

PLASMADHESION II

2019

 **INESCOP**
INFORME RESULTADOS

Tratamiento con plasma para mejorar la adhesión de los materiales

PLASMADHESION II

Tratamiento por plasma de baja presión aplicado a materiales poliméricos de difícil adhesión en la industria del calzado



La moda en calzado cambia continuamente, incorporando nuevos materiales poliméricos, concretamente en la producción de suelas, lo que puede conllevar problemas de pegado si la unión no se optimiza adecuadamente.

Las dificultades en la adhesión a la hora de pegar los diferentes componentes que conforman un zapato pueden ser varias: contaminación o suciedad de la superficie del material, una baja mojabilidad del material y/o un débil anclaje del adhesivo a los materiales que forman la unión, lo que hace que no llegue a pegarse correctamente o perjudique su durabilidad. De ahí que para la obtención de uniones adhesivas resistentes y duraderas sea necesaria la realización de un

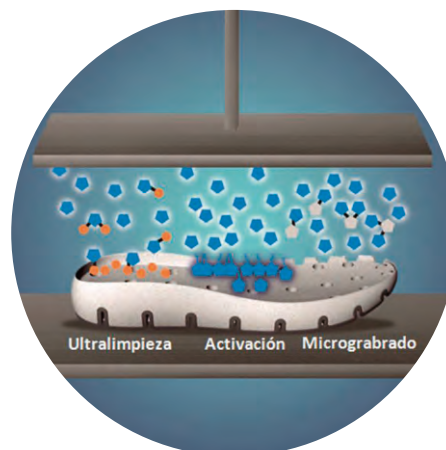
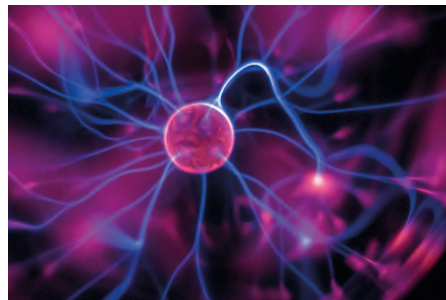
tratamiento superficial previo al pegado. La unión más exigente en la fabricación de un zapato es la unión corte-piso, por lo que este proyecto se ha centrado en su estudio y mejora con tecnología plasma.

Actualmente se emplean diferentes tipos de tratamientos superficiales en los materiales, algunos de ellos conllevan el uso de disolventes orgánicos volátiles y de sustancias químicas peligrosas que pueden suponer ciertos riesgos tanto para la salud de los trabajadores como para el medioambiente.

¿Qué es el plasma?

El plasma es considerado el cuarto estado de la materia, ya que es un gas al que se le aporta un suministro de energía continua, ionizándolo y cargando eléctricamente sus partículas. Este proceso origina el denominado "plasma", el cual adquiere una serie de características que no se dan en los otros estados de la materia, pudiendo interactuar con los sustratos con los que entra en contacto.

Gracias a las propiedades que presenta el plasma, puede producir los siguientes efectos:



1. Ultralimpieza de superficies.

El objetivo de este proceso es descontaminar la superficie del material a tratar para que quede lo más limpia posible y el efecto del tratamiento sea efectivo con la aplicación de ciertos gases, como el argón para la eliminación de óxidos y oxígeno para aceites y grasas.

2. Activación superficial.

Se consigue aumentar la receptividad en el contacto de los materiales a tratar con otros, en nuestro caso serían, los adhesivos. Para ello se usan diferentes gases de proceso como: oxígeno, aire, helio, nitrógeno, dióxido de carbono, incluso mezcla de los mismos.

3. Micrograbado superficial.

Consiste en aumentar la rugosidad de la superficie del material, a nivel microscópico, sin provocar cambios internos. Para ello, se utiliza un gas químicamente activo, como puede ser el oxígeno.

↗ Imagen de plasma generado artificialmente. Infografía de diferentes tratamientos superficiales provocados por el plasma.

Plasma como tratamiento superficial en calzado

El plasma de baja presión constituye una alternativa medioambientalmente sostenible para mejorar la adhesión de los materiales poliméricos usados en la actualidad en el sector del calzado.

Durante la segunda anualidad del proyecto **PLASMADHESION** se ha trabajado con materiales de corte y piso, representativos de la industria del calzado. Dentro de estos se ha usado como material de corte, la piel; y como materiales de piso, cauchos vulcanizados, poliuretanos termoplásticos, PVC y EVA.

Plasma a baja presión.

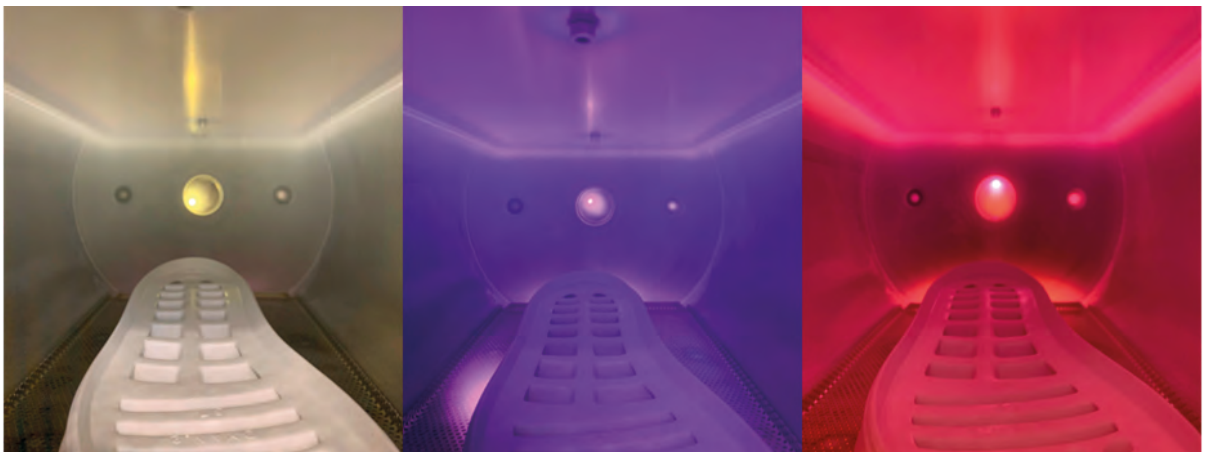
Para generar el plasma a baja presión, **INESCOP** cuenta con un equipo de tratamiento por plasma tipo nano. Al tratarse a baja presión, se hace imprescindible que el equipo cuente con una cámara de vacío en la que se genera el plasma y donde las muestras son tratadas.

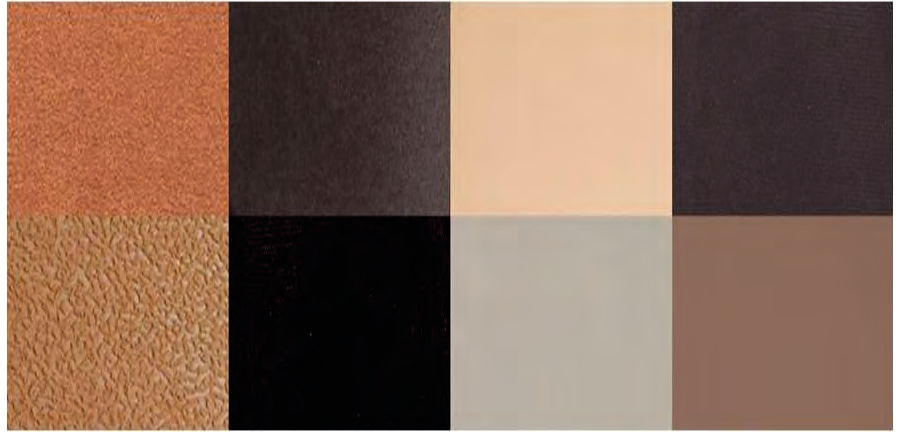
Los parámetros estudiados y considerados en la optimización de cada proceso en esta segunda anualidad han sido: gas de proceso (oxígeno, argón, nitrógeno, helio, etc.), potencia y tiempo de exposición variables.

Caracterización de los materiales tratados con plasma.

Para cada uno de los materiales tratados con la tecnología de plasma a baja presión se pretende verificar si se han producido cambios en sus propiedades. A continuación se describe brevemente, los resultados obtenidos con cada una de las técnicas:

- La espectroscopía infrarroja con transformada de Fourier (FTIR) permite la identificación de los grupos funcionales creados sobre la superficie del material tras el tratamiento con el plasma.
- Ángulo de contacto y energía superficial: la medida de ángulos de contacto con líquidos patrón caracteriza las propiedades de humectabilidad de los materiales, las cuales están relacionadas directamente con las propiedades de adhesión. Ángulos de contacto menores a 90° indican que la superficie es hidrófila y, por tanto, humectable.





A partir de las medidas de ángulos de contacto se puede determinar la energía superficial, parámetro que nos permite predecir el comportamiento de una unión adhesiva. Si el valor de esta energía es alto, significa que se produce un buen mojado del adhesivo sobre el sustrato, de lo contrario, un valor bajo de energía superficial se traduce en un mal mojado del adhesivo.

pues del tratamiento. Además, con el microanálisis EDS se ha determinado la modificación en la composición elemental en la superficie de las muestras.

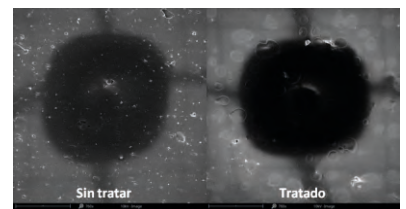
- Uniones adhesivas: ensayo de pelado en T. Para evaluar la influencia del tratamiento plasma en las propiedades adhesivas de los materiales considerados se han realizado ensayos de pelado en T en uniones realizadas con probetas de material polimérico y serraje.

➤ Foto de plasma generado con diferentes gases de tratamiento: oxígeno, argón y nitrógeno.



➤ Foto materiales estudiados tanto de corte como de piso.
 Foto ángulo de contacto del material termoplástico sin y con tratamiento plasma.
 Foto microscopio SEM de la superficie de un caucho termoplástico sin tratar y tratado con plasma.

- Microscopio electrónico de barrido (SEM) con microanálisis elemental (EDS) integrado. Mediante microscopía SEM se ha realizado el análisis morfológico de la superficie de los materiales, con el fin de evaluar las posibles modificaciones superficiales de los mismos des-



Mejora de las propiedades de adhesión de los materiales

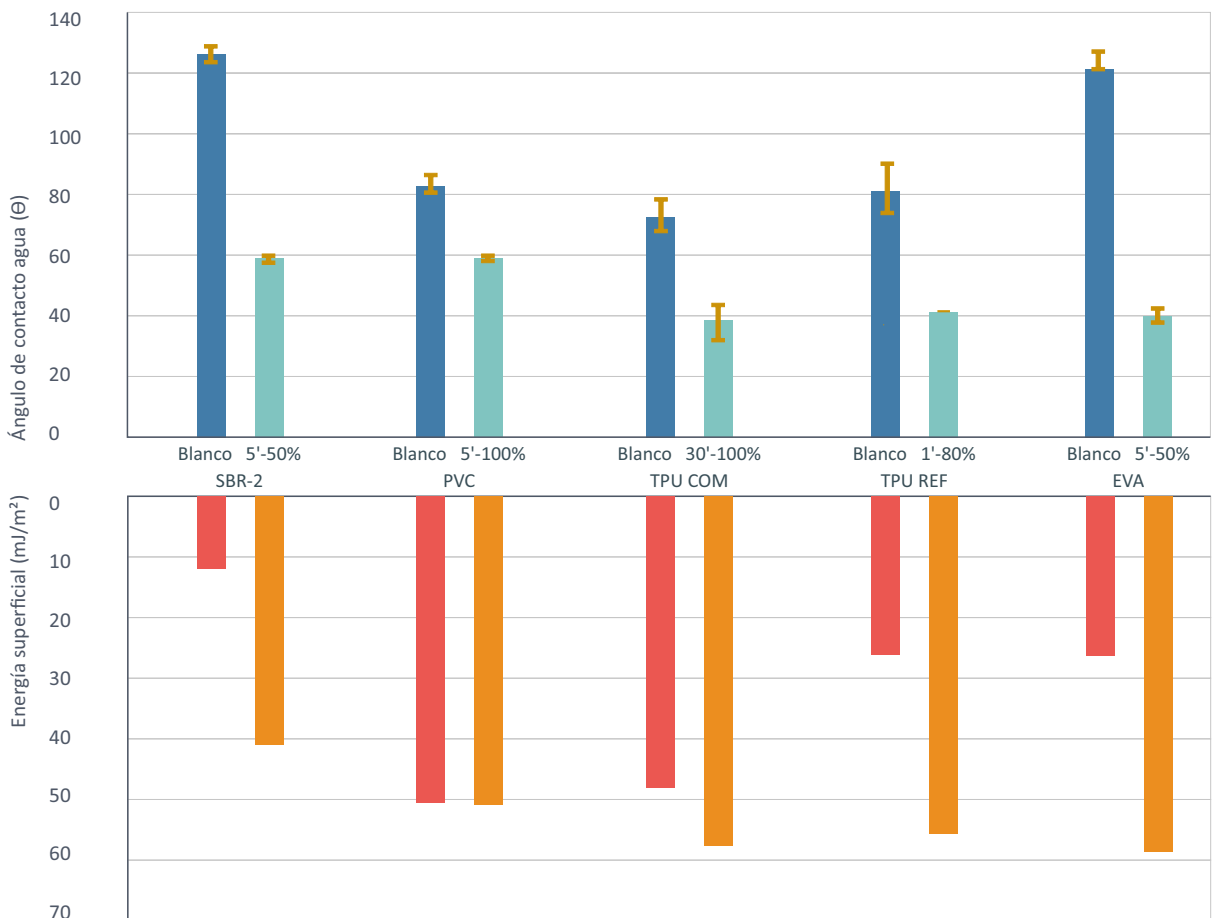
Las gráficas azul y naranja muestran los valores de los ángulos de contacto y energía superficial de materiales de piso de caucho vulcanizado SBR-2, PVC, poliuretano termoplástico comercial (TPU COM), poliuretano termoplástico de referencia (TPU REF) y EVA, sin tratamiento y con tratamiento plasma de oxígeno a baja presión.

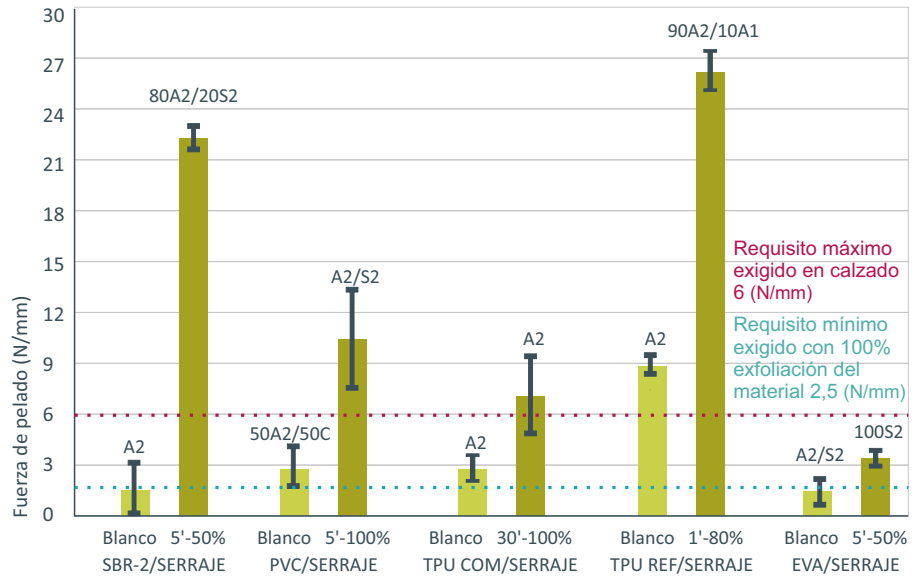
Los materiales considerados sin tratar presentan valores de ángulo de contacto altos, indicando una baja energía superficial y baja mojabilidad. Por otro lado, con el tratamiento de plasma optimizado sobre la superficie de los materiales se consigue reducir el ángulo de contacto

considerablemente, indicando una mejora de la energía superficial de los mismos, necesaria para obtener una adecuada adhesión.

La gráfica verde muestra los resultados del ensayo de fuerza de pelado con uniones de los materiales de piso-corte serraje y adhesivo "hotmelt" reactivo.

Los valores obtenidos de resistencia al pelado de las uniones consideradas superan los requisitos de calidad exigidos para calzado según ensayos normalizados.





Beneficios para las empresas

↖ La gráfica azul representa los valores de ángulo de contacto de los materiales estudiados sin tratamiento y con tratamiento plasma de oxígeno a baja presión. La gráfica naranja representa valores de energía superficial en de los materiales estudiados sin tratamiento y con tratamiento plasma de oxígeno a baja presión.

↖ La gráfica verde representa los valores de fuerza de pelado de las uniones piso-corte con y sin tratamiento superficial plasma O2.

Con **PLASMADHESION II** se ha visto que el tratamiento mediante plasma a baja presión constituye una tecnología alternativa y sostenible frente a los tratamientos de superficies actuales utilizados como etapa previa al pegado de componentes de calzado.

Gracias a las ventajas medioambientales y económicas que ofrece se consiguen reducir los siguientes impactos:

La tecnología de plasma a baja presión es una tecnología innovadora y su implantación en los procesos de pegado de la unión corte-piso en calzado colaborará al desarrollo de una industria del calzado sostenible en línea con las políticas de sostenibilidad europeas, así como, contribuirá a la consecución de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS).





Esta actuación está cofinanciada por la Unión Europea a través del Programa Operativo FEDER de la Comunitat Valenciana 2014-2020.

PROYECTO: IMDEEA/2019/23

TÍTULO: TRATAMIENTO POR PLASMA DE BAJA PRESIÓN APLICADO A MATERIALES POLIMÉRICOS DE DIFÍCIL ADHESIÓN EN LA INDUSTRIA DEL CALZADO

PROGRAMA: PROYECTOS DE I+D EN COOPERACIÓN CON EMPRESAS 2019

PERIODO EJECUCIÓN: ENERO 2019 - DICIEMBRE 2019

INESCOP ha desarrollado el proyecto "Tratamiento por plasma de baja presión aplicado a materiales poliméricos de difícil adhesión en la industria del calzado (IMDEEA/2019/23)", con el apoyo del Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial (IVACE) y del Fondo Europeo de Desarrollo Regional. Se trata de un proyecto bianual y el presente documento muestra un resumen de los principales resultados obtenidos con su segunda anualidad.