

PLASMABOT I

2019

 **INESCOP**
INFORME RESULTADOS

**Aplicación robotizada de plasma atmosféricos
para mejorar el pegado**

PLASMABOT I

Aplicación de la tecnología de plasma atmosférico mediante robots, para la preparación de componentes de calzado en la etapa de unión corte-piso



La unión corte-piso supone una de las tareas más problemáticas dentro del proceso productivo del calzado, englobando diversas fases que van desde la preparación de las superficies hasta el pegado final, pasando por la aplicación del adhesivo, la necesidad o no de reactivado y el prensado; cada una de estas fases puede resultar crítica en la calidad del producto resultante. Además, la rápida evolución experimentada por los materiales en los últimos años y los dictados de la moda, que busca productos más diferenciados e innovadores, ha incorporado a nuestra industria nuevos elementos de origen polimérico con excelentes propiedades mecánicas y estéticas, pero que presentan dificultades de adhesión con otros componentes.

En este marco, parece necesario incidir en la preparación de las superficies previa a la aplicación del adhesivo, sin olvidar que nos encontramos en un entorno muy competitivo que precisa mejorar sus procesos para garantizar sus estándares de calidad. Por ello, **INESCOP**, en el marco del proyecto **PLASMABOT I**, ha trabajado para mejorar las uniones adhesivas mediante la aplicación robotizada de plasma atmosférico en línea de producción, sustituyendo los actuales tratamientos superficiales: lijado, cardado, halogenado, y garantizando un resultado estable, repetitivo en calidad y superficie, difícilmente alcanzable por los procedimientos actuales.

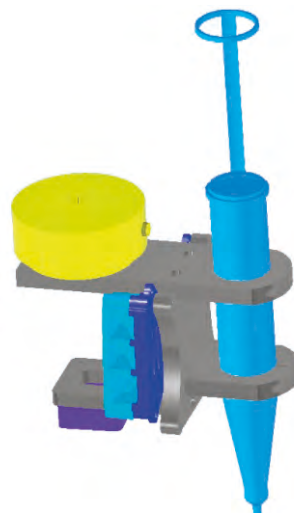
Robotización

El plasma, (cuarto estado de la materia), se diferencia de los restantes estados presentes en la naturaleza porque en él conviven diversas partículas: iones cargados positivamente procedentes de átomos que han perdido un electrón; átomos excitados cuyos electrones han saltado un nivel de energía; radiación UV producida cuando un ión recaptura un electrón libre, radicales o fragmentos moleculares, y electrones libres. Todas estas partículas son altamente reactivas, por lo que interactúan con cualquier tipo de materia, incluso la considerada inerte, logrando efectos solo alcanzables por métodos químicos muy agresivos.

Con la tecnología actual, el plasma es capaz de eliminar residuos orgánicos de la superficie tratada, incrementando la tensión superficial para mejorar la unión entre materiales diversos. **PLASMABOT I** pretende canalizar este potencial mediante la incorpo-

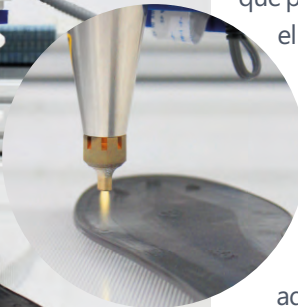
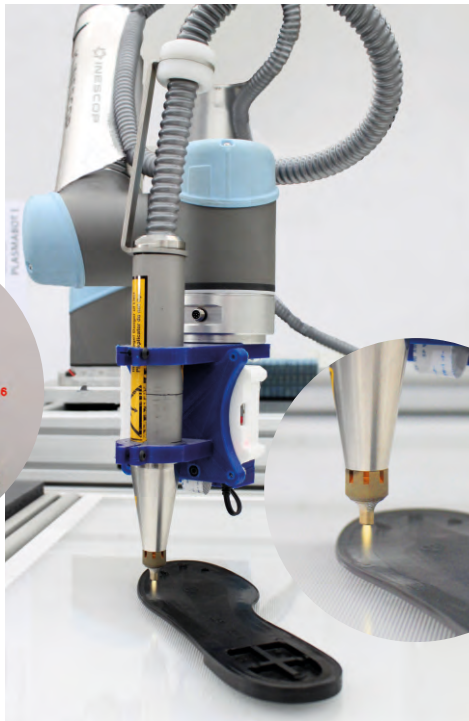
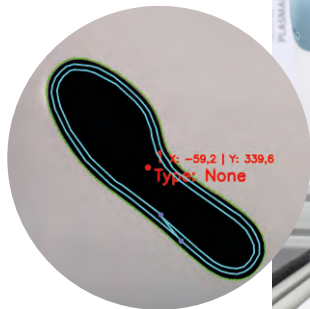
ración del plasma a la industria del calzado, buscando un sistema de aplicación inmediata en entorno industrial. Para ello, se trabaja con plasma atmosférico, que no requiere de instalaciones especiales más allá de una toma de energía eléctrica y aire a presión, automatizando su aplicación mediante robots colaborativos en línea de producción. El objetivo: conseguir una aplicación homogénea sobre el área adecuada de la pieza a tratar.

Durante este año se ha desarrollado una celda robótica a partir de un CoBot UR5, incorporándole una antorcha de generación de plasma atmosférico y dotándolo de visión artificial, inicialmente en 2D. Para ello, se ha construido una



↗ Gráfico del diseño del acoplamiento (brida).

Foto brida con antorcha de plasma y sistema de visión.



brida específica mediante prototipado rápido por impresión 3D, lo que ha permitido introducir las modificaciones necesarias durante el proceso de validación, previa a su construcción por mecanizado.

La celda robótica incorpora un gestor que permite localizar objetos situados en el área de trabajo, generar la trayectoria, escoger entre distintas posibilidades (paralela al borde, doble paralela, espiral, zigzag) y configurar la velocidad y la distancia de aplicación, controlando además el accionamiento adecuado del plasma.

Caracterización de materiales

Una vez que se dispone de la celda robótica con las funcionalidades básicas, se ha realizado el trabajo de validación del sistema. Para ello se parte de probetas de distintos materiales de referencia: crepelina, cuerolite, PVC, TPU y TR, que se caracterizaron sin tratamiento, mediante la determinación de su tensión superficial por el método de "Owens-Wendt", comparando estos valores con los resultantes tras la aplicación del tratamiento.

Paralelamente se ha realizado una prueba de pegado con los materiales sin tratar, usando distintos adhesivos y realizando un ensayo de pelado en T. Se trataba de obtener información sobre la aptitud al pegado de cada material en su estado inicial, para evaluar la influencia del tratamiento con plasma atmosférico.

CREPHELINA sin tratar		
Composición:	Estireno-Butadieno (SBR-2)	
Color:	Caramelo	
Dimensiones:	150 x 30 x 3	
Densidad:	1,14 g/cm ³ ± 0,001	
Dureza:	64° ± 2 shore A (15")	
CARACTERÍSTICAS INICIALES		
Ángulo de contacto (H ₂ O):	117,39	118,41
Ángulo de contacto (CH ₂ I ₂):	68,60	68,93
Tensión superficial (mJ/m ²):	26,37	26,44



Unión	Condiciones de plasma	Adhesivo	Fuerza de pelado (N/mm)		Valor medio error		Aspectos	
			5 Min	72 Horas	5 Min	72 Horas	5 Min	72 Horas
CPL lijada/SERRAJE lijado	Blanco	P88	3,9	6,5	4	6,73	100A2	100A2
			4,1	7				
				6,7				
TR limpieza ethanol/SERRAJE lijado	Blanco	P88	2,4	6,80	2,53	6,03	100A2	100A2
			2,5	5,80				
			2,7	5,50				
TPU Ref limpieza ethanol/SERRAJE lijado	Blanco	P88	5,8	6,70	5,87	6,63	90A1/10C	100A1
			5,8	7,20				
			6	6,00				
PVC limpieza ethanol /SERRAJE lijado	Blanco	P88	4,9	5,00	4,97	5,23	80A1/20C	100A1
			5	5,70				
			5	5,00				
TPU comercial limpieza ethanol /SERRAJE lijado	Blanco	P88	2,6	3,5	2,90	3,70	100A2	100A2
			3,1	3,9				
			3	3,7				

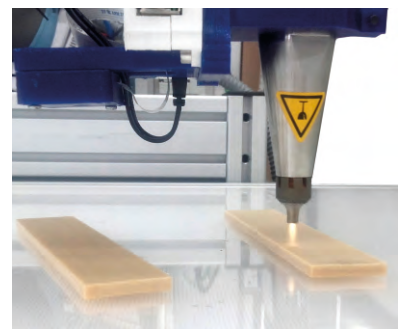
Validación del sistema

Se ha diseñado un procedimiento realizando diversas combinaciones de velocidad y distancia, buscando el tratamiento más adecuado para cada material.

A pesar de que existen distintos métodos de evaluación de la influencia del plasma sobre el material tratado, **PLASMABOT I** tiene vocación de aplicación industrial, por lo que se ha considerado que los estándares a mejorar debían estar directamente relacionados con las exigencias impuestas por los procesos de producción y la normativa de calidad existente al respecto. Así, las pruebas de validación se dirigen en este sentido,

evaluando la bondad del tratamiento a partir de dos parámetros fundamentales:

- 1-Resultados de calidad relacionados con el producto a que se destina.
- 2-Viabilidad de su integración en línea de producción.



la velocidad de desplazamiento, sin olvidar la importancia de la trayectoria que debe realizarse sobre el objeto a tratar.

↖ Fotos de secuencia de trabajo del robot, visión artificial y aplicación. Tabla de características de la crepelina.

↖ Tabla de materiales sin tratar. Aspectos A1: el adhesivo se desprende del material de corte. Aspectos A2: el adhesivo se desprende del material de piso. Aspectos C: Fallo de cohesión del adhesivo. Foto aplicación de plasma sobre crepelina.

Control de variables

El equipo de plasma tiene una potencia fija de 300 W por lo que, para conseguir una acción controlada del tratamiento, se configura la distancia de aplicación y

Procedimiento de test

Se ha diseñado un procedimiento de test basado en la realización de una prueba normalizada de pelado en T (UNE-EN ISO 17708:2019).



Resultados

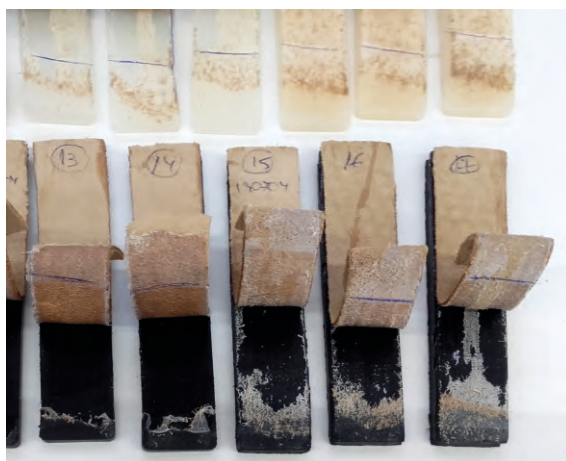
Se han ensayado distintos materiales de uso mayoritario en la fabricación de pisos (crepelina, cuerolite, PVC, TPU, TR), con diversos adhesivos: base solvente, base acuosa y "hotmelt", realizando los correspondientes despegues en las uniones con serraje de referencia, entre probetas del mismo material o con serrajes acabados (pigmentados y engrasados)

Como resultado, las muestras tratadas con plasma presentan, en la mayoría de los casos, valores de despegue por encima de los fijados por la norma de calidad aplicada al calzado, si bien no necesariamente superan los valores obtenidos con los procedimientos tradicionales.

En este punto hemos de tener en cuenta que el tratamiento con plasma no pretende tanto mejorar los resultados de otros tratamientos más agresivos, sino garantizar los estándares de calidad a partir de un tratamiento sostenible, que

mejora el entorno laboral y evita la generación de residuos.

Los resultados obtenidos son, en general, satisfactorios, aunque en algunos materiales (especialmente TR) se mostraron muy dispersos.





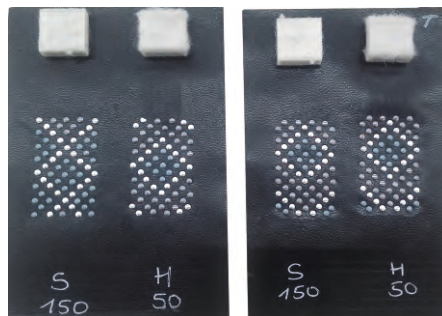
En cualquier caso, se sigue trabajando sobre un muestreo de materiales comerciales para evaluar su comportamiento, incluyendo un análisis exhaustivo sobre la durabilidad del tratamiento y se han hecho pruebas con zapatos completos con pisos planos, tipo bailarina.

Muestras	Tratamientos	Materiales	Min.	Max.	Med.	Aspecto
18P	Plasma atmosférico	Cuerolite/piel			4.0	60S1-20S2-20A1
19	Plasma atmosférico	EVA blanco/piel (Contaminado por cerco)	0,7	3,3	2.1	100S1-10M2-20A1-60A1
20	Plasma atmosférico	EVA negro/piel			3.2	60S1-40S2

Otras aplicaciones

Dados los resultados satisfactorios obtenidos en **PLASMABOT I**, por el momento, para la mayoría de los materiales tratados, se han ensayado otras aplicaciones como el tratamiento con plasma atmosférico previo a la colocación de adornos transfer sobre piel acabada o la aplicación de pinturas sobre EVA, con resultados prometedores en las pruebas iniciales.

↖ Línea de tiempo del procedimiento de validación. Foto de probetas tras ensayo de despegue.



↖ Foto despegue en zapatos, materiales piel y EVA.

Tabla de la durabilidad del tratamiento.

Fotos de otras aplicaciones de adornos transfer sobre piel acabada de color negro.



Foto de un piso con aplicación de pintura sobre EVA.





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

PROYECTO: IMDEEA/2019/34

TÍTULO: APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE PLASMA ATMOSFÉRICO MEDIANTE ROBOTS, PARA LA PREPARACIÓN DE COMPONENTES DE CALZADO EN LA ETAPA DE UNIÓN CORTE-PISO

ACRÓNIMO: PLASMABOT I

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

PERIODO EJECUCIÓN: ENERO 2019 - DICIEMBRE 2019

INESCOP ha desarrollado el proyecto "Aplicación de la tecnología de plasma atmosférico mediante robots, para la preparación de componentes de calzado en la etapa de unión corte-piso (IMDEEA/2019/34)" con el apoyo del Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial (IVACE) y del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER). El presente documento muestra un resumen de los principales resultados obtenidos con su desarrollo.