

JORNADAS TECNICAS INDUSTRIAL TRACK 4.0 2022

MEJORA DE LAS PROPIEDADES DE MATERIALES METÁLICOS ELABORADOS POR FABRICACIÓN ADITIVA MEDIANTE LA TÉCNICA DEL HOT ISOSTATIC PRESSING. CASO DE USO EN INDUSTRIA

Ponente: J.M. Alegre

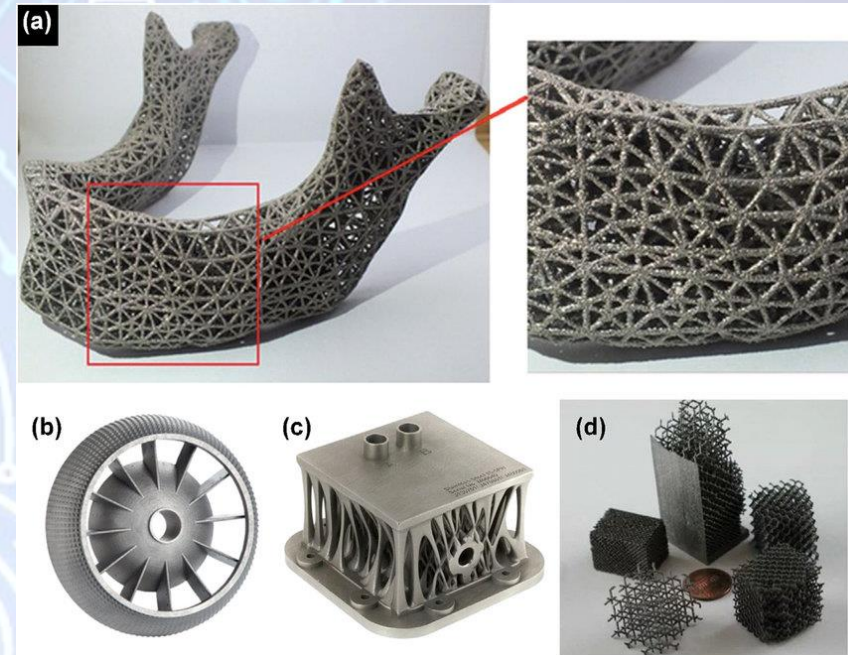
Catedrático de la Universidad de Burgos

Escuela Politécnica Superior. Av Cantabria s/n, 09006 Burgos

INTRODUCCION Y OBJETIVOS

La fabricación aditiva (AM) metálica está siendo una realidad en sectores como el aeroespacial, biomédico o automoción, debido a su gran versatilidad para conseguir **geometrías complejas**, **optimización de diseños**, y **posibilidad de trabajar con materiales de alto valor añadido** como las aleaciones de Ti-6Al-4V, Inoxidable 316L, Inconel,....

=> Buenas propiedades y certificación!

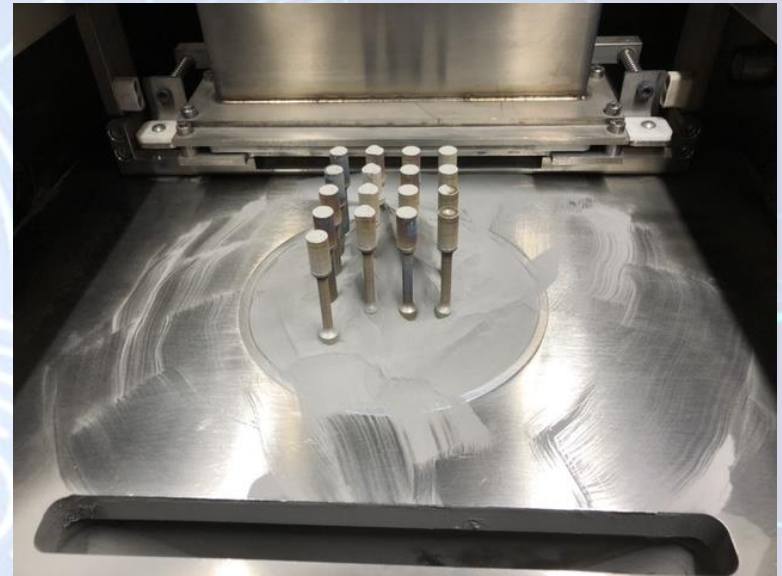
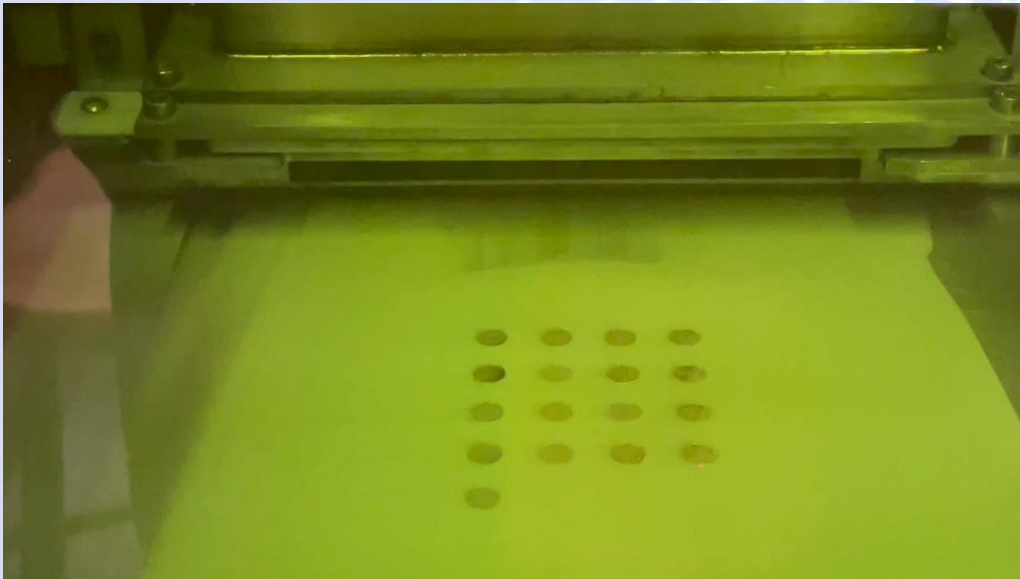


Additive manufacturing of Ti6Al4V alloy: A review. [Materials and Design](#). DOI:10.1016/j.matdes.2018.107552

INTRODUCCION Y OBJETIVOS

Dentro de las numerosas técnicas disponibles actualmente, una de las más utilizadas por su buen acabado y versatilidad es la denominada Selective Laser Melting (SLM) o Powder Bed Fusion (PBF).

(Equipo disponible en la Universidad de Burgos)

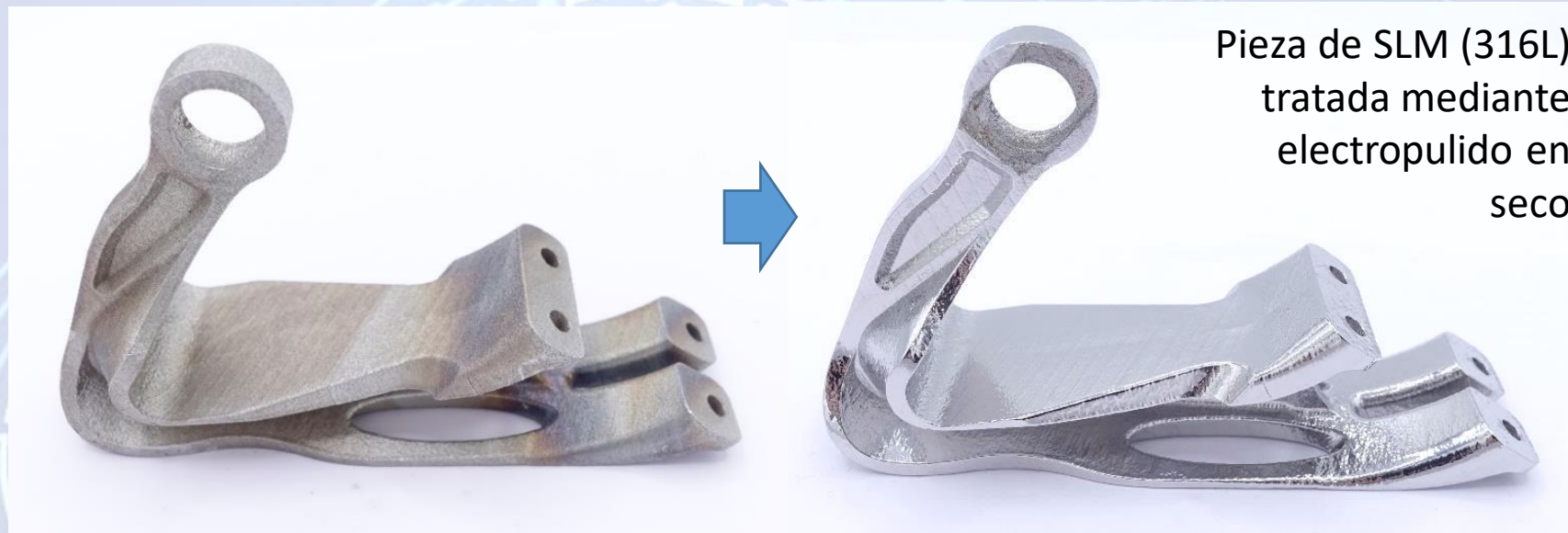


INTRODUCCION Y OBJETIVOS

Para poder utilizar estas piezas en componentes de alta responsabilidad se necesita mejorar sus propiedades para acercarse a las piezas fabricadas por métodos convencionales, así como el desarrollo de normativas de aceptación

Existen dos grandes retos en la FA metálica:

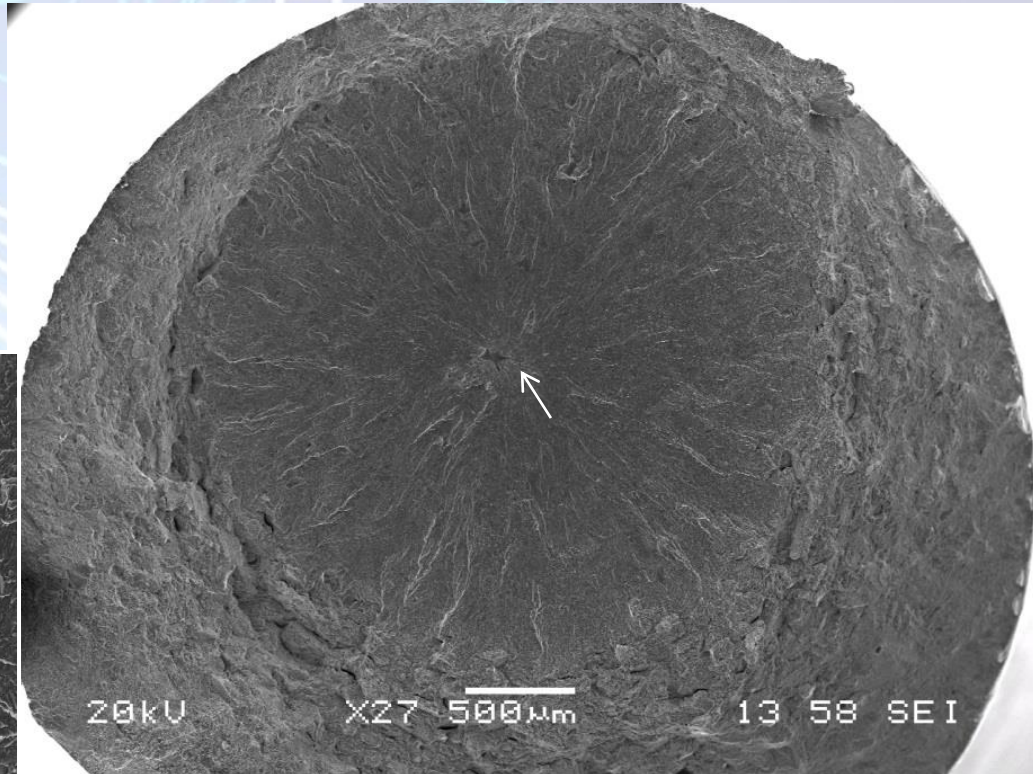
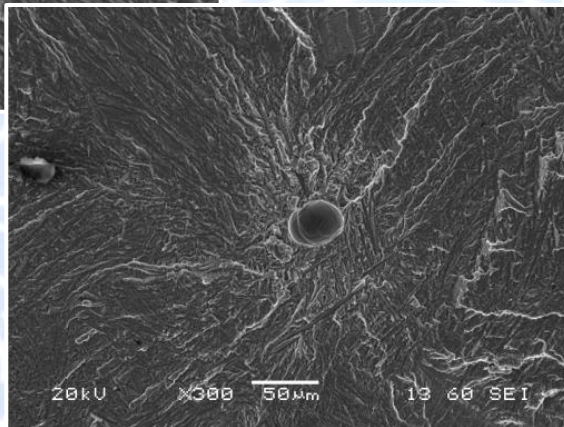
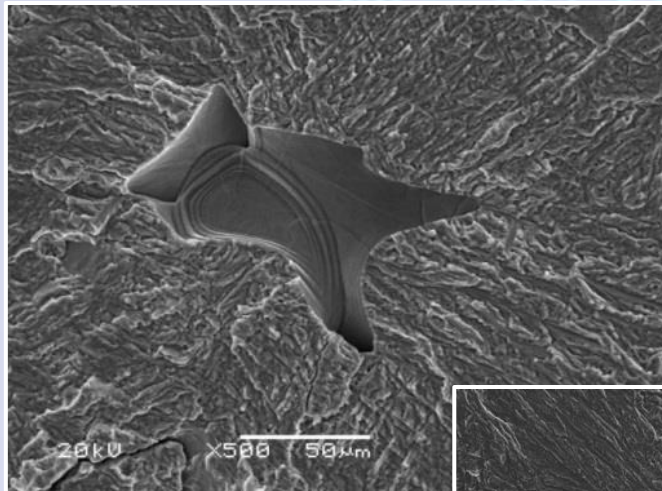
- **Mejora del acabado superficial y tolerancia de las piezas**
- **Mejora de las propiedades del material fabricado**



Pieza de SLM (316L)
tratada mediante
electropulido en
seco

INTRODUCCION Y OBJETIVOS

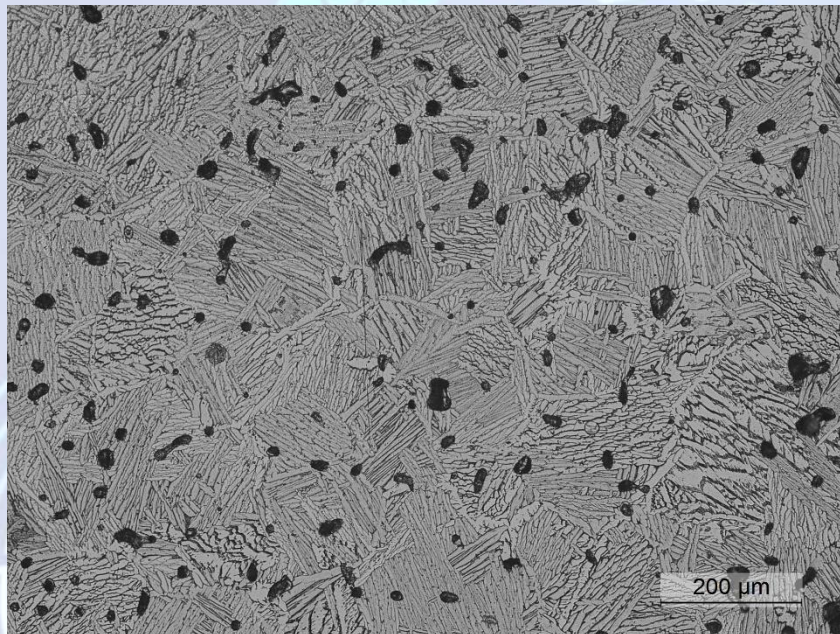
Uno de los principales problemas de la técnica SLM es la generación de tensiones residuales y la presencia de defectos internos, como faltas de fusión o poros => principal causa de iniciación de grietas por fatiga en estos componentes



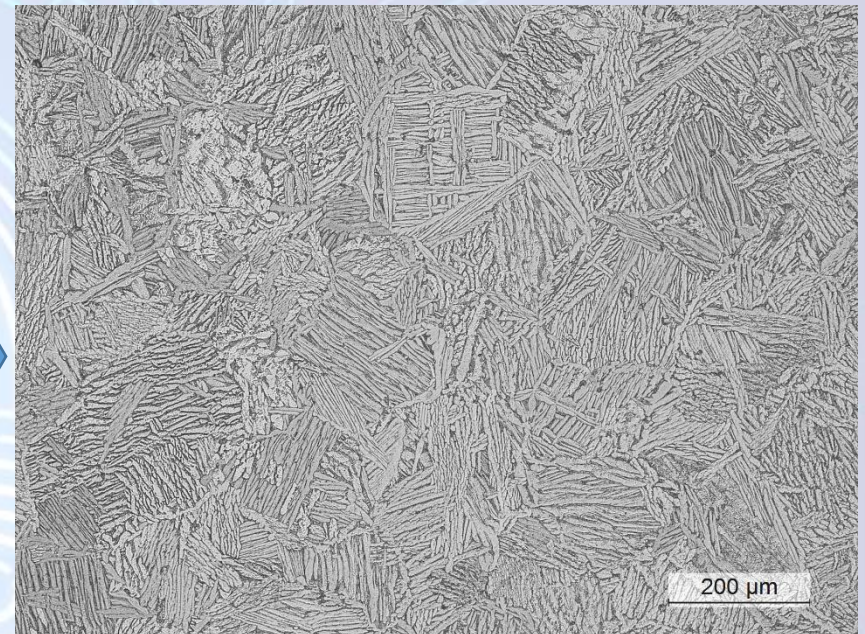
INTRODUCCION Y OBJETIVOS

Esta porosidad es dependiente de los parámetros de impresión, de la técnica (SLM, BJ,...), y presentan una gran influencia en las propiedades del material fabricado.

La eliminación de esta porosidad residual se consigue mediante un postprocesado de la pieza (Hot Isostatic Pressing)



Antes del HIP

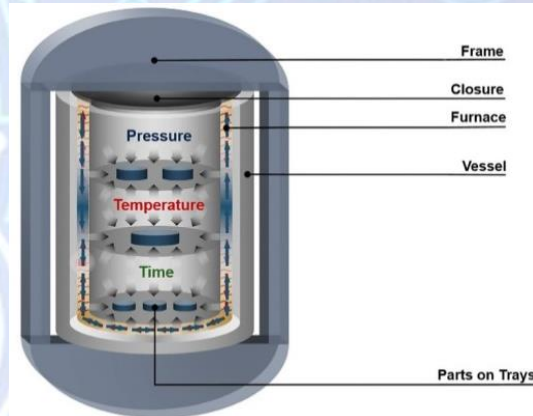
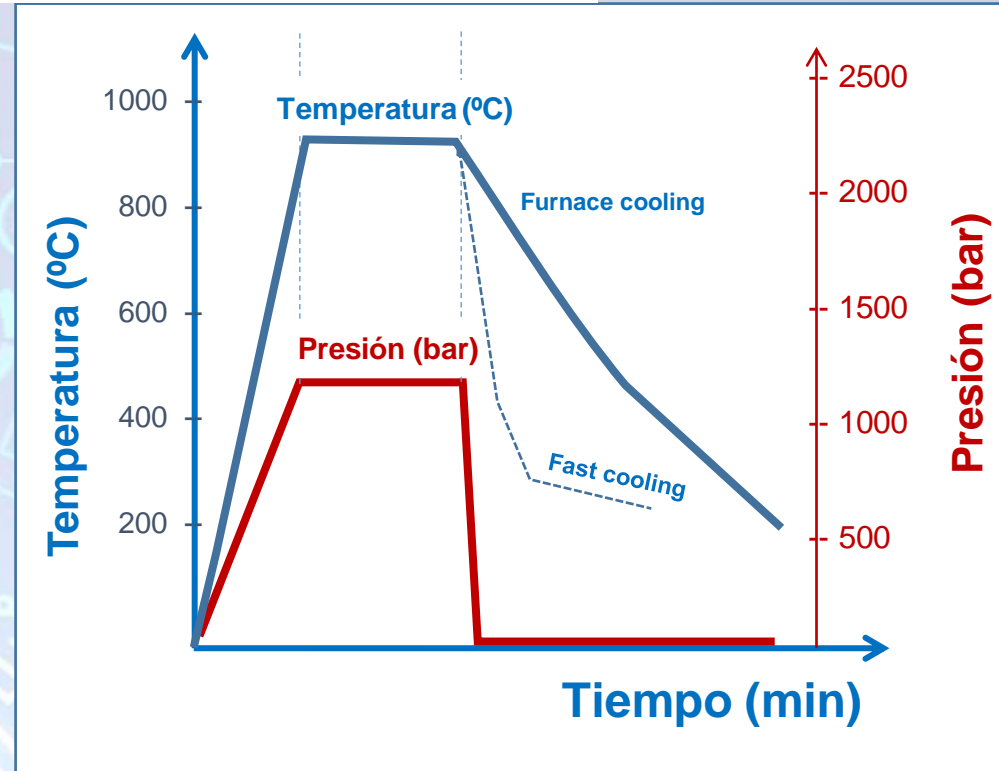


Después del HIP

HOT ISOSTATIC PRESSING

PRENSADO ISOSTATICO EN CALIENTE

Esta técnica consiste en someter a la pieza a una elevada presión y temperatura durante un determinado periodo de tiempo, **Hot Isostatic Pressing (HIP)** => densificar el material y mejorar microestructura.

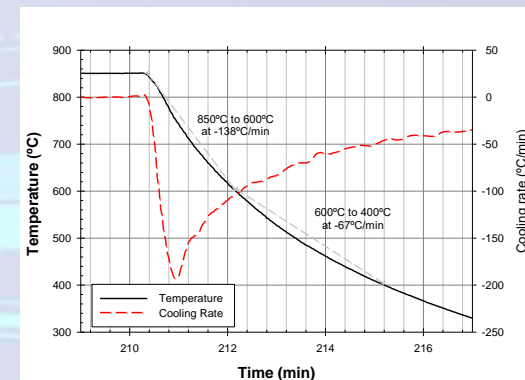
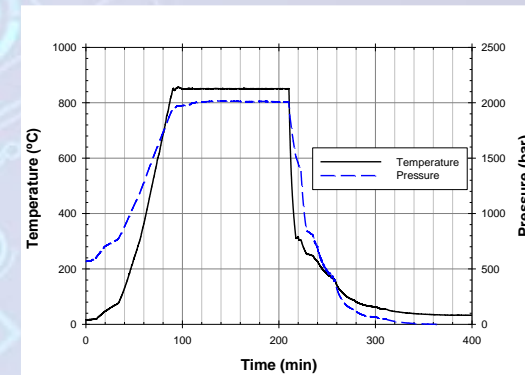
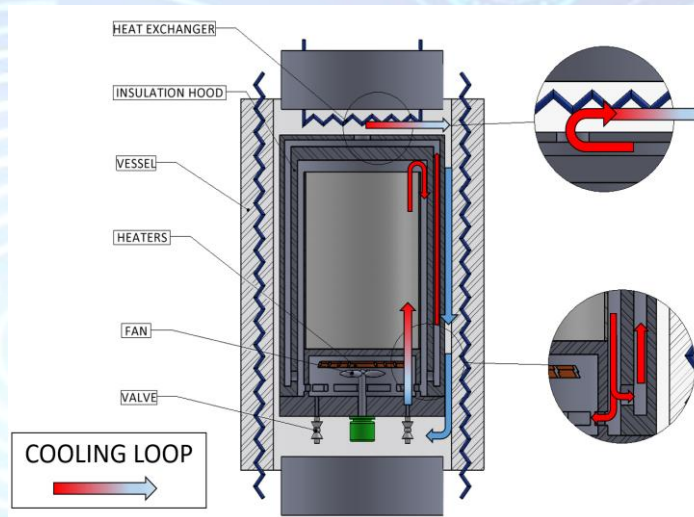


HOT ISOSTATIC PRESSING

- Tecnología puntera de HIPERBARIC => **Enfriamiento rápido (Fast Cooling)**
- Investigación conjunta => Se ha analizado el efecto de un tratamiento de HIP a 850°C / 2000 bares / 2 horas / fast-cooling en el comportamiento a fatiga en una aleación de Ti-6Al-V fabricada mediante SLM.
- Ciclo convencional 920°C / 1000bares / 2 horas



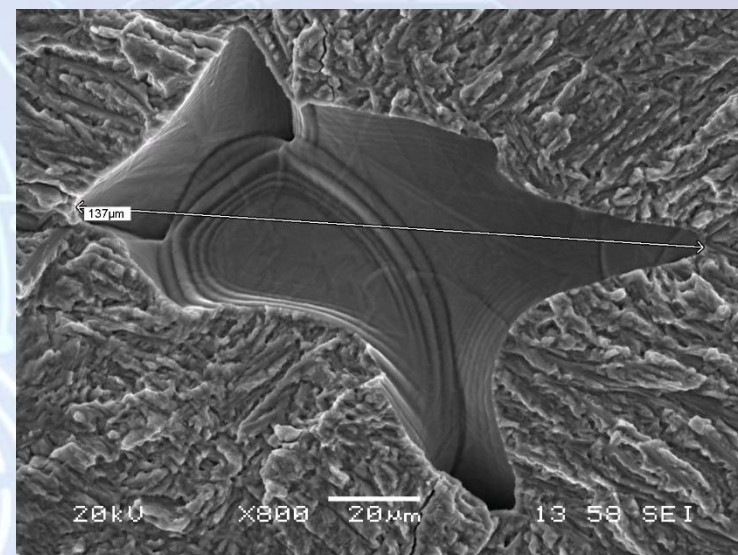
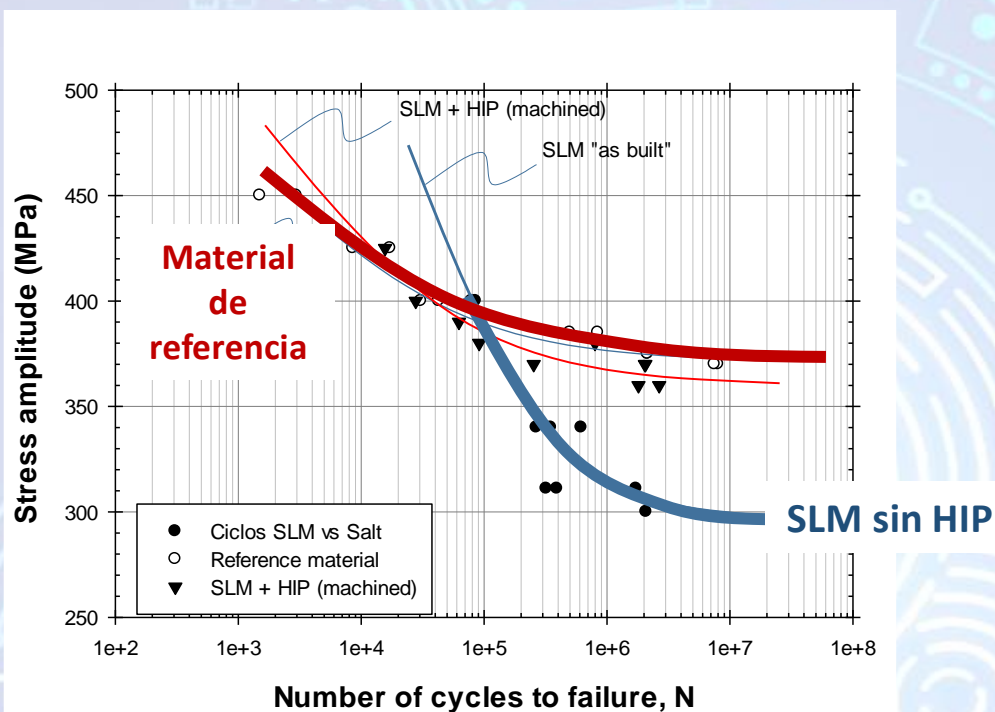
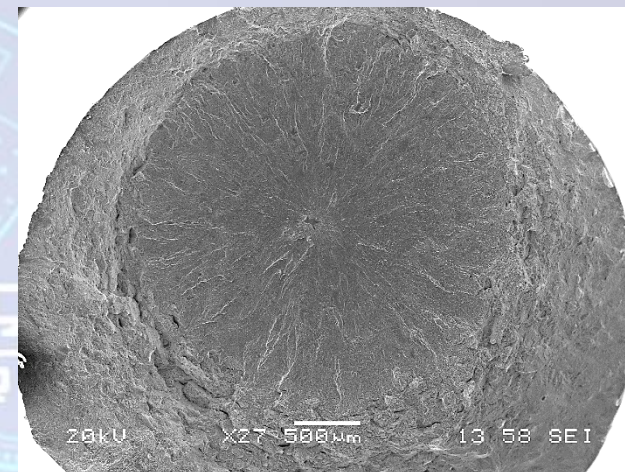
HIP Innovation Center Hiperbaric
(Burgos, Spain)



MEJORA DE PROPIEDADES MEDIANTE HIP

RESULTADOS DEL COMPORTAMIENTO EN FATIGA SLM "As-built"

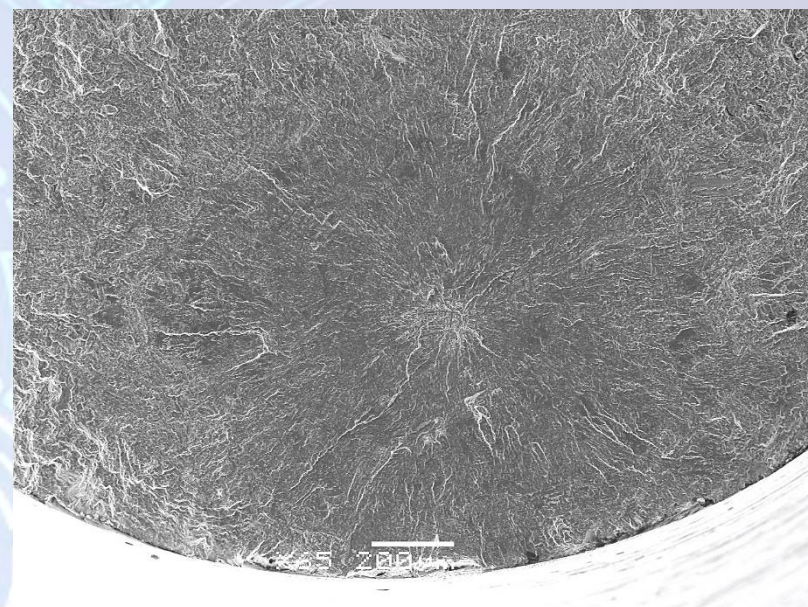
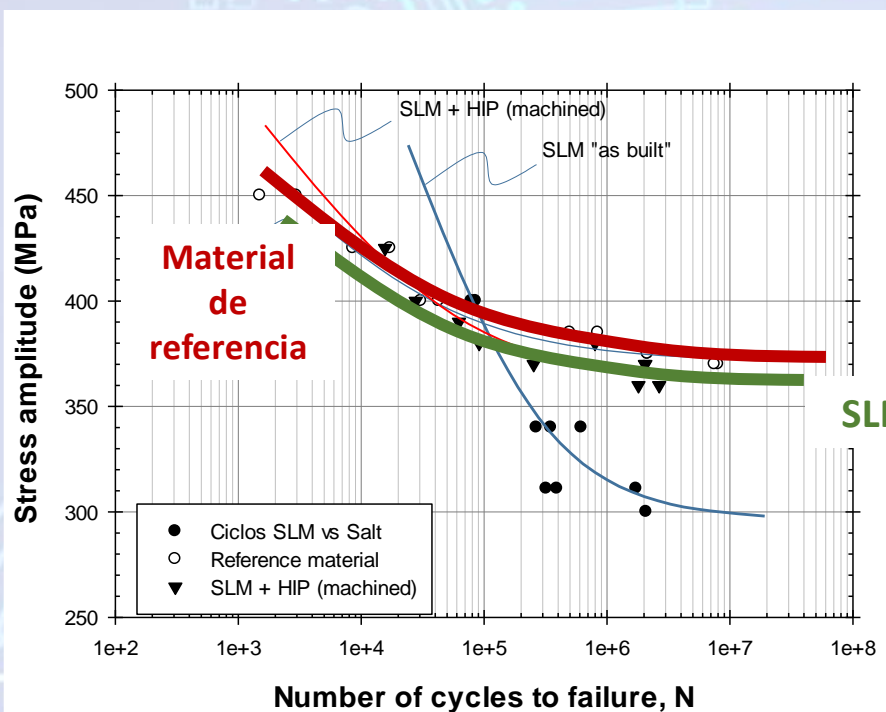
- Todos los fallos aparecen generados a partir de defectos internos, tipo falta de fusión (más frecuente) o poros de gas atrapado (menos frecuente)



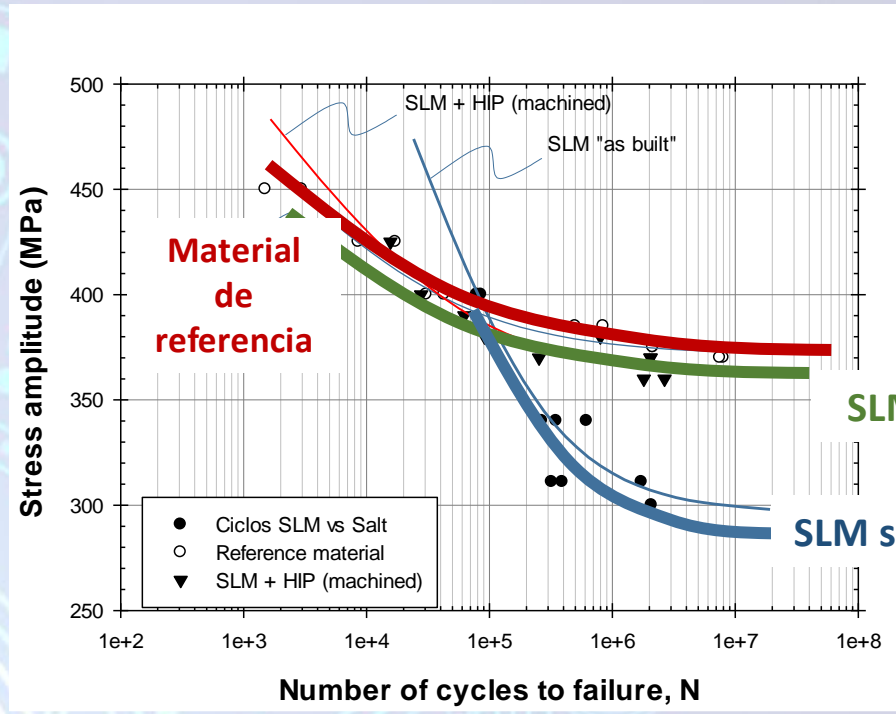
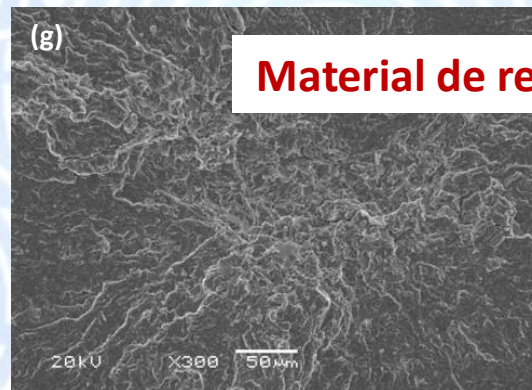
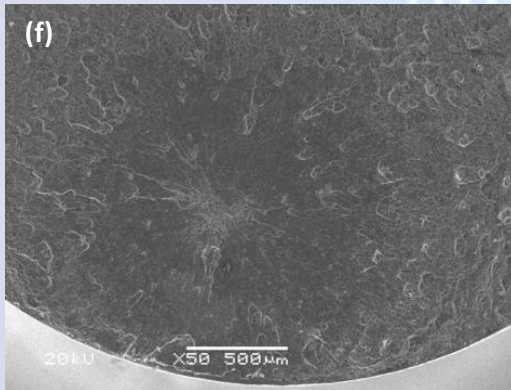
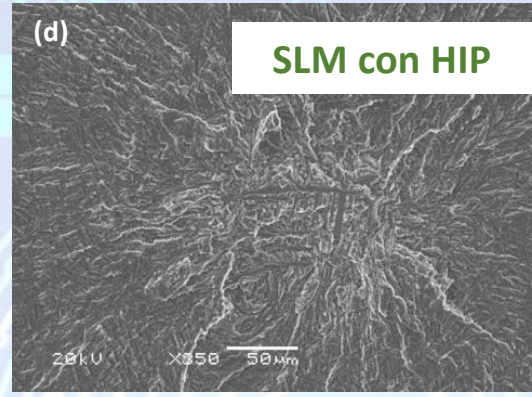
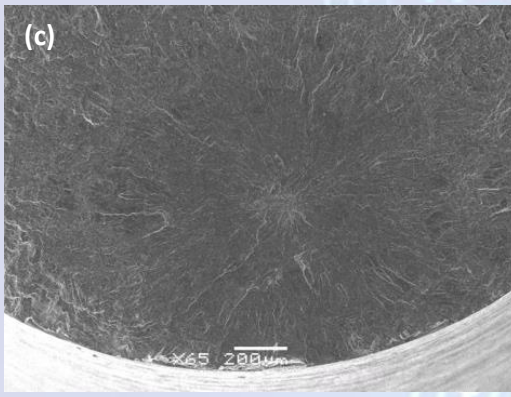
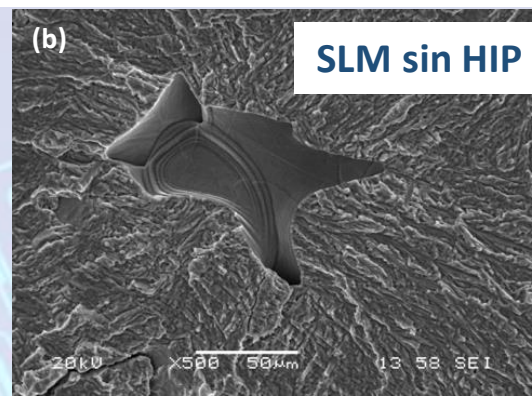
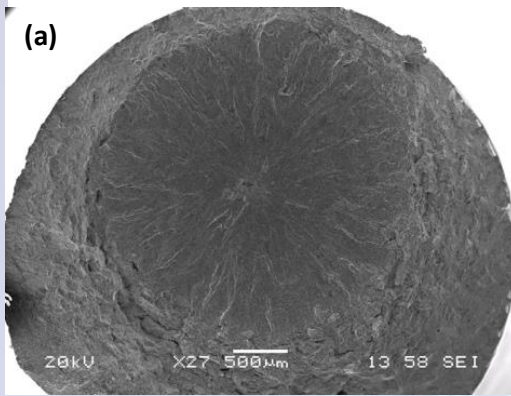
MEJORA DE PROPIEDADES MEDIANTE HIP

RESULTADOS DEL COMPORTAMIENTO EN FATIGA SLM + HIP (Hiperbaric)

- Resultados mucho mejores que SLM as-built y del orden de los del material de referencia.
- No hay iniciación a partir de faltas de fusión => se han cerrado todos los defectos de LOF o poros (HIP aplicado efectivo).

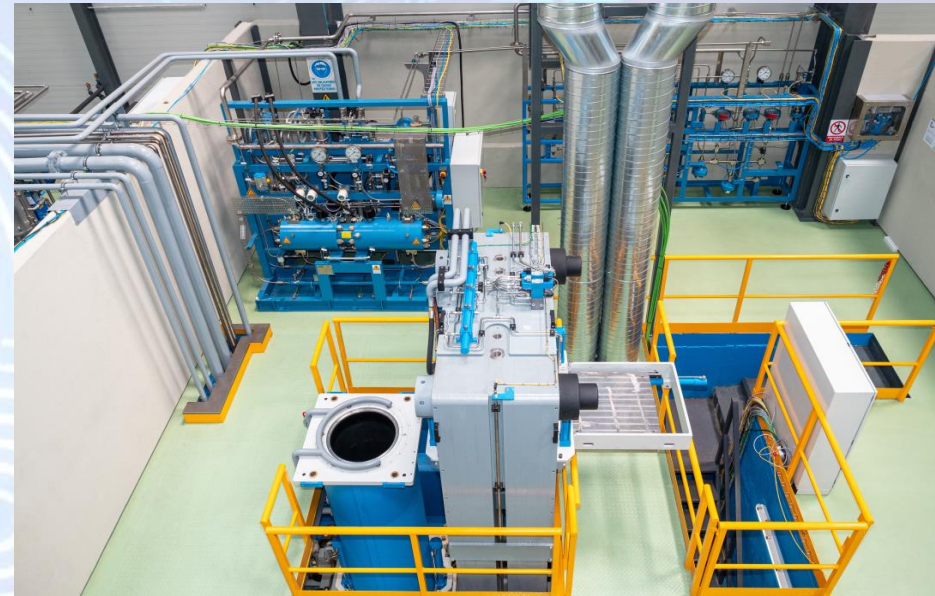


MEJORA DE PROPIEDADES MEDIANTE HIP



CONCLUSIONES

- La técnica de post-procesado mediante HIP es una técnica ideal para poder densificar el material en componentes de responsabilidad realizados mediante FA.
- Es necesario un control de la Temperatura y Presión, ya que afecta a las propiedades del material.
- La temperatura es deseable que no sea excesivamente alta (evitar distorsiones, cambios microestructura,...) lo que requiere aumentar la presión para conseguir que sea efectivo.
- Además en muchos casos se necesita que el enfriamiento sea rápido (microestructura, ciclos rentables, etc...)
- Cada material es diferente => Investigación de ciclos optimos, etc.
Colaboracion UBU – HIPERBARIC



AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer la financiación recibida a través del proyecto de la JCyL referencia BU-002-P20, cofinanciada con fondos FEDER, y la colaboración de **HIPERBARIC**

