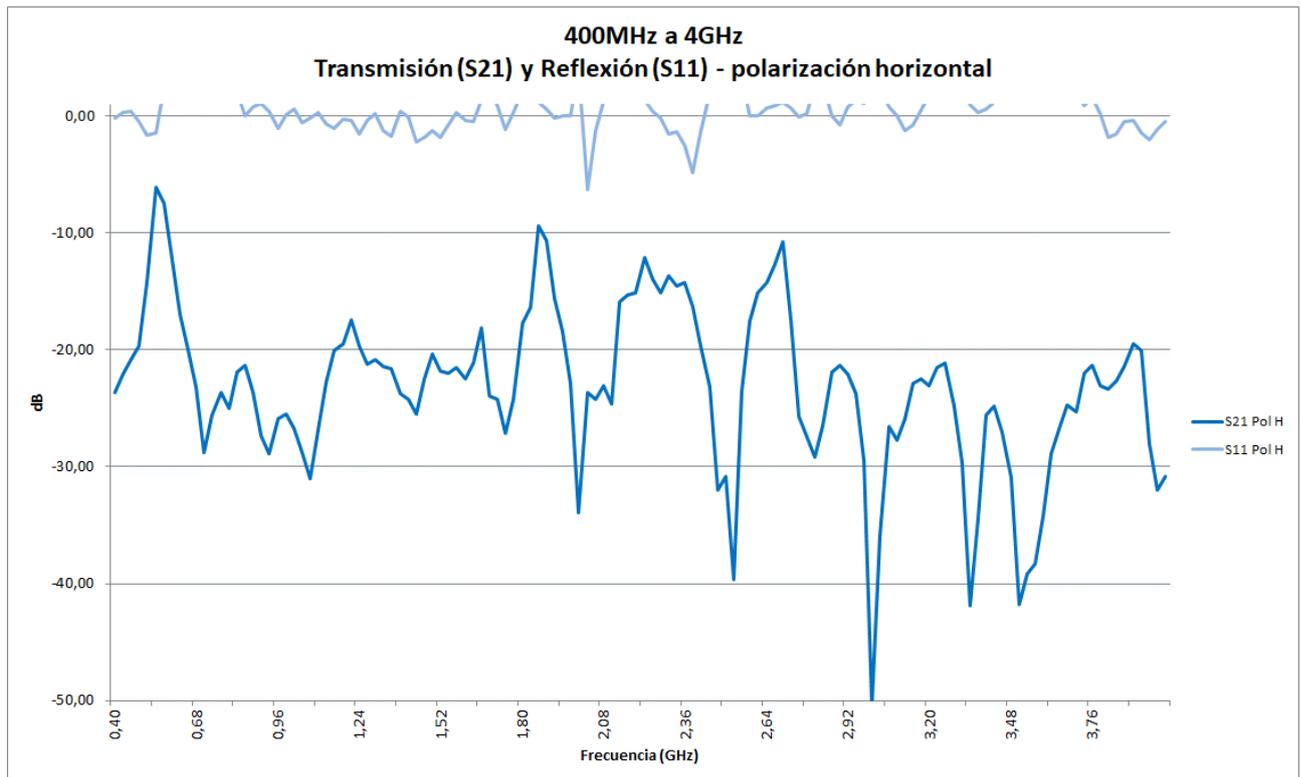


- Componente horizontal de la radiación EM.

Así mismo, **para un campo incidente horizontal, el parámetro S21 está próximo a -20 dB a lo largo de toda la banda, por lo que el material es opaco para el campo electromagnético** (atenúa la radiación que pase a través de él). Si se observa el parámetro S11 se puede concluir que el campo es reflejado, no absorbido, por el material (de nuevo no se atenúa la capacidad de

reflexión y refleja prácticamente toda la radiación que le llega en las frecuencias indicadas sin absorberlas, en su componente horizontal).

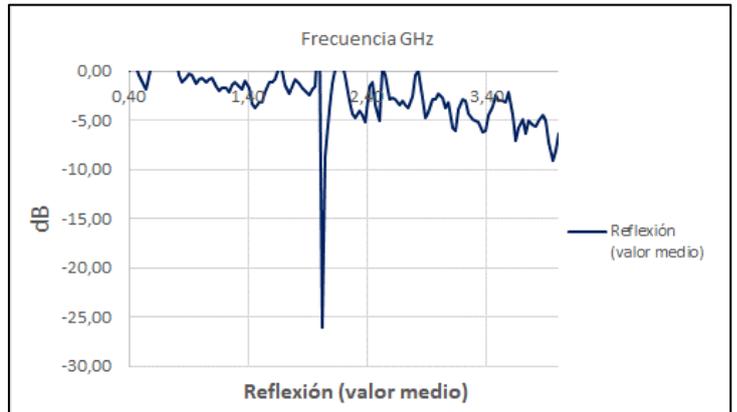
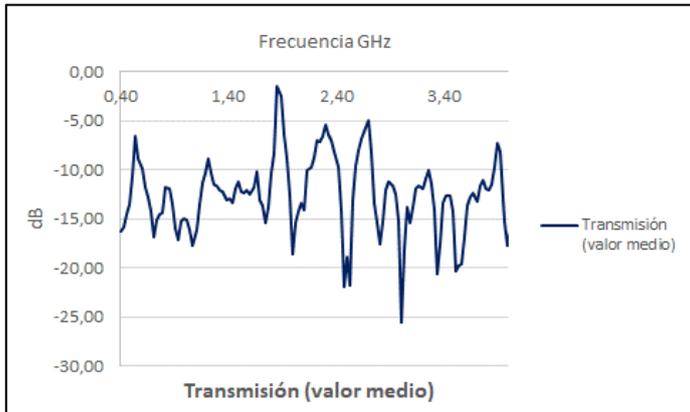
Las oscilaciones que se observan son debidas a las múltiples reflexiones entre las antenas y la muestra.



➤ **Análisis de resultados tomando el valor medio.**

Si se expresan los resultados de transmisión y reflexión vertical y horizontal como un solo valor (tomando la suma de ambos y expresándolo como una media), se observa la capacidad de atenuación de la radiación EM incidente y transmitida a través del tejido, así como la no atenuación de la capacidad de reflexión del mismo.

Siempre hay que tener en cuenta que para ángulos de incidencia diferentes al de las componentes vertical/horizontal, el tejido tendrá un comportamiento mixto, dependiendo de si la componente vertical u horizontal es mayor o menor respecto a la otra componente del campo.



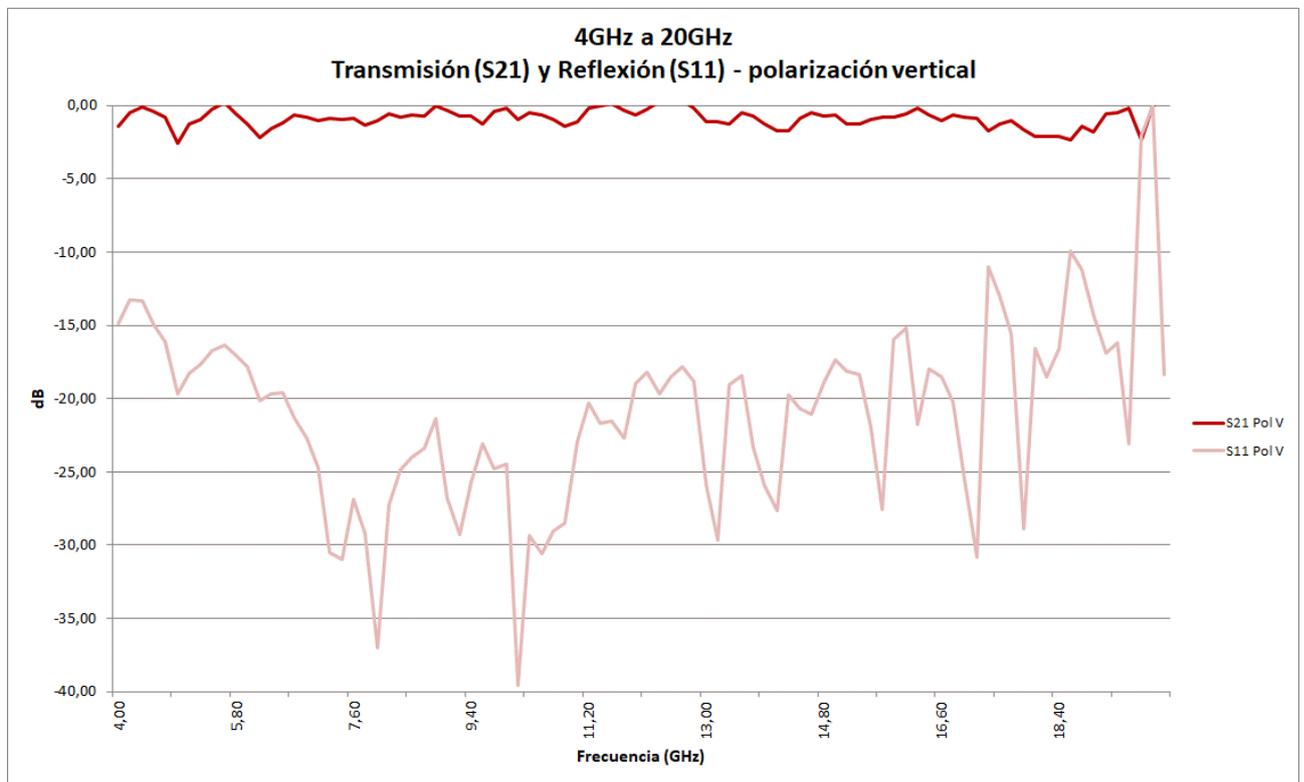
Una atenuación de la transmisión en torno a -20 dB indica que se consigue atenuar el 99% de la radiación incidente (siempre teniendo en cuenta que para la componente vertical del campo EM incidente no hay atenuación de la transmisión, según los valores específicos obtenidos).

De 4 GHz a 20 GHz.

- Componente vertical de la radiación EM.

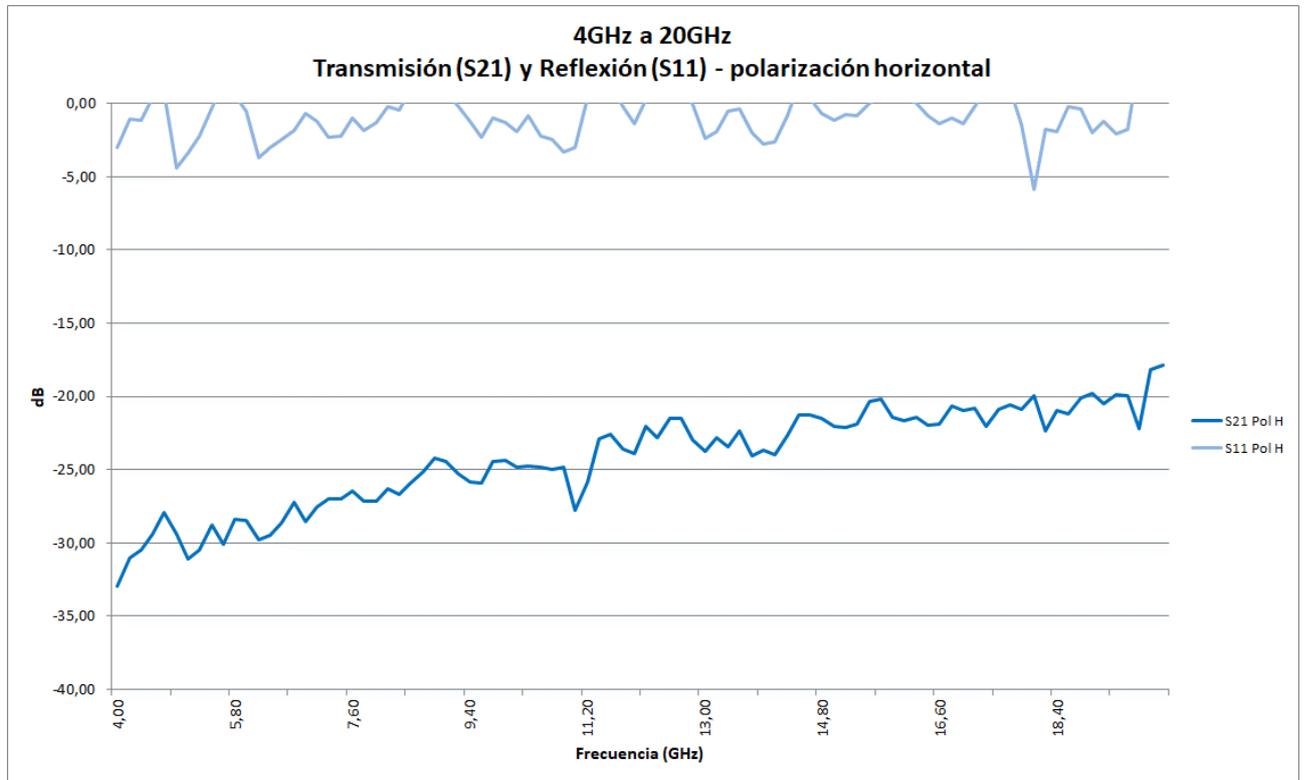
De nuevo, para un campo incidente vertical en el rango de frecuencias estudiadas, el parámetro S21 de transmisión está próximo a 0 dB a lo largo de toda la banda 4 - 20 GHz, por lo que se considera que el material es transparente para el campo electromagnético. No se atenúa la transmisión.

Por otra parte, se observa que hay atenuación en la capacidad de reflexión (S11) del material tejido, ya que muchos de los valores medidos están próximos a -20/-25 dB y por tanto, cierta absorción.



- Componente horizontal de la radiación EM.

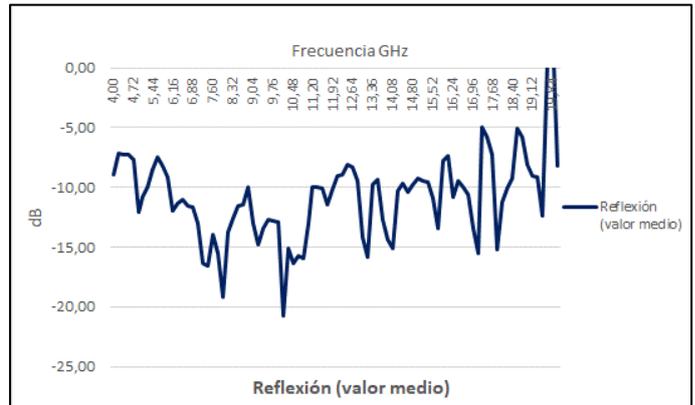
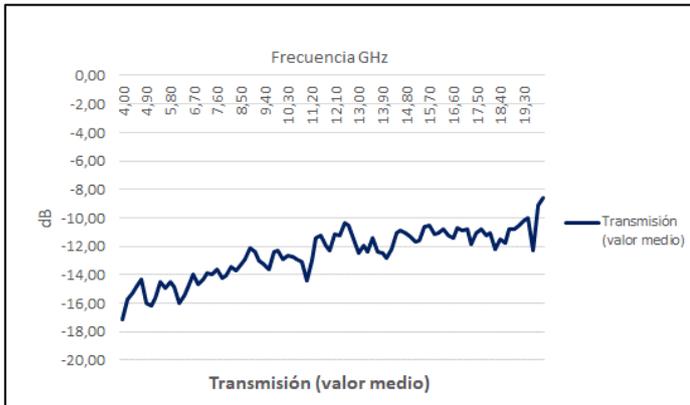
De nuevo, para un campo incidente horizontal, el parámetro S21 referido a transmisión está próximo a -20/-25 dB a lo largo de toda la banda, por lo que se concluye que el material es opaco para el campo electromagnético (y se atenúa al menos un 99% de la radiación transmitida). Si se observa el parámetro S11 de reflexión se puede concluir que el campo es reflejado, no absorbido, por el material (ya que no hay atenuación, al estar los valores próximos a 0 dB).



➤ **Análisis de resultados tomando el valor medio.**

Si se expresan los resultados de transmisión y reflexión vertical y horizontal como un solo valor (tomando la suma de ambos y expresándolo como una media), se observa sobre todo la capacidad de atenuación de la radiación EM incidente transmitida a través del tejido, y cierta atenuación de la capacidad de reflexión del mismo.

Siempre hay que tener en cuenta que para ángulos de incidencia diferentes al de las componentes vertical/horizontal, el tejido tendrá un comportamiento mixto, dependiendo de si la componente vertical u horizontal es mayor o menor respecto a la otra componente del campo.

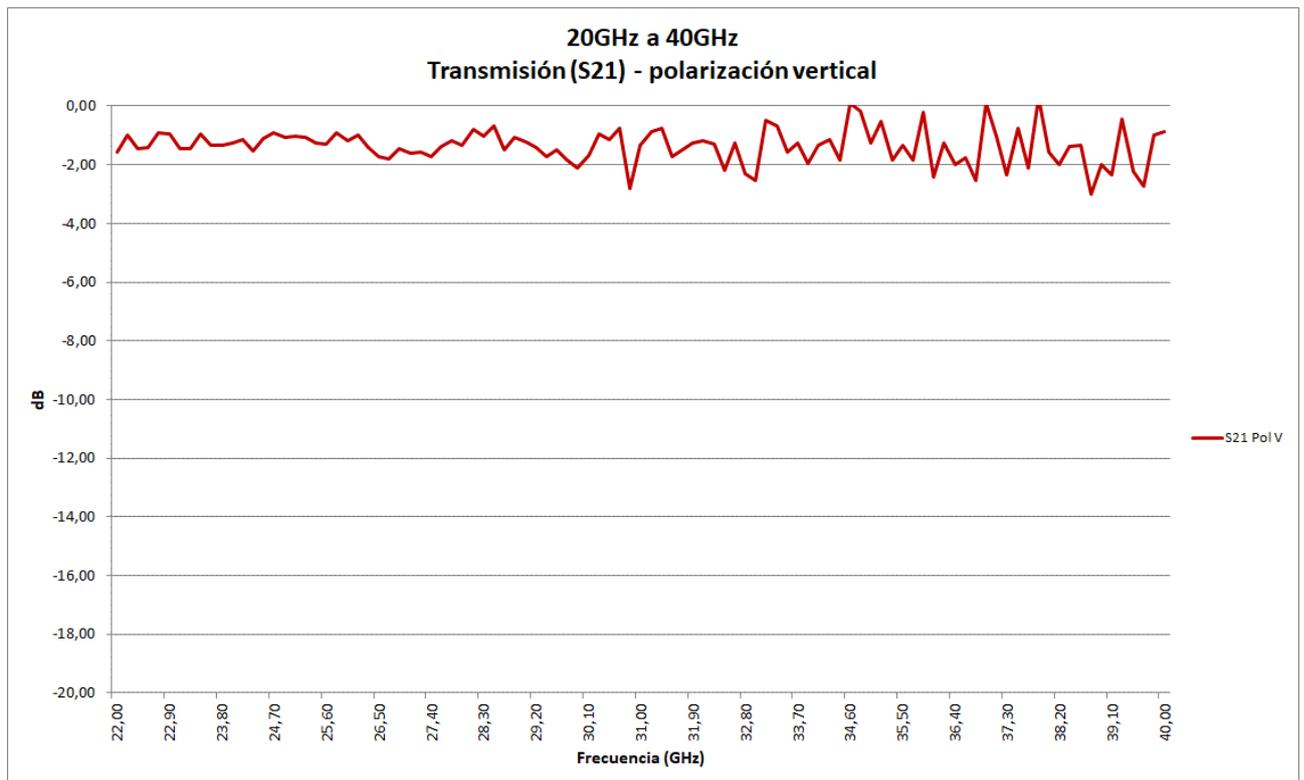


En el rango de frecuencia estudiado (de 4 a 20 GHz) se observa una atenuación de la transmisión y también de la reflexión entre 10 - 20 dB, lo cual indica que se consigue atenuar entre un 90 y un 99% de la radiación incidente transmitida o que refleja el tejido (según cada propiedad estudiada). De nuevo hay que tener en cuenta que, para la componente vertical del campo EM incidente, no hay atenuación de la transmisión según los valores específicos obtenidos).

De 20 GHz a 40 GHz.

- Componente vertical de la radiación EM.

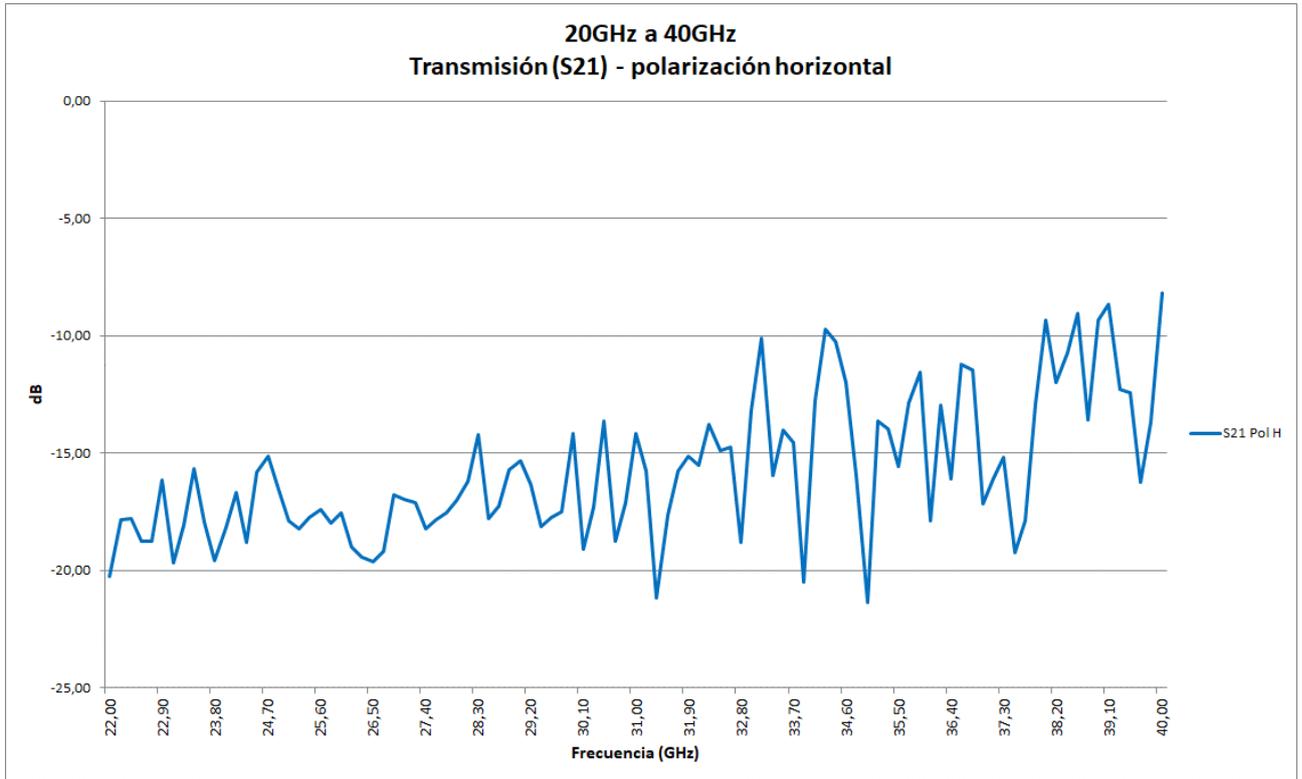
Como se puede ver en la gráfica siguiente, para un campo incidente vertical, el parámetro S21 está próximo a 0 dB a lo largo de toda la banda, por lo que el material es transparente para el campo electromagnético en el rango de frecuencias indicado. No se midió atenuación alguna de la reflexión (S11) de manera que no se indica en la gráfica.



- Componente horizontal de la radiación EM.

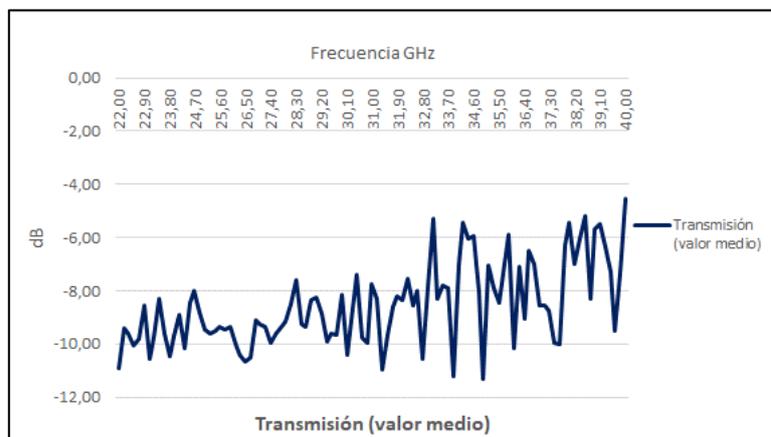
Por otra parte, **para un campo incidente horizontal el parámetro S21 (transmisión) está próximo a -20 dB a lo largo de toda la banda, por lo que el material es opaco para el campo electromagnético.** Como no se ha detectado atenuación de la radiación reflejada (S11) se concluye que el campo es totalmente reflejado y no absorbido por el material. El parámetro S21 va aumentando a lo largo de la banda.

Se observa también que va disminuyendo la atenuación conforme aumenta la frecuencia de la radiación, de manera que, casi con total seguridad, por encima de 50 GHz y en adelante el parámetro S21 tenderá a cero y el tejido será transparente a la radiación.



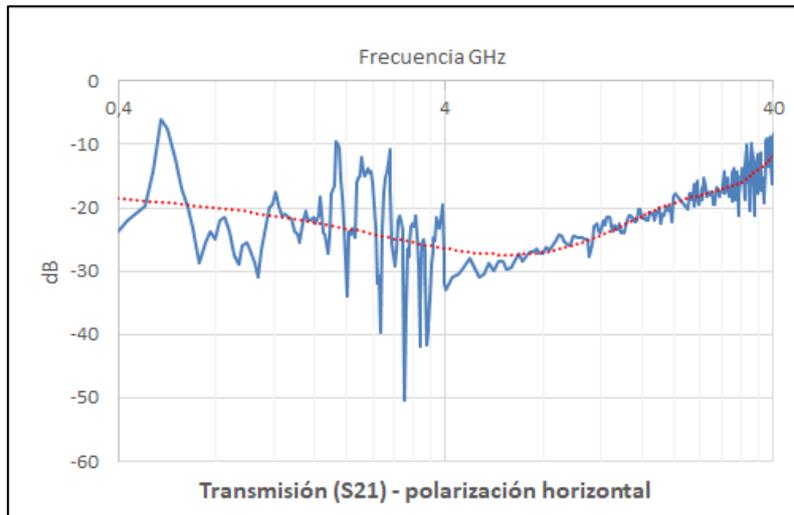
➤ **Análisis de resultados tomando el valor medio.**

Si se expresan los resultados de transmisión vertical y horizontal como un solo valor (tomando la suma de ambos y expresándolo como una media), se observa la capacidad de atenuación de la radiación EM incidente transmitida (unos -10 dB, cerca de un 90%) a través del tejido, siempre teniendo en cuenta que (como bien se observa en las gráficas individuales de componentes vertical y horizontal) el tejido tendrá un comportamiento mixto dependiendo de si la componente vertical u horizontal es mayor o menor respecto a la otra componente del campo.

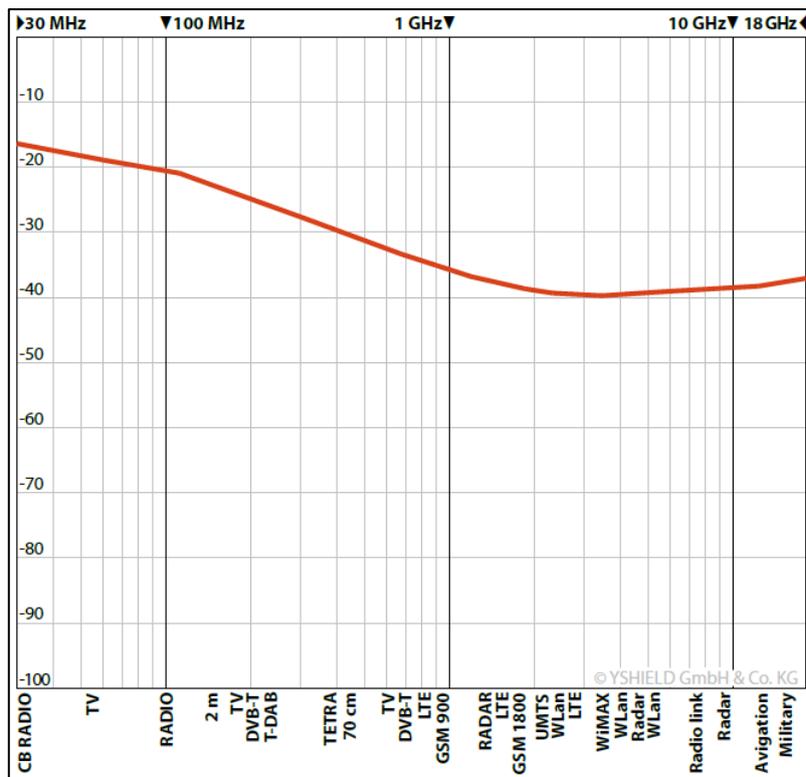


9. Análisis de resultados y conclusiones

- La muestra de **TEJIDO ORGON.INK®** presenta **resultados positivos y significativos al respecto de las 3 propiedades técnicas que han sido estudiadas y evaluadas**. Teniendo en cuenta que en la bibliografía se encuentran diferentes referencias al respecto del impacto que dichas propiedades pueden presentar en cuanto a bienestar del usuario, calidad del sueño, del descanso, etc. dicho textil podría encontrar aplicaciones finales en productos de interés para el sector del descanso.
- Respecto de la capacidad de **emisión de iones negativos (aniones)**, **la tasa media medida mientras se realiza un frote de manera continuada (fuerza y ritmo controlado) ha sido superior a los 1100 aniones/cm³ de aire**. Cierta bibliografía relaciona la cantidad de iones negativos presentes en el ambiente con un mayor bienestar y menor stress.
- **Respecto de la capacidad de disipación de carga electrostática, TEJIDO ORGON.INK® ha mostrado muy buen comportamiento** (al ser ensayado mediante un método habitualmente empleado para evaluar la ropa de protección eléctrica). Cumple con los dos parámetros que indica dicha normativa, haciendo que sea considerado como **aceptable para disipar carga electrostática: descarga rápidamente la electricidad que le llega por inducción** de un campo eléctrico determinado **y presenta un valor del factor de protección S cercano al máximo posible**. Los efectos y la sensación de acumulación de electricidad estática en el cuerpo son bien conocidos por todos, y cierta bibliografía científica también identifica diversos efectos que provoca en la salud y el organismo de seres vivos.
- Por último, el efecto de atenuación de radiación EM procedente de diversas fuentes también fue evaluado. Es quizás el aspecto más complejo de interpretar y evaluar en el tejido objeto del estudio. Con el método seleccionado, **se observa atenuación principalmente en la transmisión de la componente horizontal de la radiación EM, que ha sido cuantificada entre -10 y -20 dB (90 y 99% de la radiación)**. Estos valores, e incluso la tendencia que presenta la gráfica de atenuación de la transmisión en todo el rango de frecuencias estudiado (de 400 MHz a 40 GHz), se asemejan a los que presentan otros materiales textiles más técnicos destinados a apantallamiento y protección electromagnética (como nonwovens fabricados íntegramente con fibras metálicas).



Atenuación de la transmisión (S21) mostrada por el TEJIDO ORGON.INK®. Los valores obtenidos se ajustan a material de apantallamiento interior y exterior para una baja contaminación (Fuente: Aaronia AG, D-54597 Euscheid, Alemania).



Ejemplo de gráfica de atenuación de un material textil destinado a apantallamiento EM (Fuente: YSHIELD GmbH & CO).

- A partir del análisis de resultados de la atenuación electromagnética, hay que tener en cuenta que TEJIDO ORGON.INK® es 'transparente' para un campo eléctrico incidente vertical y actúa como un reflector para un campo eléctrico incidente horizontal, atenuando la radiación incidente. Para ángulos de incidencia diferentes tendrá un comportamiento mixto dependiendo de si la componente vertical u horizontal es mayor o menor respecto a la otra componente del campo.

Confidencialidad

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