

# APLICACIÓN DE **TRATAMIENTOS TÉRMICOS** PARA MEJORAR **PROPIEDADES MECÁNICAS** DE PARTES OBTENIDAS POR **FABRICACIÓN ADITIVA** EN EL ÁMBITO DE **IMPLANTES** **PERSONALIZADOS**

2024/25

Autora: Irene Fuerte Fernández
   
 Tutor 1: Alberto Javier Cuadrado Hernández
   
 Tutora 2: María Paula Fiorucci

Máster en Tecnologías y Procesos Industriales Avanzados
   
 Departamento de Ingeniería Mecánica
   
 Escuela de Ingenierías Industriales y Civiles

## INTRODUCCIÓN

Ante la alta demanda de estrategias terapéuticas que combinen soporte mecánico y regeneración ósea, la investigación en estas áreas buscan, mediante la combinación de materiales avanzados y tecnologías emergentes, como la **fabricación aditiva (FA)**, la obtención de implantes personalizados con un comportamiento mecánico ajustable, lo cual resulta clave para el desarrollo de prótesis e implantes personalizados de próxima generación. Para afinar las propiedades mecánicas del componente a las del paciente se realizan post-procesos como **tratamientos térmicos**.

Para afrontar la regeneración de grandes defectos óseos que no se pueden regenerar por si solos existen varias técnicas de actuación como el empleo de andamios o *scaffolds*. Los *scaffolds* son estructuras porosas (giroides) que permiten la interacción del cuerpo con el implante.

La aleación **Ti-6Al-4V** gracias a su biocompatibilidad, resistencia a la corrosión y propiedades mecánicas constituyen el 90% de los implantes tradicionales ortopédicos.

## OBJETIVO

Analizar las propiedades mecánicas de dos tratamientos térmicos y sin tratamiento térmico sobre probetas de aleación **Ti-6Al-4V** fabricadas mediante la técnica *Power Bed Fusion Laser/Metal (PBF L/M)*. Se pretende alcanzar una mayor ductilidad con el tratamiento de recocido a 950 °C frente al tratamiento de recocido a 850 °C.

## METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

**FABRICACIÓN DE COMPONENTES POR PBF L/M**

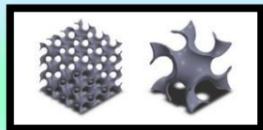


Fig1. Estructura giroides (izquierda) y célula unitaria (derecha).

ENSAYO COMPRESIÓN

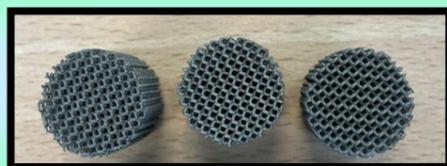


Fig 3. Giroide tipo "skeletal".



Fig 5. Giroide tipo "sheet".

ENSAYO TRACCIÓN



Fig 4. Estructura tipo "dog bone".

La tecnología **PBF L/M** consiste en la creación del componente con polvo metálico capa a capa. Se introduce los datos requeridos en el sistema y un láser de alta potencia funde el polvo, consiguiendo estructuras complejas y personalizadas imposibles de obtener con tecnologías convencionales.

La diferencia entre el giroide laminar tipo "sheet" con el "skeletal" se centra en una serie de taladros o perforaciones que se realizan en el componente para aumentar la conectividad y el tamaño efectivo de los poros. Favoreciendo el flujo de fluidos, mejor osteointegración y biocompatibilidad.

**TRATAMIENTOS TÉRMICOS APLICADOS:** Recocido a 850 °C/2h, recocido a 950°C/2h y sin tratamiento térmico.

## RESULTADOS

ENSAYO COMPRESIÓN (GIROIDES TIPO "SKELETAL")

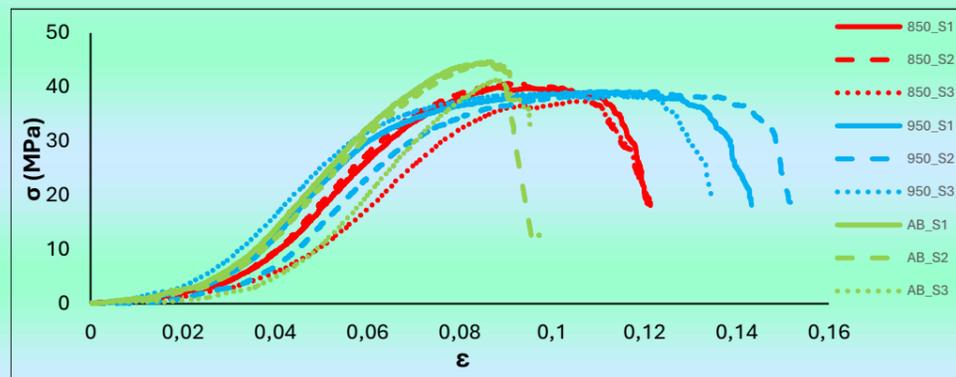


Fig 6. Ensayos de compresión sobre giroides tipo "esqueletal" para recocido a 850 °C, 950 °C y sin recocido (AB).

ENSAYO COMPRESIÓN (GIROIDES TIPO "SHEET")

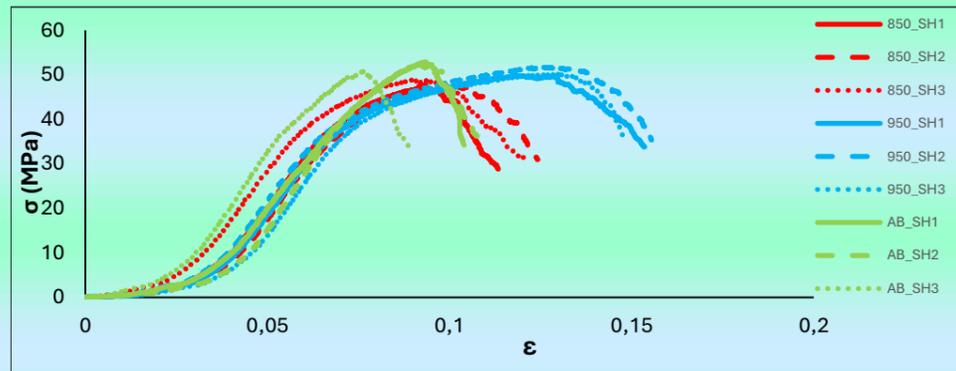


Fig 7. Ensayos de compresión sobre giroides tipo "sheet" para recocido a 850 °C, 950 °C y sin recocido (AB).

ENSAYO TRACCIÓN (PROBETAS TIPO "DOG BONE")

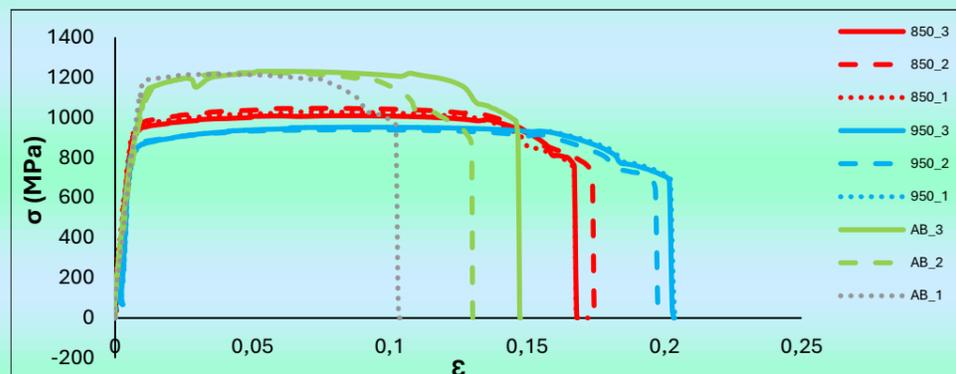


Fig 8. Ensayos de tracción sobre probetas tipo "dogbone" para recocido a 850 °C, 950 °C y sin recocido (AB).

FRACTURAS

Fractura dúctil por el plano de cizalladura máxima a 45° con respecto a la fuerza ejercida sobre la probeta para ambos ensayos.



Fig 9. Fractura probetas tracción.

## CONCLUSIÓN

Con el tratamiento de recocido a 950 °C/2h se consigue un aumento de la ductilidad sacrificando un pequeño porcentaje de resistencia con respecto al tratamiento de recocido a 850 °C/2h.

Un aumento de la ductilidad se asocia con una mayor osteointegración y resistencia a fatiga e impactos. Una leve disminución en la resistencia mecánica sigue manteniendo valores por encima de los del hueso y evita el riesgo de "stress shielding".