UNIVERSIDAD DE BURGOS

Determinación de propiedades mecánicas, de fractura y fatiga de materiales

UIC-163 - Integridad Estructural (J.M. Alegre, +3)

GIR - Grupo de Integridad Estructural (I.I. Cuesta, +7)

UNIVERSIDAD DE BURGOS

Burgos, 11/06/2019

M. Lorenzo, I.I. Cuesta

Instalaciones
Laboratorio MMCyTE, EPS Vena

Equipamiento

Escuela Politécnica Superior
(Campus Vena)

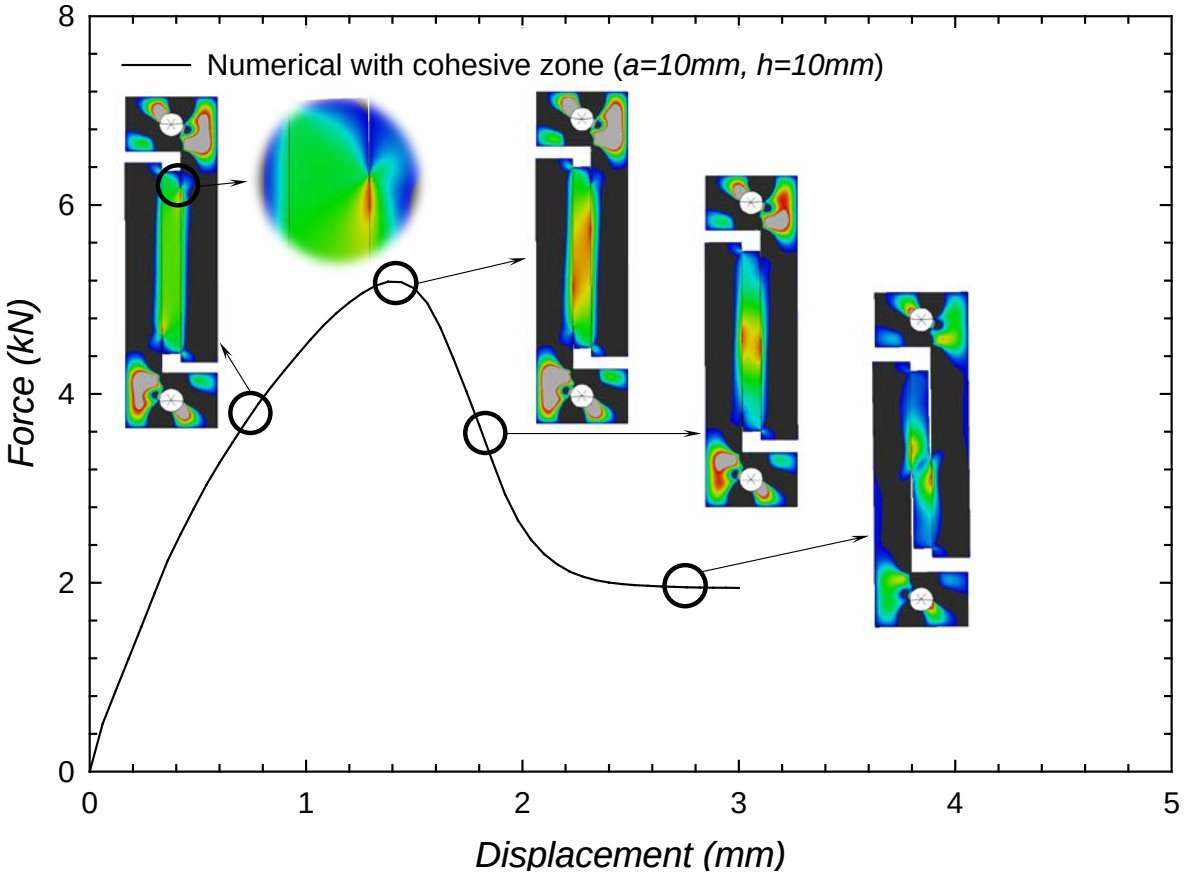
Equipamiento

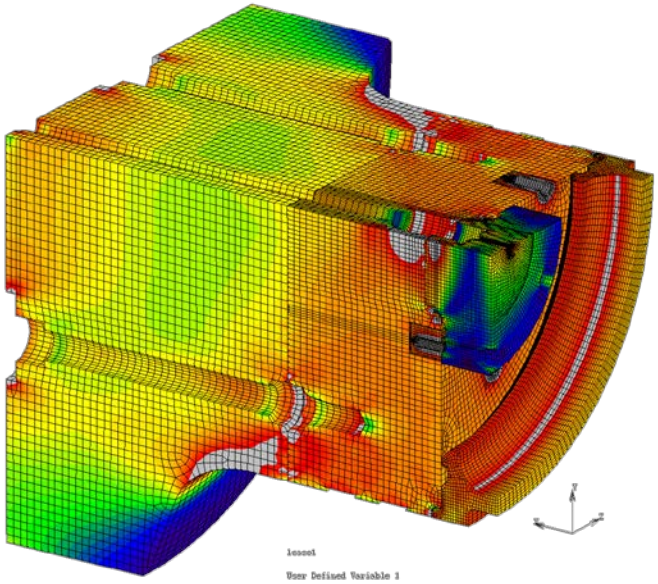
- *MTS 810 Testing Manchine, Dynamic 250 KN load capacity.*
- *MTS Criterion, Static load capacity: 10 kN.*
- *MTS Acumen, Dynamic load capcity: 3000 N.*
- *Software MTS TestSuite for KIC, J-Da, Fatigue Crack Growth.*
- *Environmental chamber MTS 651, (-150ºC hasta 315ºC)*
- *Creep equipment up to 1000ºC*
- *Residual stress measurement : hole drilling SINT MTS3000.*
- *Fabricación aditiva: MarkForged Mark two, etc…*
- *2 HBM Quantum X, 4 channels, for strain gages measurements.*
- *Extensometers up to fracture (-10%-20%, 0-100%, COD, COD high temperature…).*
- *Laser extensometer.*
- *Metallographic area*
- *Optical microscopopy.*
- *High pressure testing*
- *Software for FEA numerical simulation ABAQUS y ANSYS.*
- *Workstations for numerical simulations.*

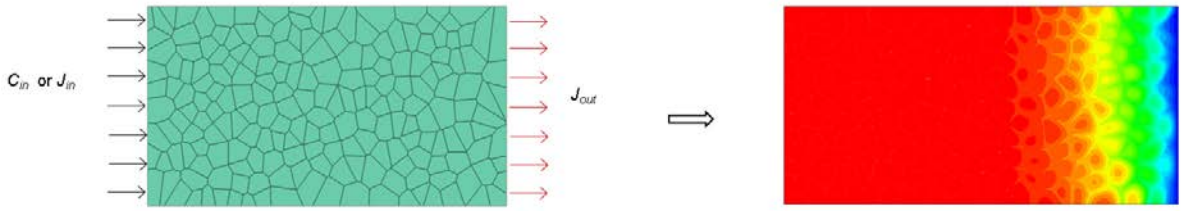
Capacidades

- Ensayos para determinar el comportamiento mecánico de todo tipo de materiales (tracción-compresión, fatiga, fractura, creep, corrosión,…)
- Caracterización microestructural
- Simulación numérica por elementos finitos de materiales, componentes y conjuntos mecánicos.
- Medida de tensiones residuales
- Fabricación aditiva. Estudio del comportamiento mecánico de piezas fabricadas mediante FA.

Simulación Numérica y diseño de componentes

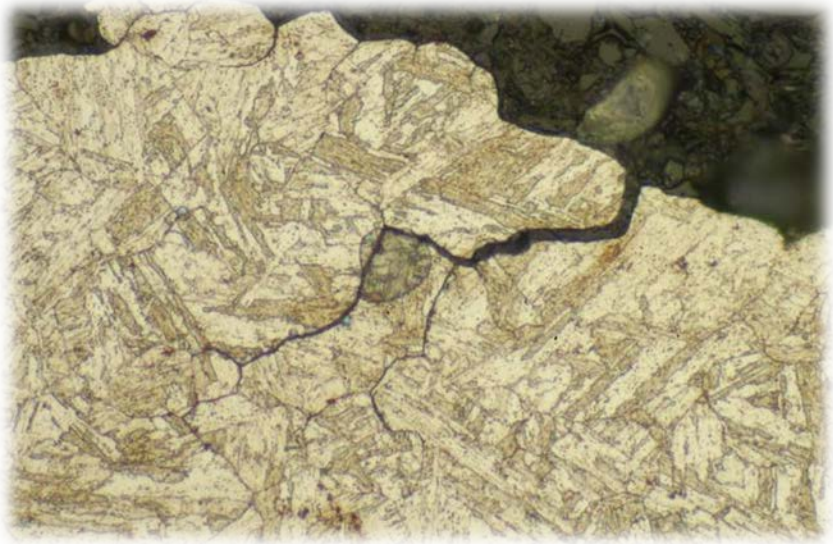


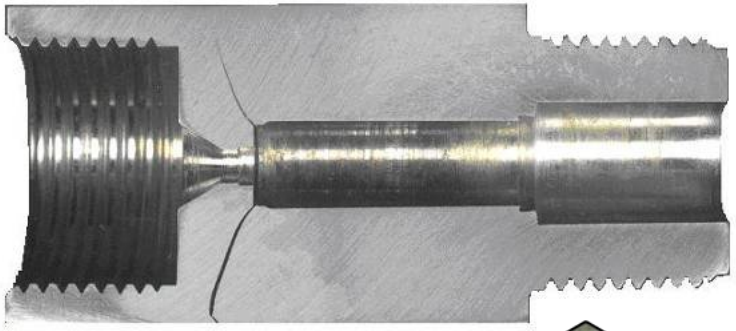


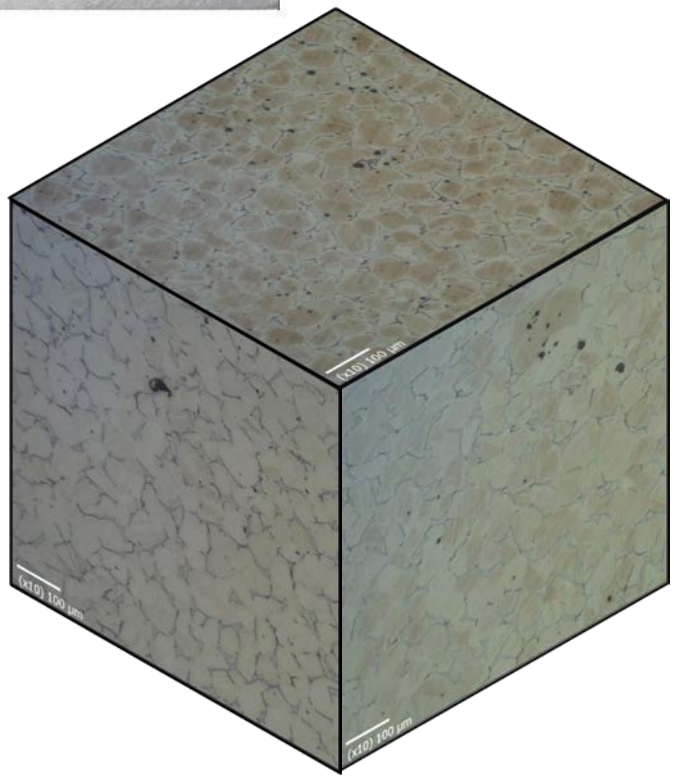


1. Mechanical desing
2. Elasticity and plasticity
3. Contacts
4. Process simulations (forging and stamp)

Caracterización microestructural y análisis de fallo

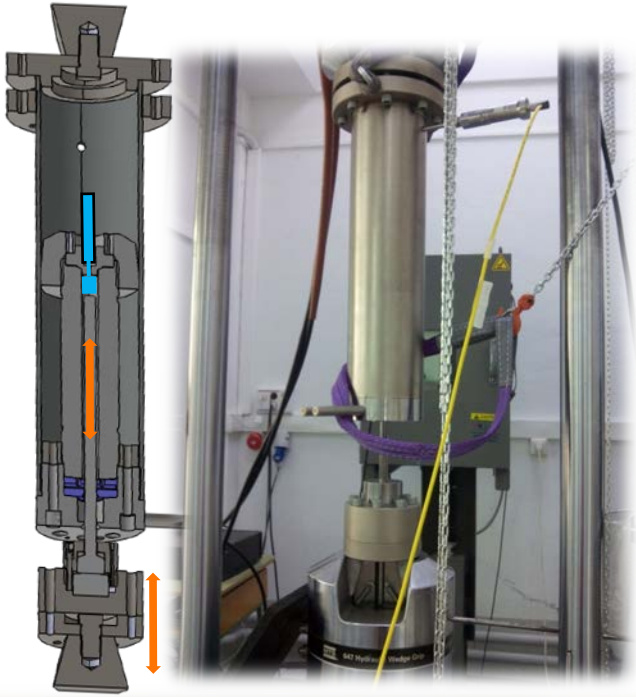


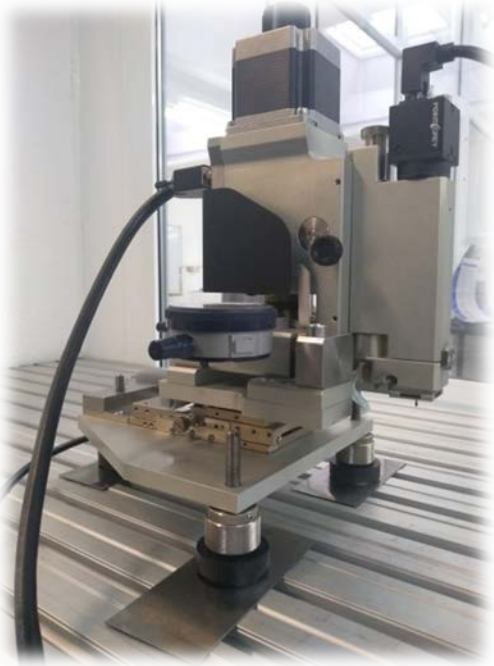




1. Metallography
2. Hardness testing
3. Non destructive testing and inspection
4. Scaning Electronic Microscopy
5. Failure analysis

Ensayos de caracterización mecánica

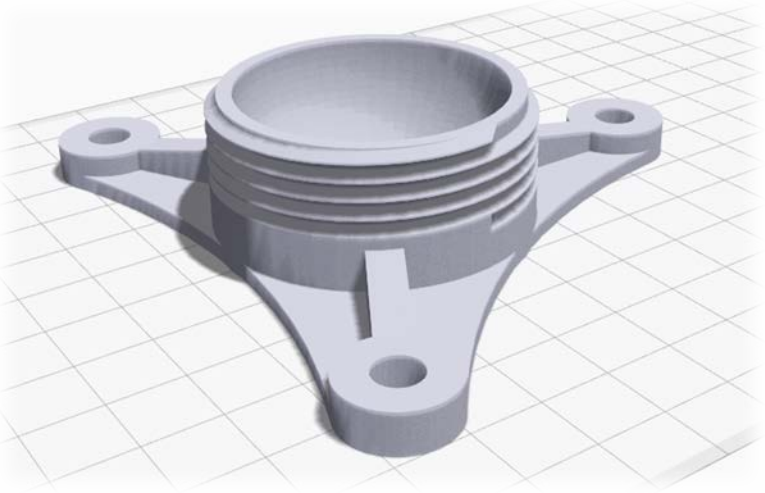




1. Tensile, compresion, flexure
2. Fatigue and Fracture
3. Creep
4. Corrosion
5. Residual Stress measurement (Hole Drilling method)
6. High pressure testing
7. Small scale testing

Fabricación aditiva

- Caracterización mecánica de componentes fabricados mediante Fabricacion Aditiva.
- Efecto de las variables de fabricación aditiva en las propiedades obtenidas en el producto impreso.
- Nuevos proyectos de investigación.



Fabricación aditiva: Propiedades Mecánicas (FDM)

Fabricación aditiva

- Fabricación por adición, proceso que se consigue **depositando material**, ya sea **plástico, metal u otro**, **capa a capa** de manera **controlada** donde se precise.
- Reduce los procesos de producción de piezas llegando hasta un 90% más rápido.
- Sólo se utiliza el material necesario para la pieza, no generando desechos.
- Las piezas tienen un coste menor.
- Más sostenible con el medio ambiente.

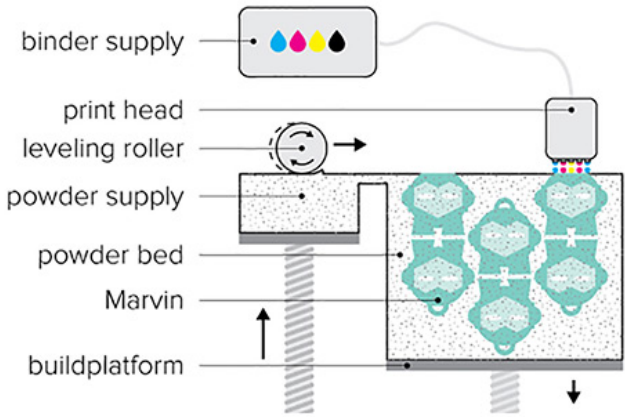
Fuente: http://www.grumeber.com/fabricacion-aditiva/

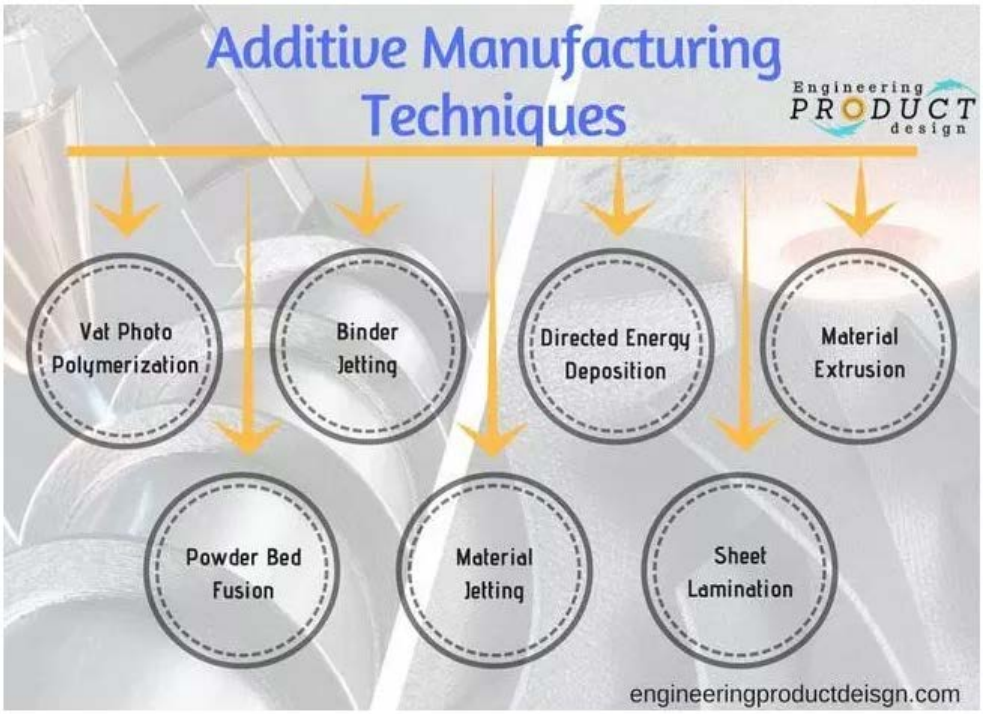
Fabricación aditiva: Propiedades Mecánicas (FDM)

Técnicas de Fabricación aditiva

FFF (Fused Filament Fabrication)
FDM (Fused Deposition Modelling)

FLM (Fused Layer Melting)
SLM (Selective Laser Melting)
EBM (Electron Beam Melting)
SLS (Selective Laser Sintering)
Binder Jetting
….



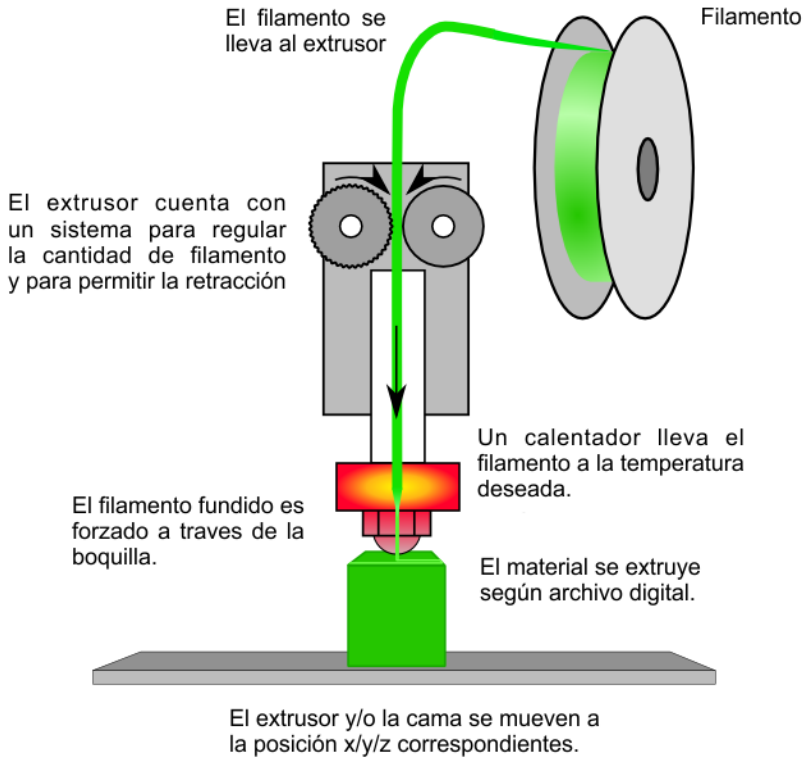


7 tipos de técnicas de fabricación aditiva

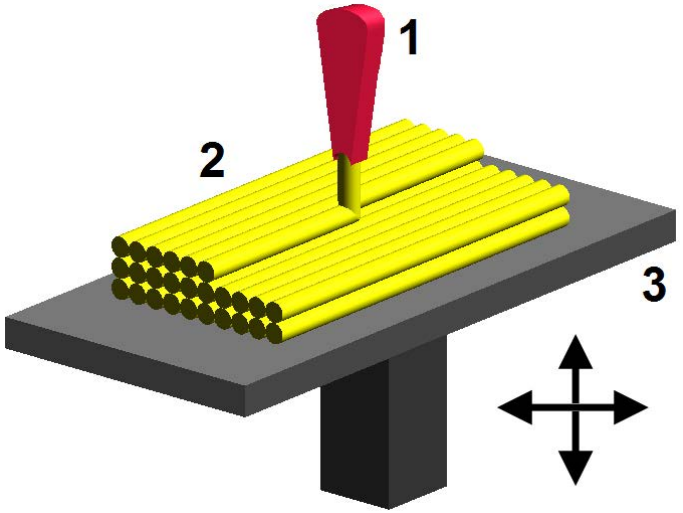
https://engineeringproductdesign.com/knowledge-base/additive-manufacturing-processes/

Fabricación aditiva: Propiedades Mecánicas (FDM)

Impresión 3D mediante FFF



Fuente: RepRap.org



1. Boquilla depositando material fundido.
2. Material depositado según pieza modelado.
3. Plataforma móvil.

Fuente: Wikipedia

Fabricación aditiva: Propiedades Mecánicas (FDM)

Características de la impresión 3D

Series pequeñas ➔ no es apto para todos los productos**.**

Producción local, a pequeña escala y a medida.

Reducción de costes ➔ producción en el lugar sin necesidad de útiles y herramientas (moldes).

Personalización

Versatilidad ➔ infinidad de productos con una misma máquina.

Flexibilidad y prototipado rápido ➔ imaginación, innovación, iteración para mejora del diseño.

Disminución de puestos de trabajo ↔ Nueva industria y sector con nuevos puestos de trabajo.

Fabricación aditiva: Propiedades Mecánicas (FDM)

Propiedades del producto impreso

Relación material/proceso/propiedades

Comportamiento estructural: tracción, impacto, fluencia, fatiga.

DURABILIDAD DE LOS COMPONENTES

Fabricación aditiva: Propiedades Mecánicas (FDM)

Propiedades mecánicas

El proceso de capa por capa puede producir debilidades en las propiedades mecánicas

➔La impresión 3D introduce **anisotropía**.

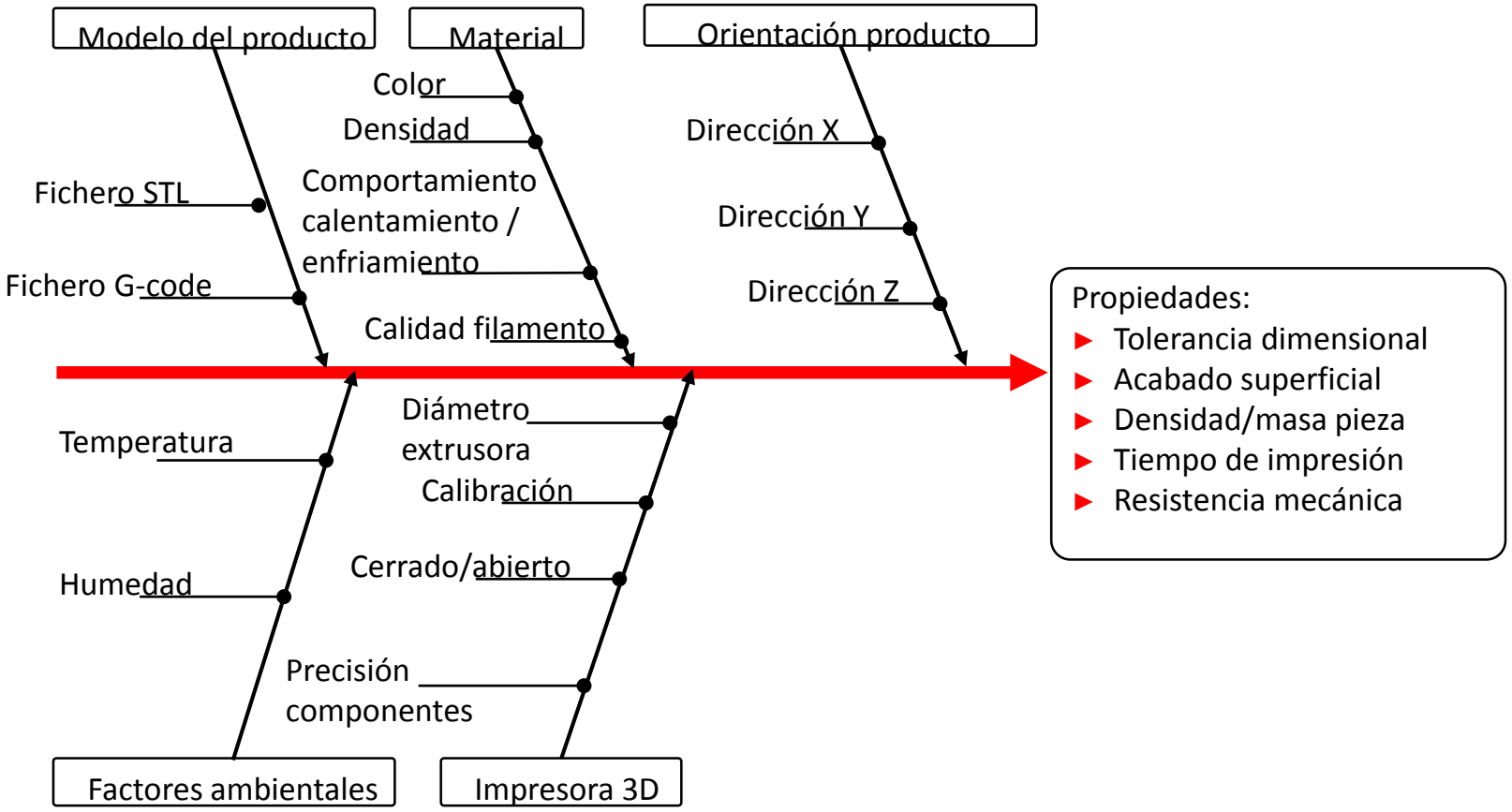
➔La impresión 3D **no necesariamente introduce debilidades**.

➔En cualquier **diseño de componentes poliméricos**, hay que tener en cuenta el **proceso de fabricación**:

Moldeo por inyección
Moldeo por extrusión
Termoconformado
Fabricación aditiva

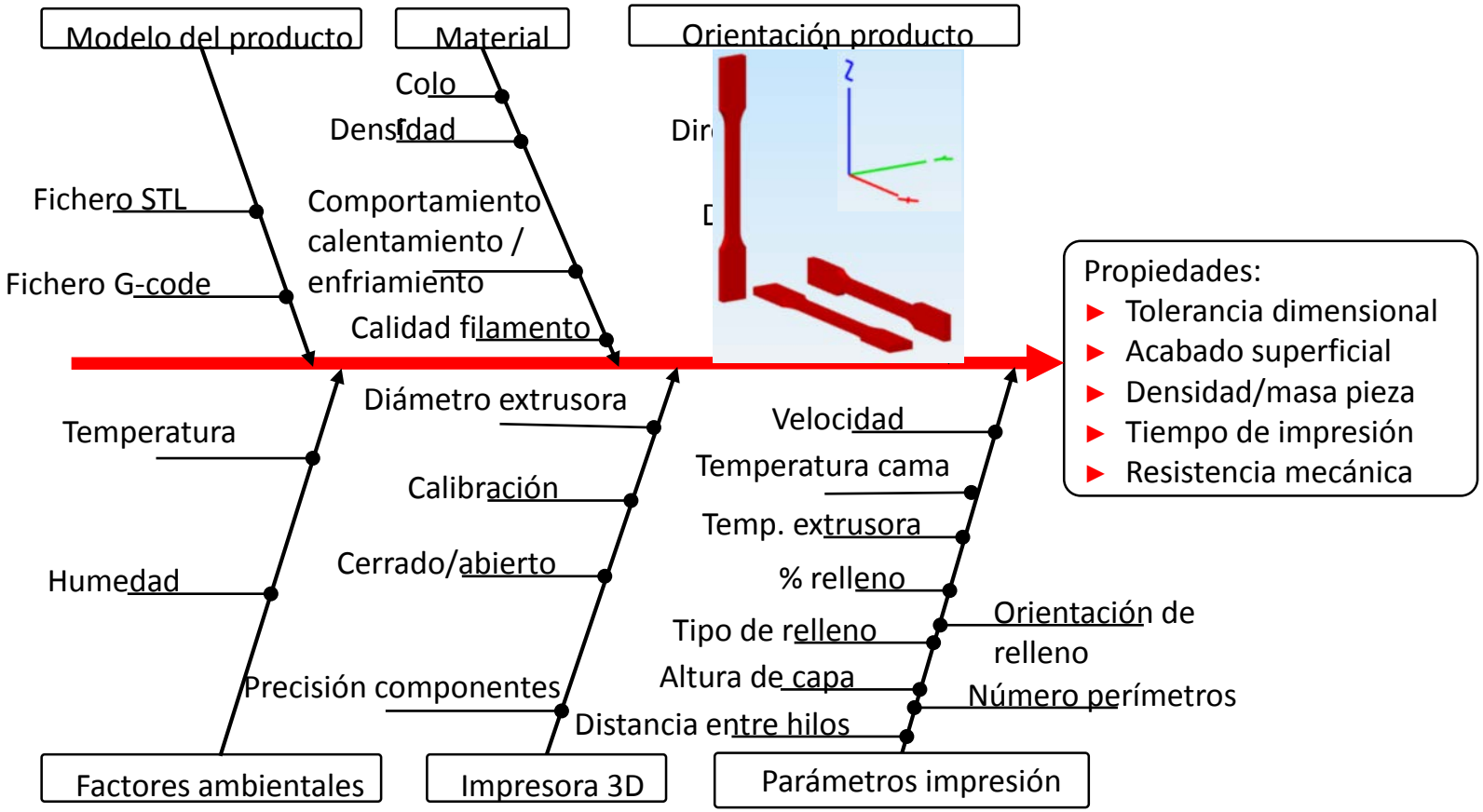
Fabricación aditiva: Propiedades Mecánicas (FDM)

Propiedades del producto impreso



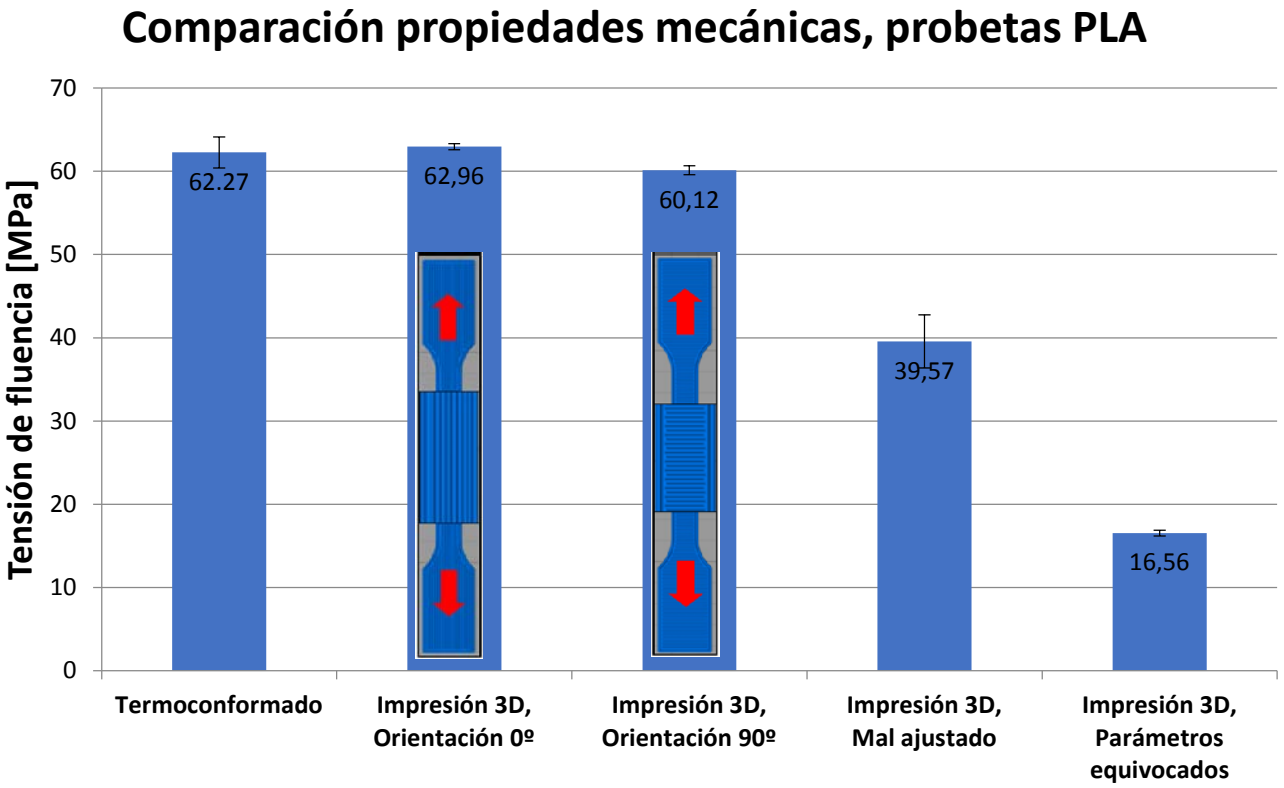
Fabricación aditiva: Propiedades Mecánicas (FDM)

Propiedades del producto impreso



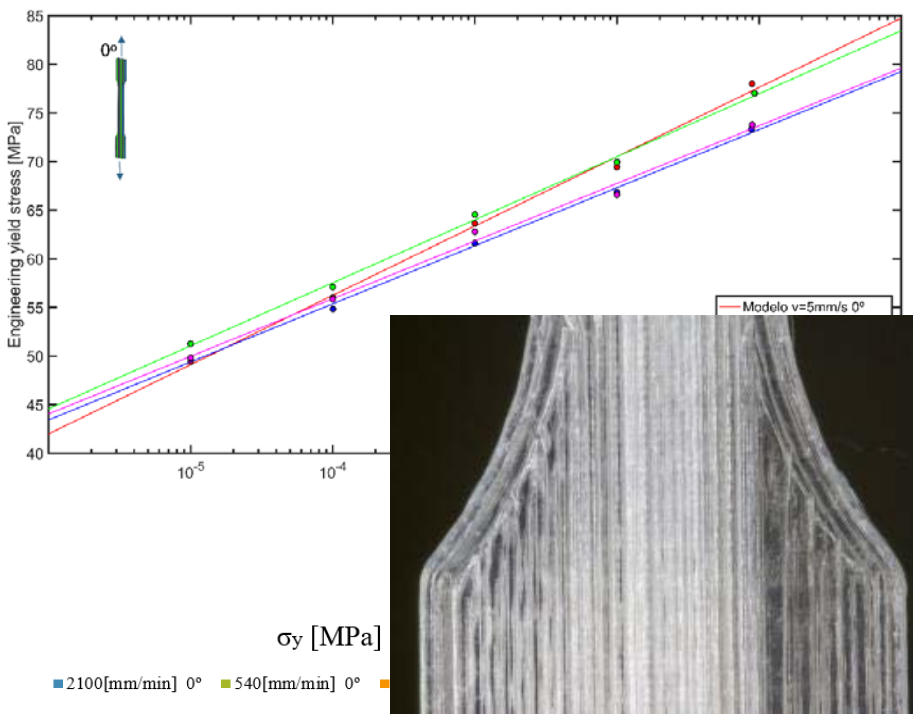
Fabricación aditiva: Propiedades Mecánicas (FDM)

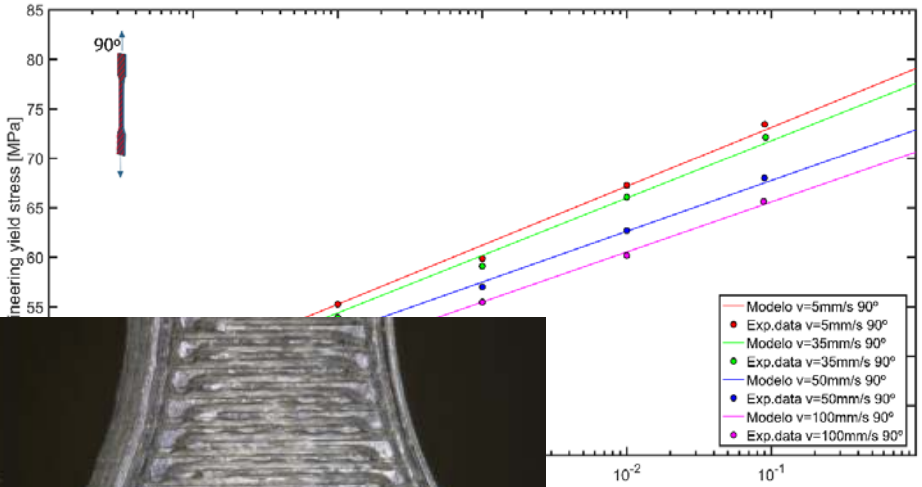
Propiedades del producto impreso

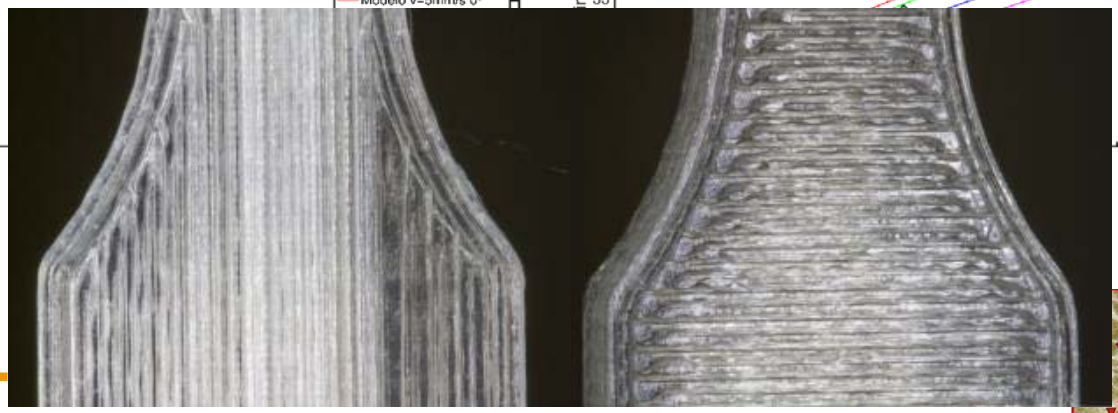


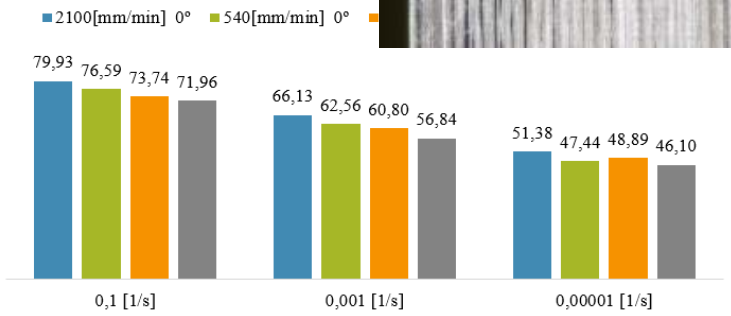
Fabricación aditiva: Propiedades Mecánicas (FDM)

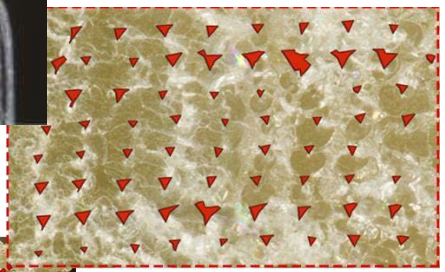
Propiedades PLA

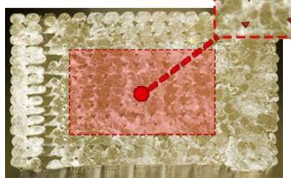






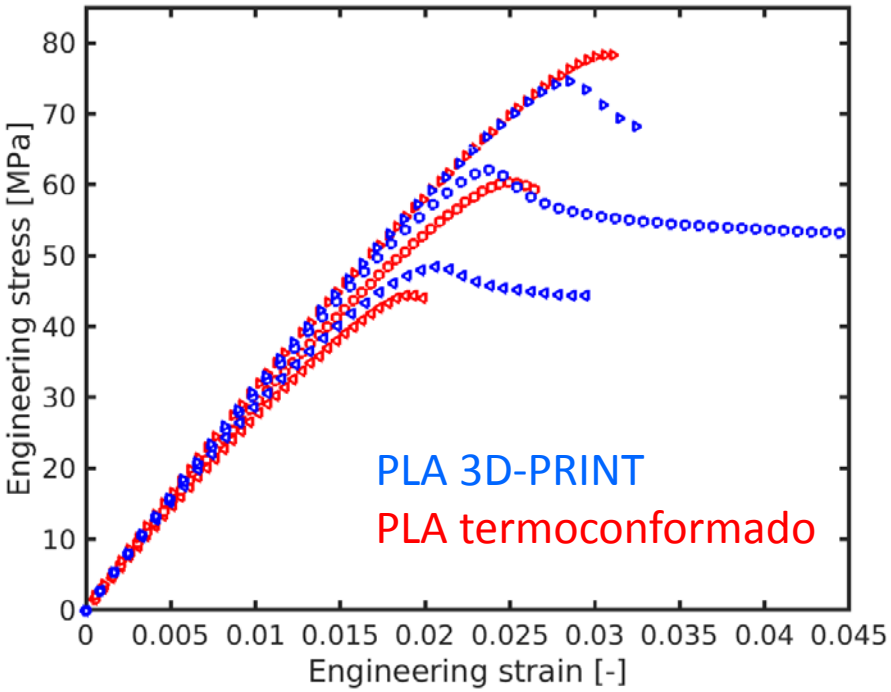


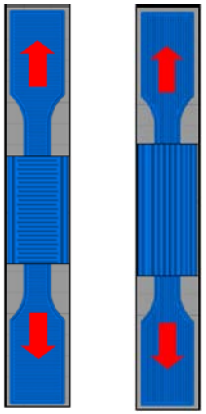




Fabricación aditiva: Propiedades Mecánicas (FDM)

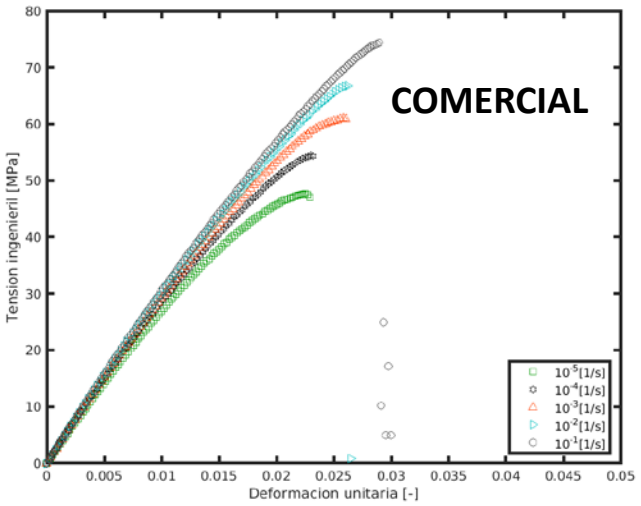
Propiedades PLA

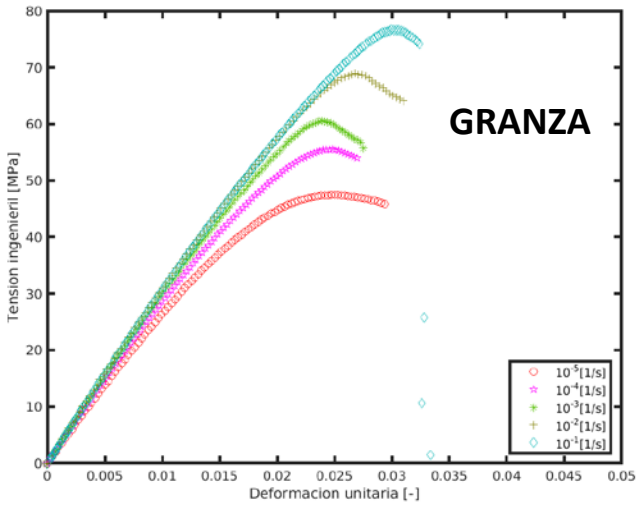


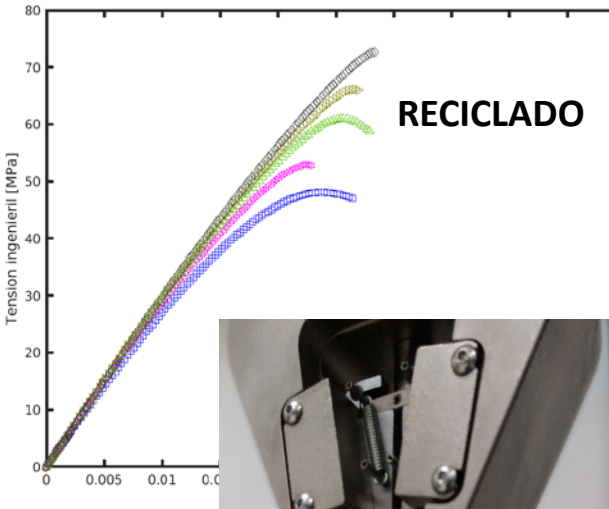


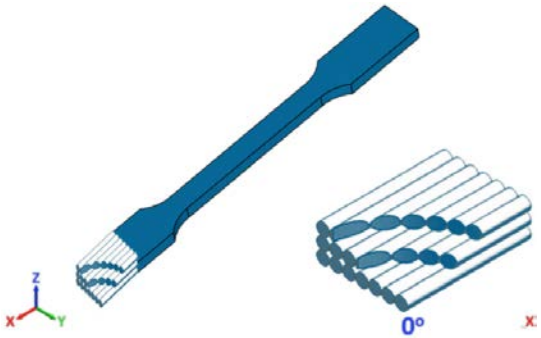
Fabricación aditiva: Propiedades Mecánicas (FDM)

Propiedades PLA reciclado









Fabricación aditiva: Propiedades Mecánicas (FDM)

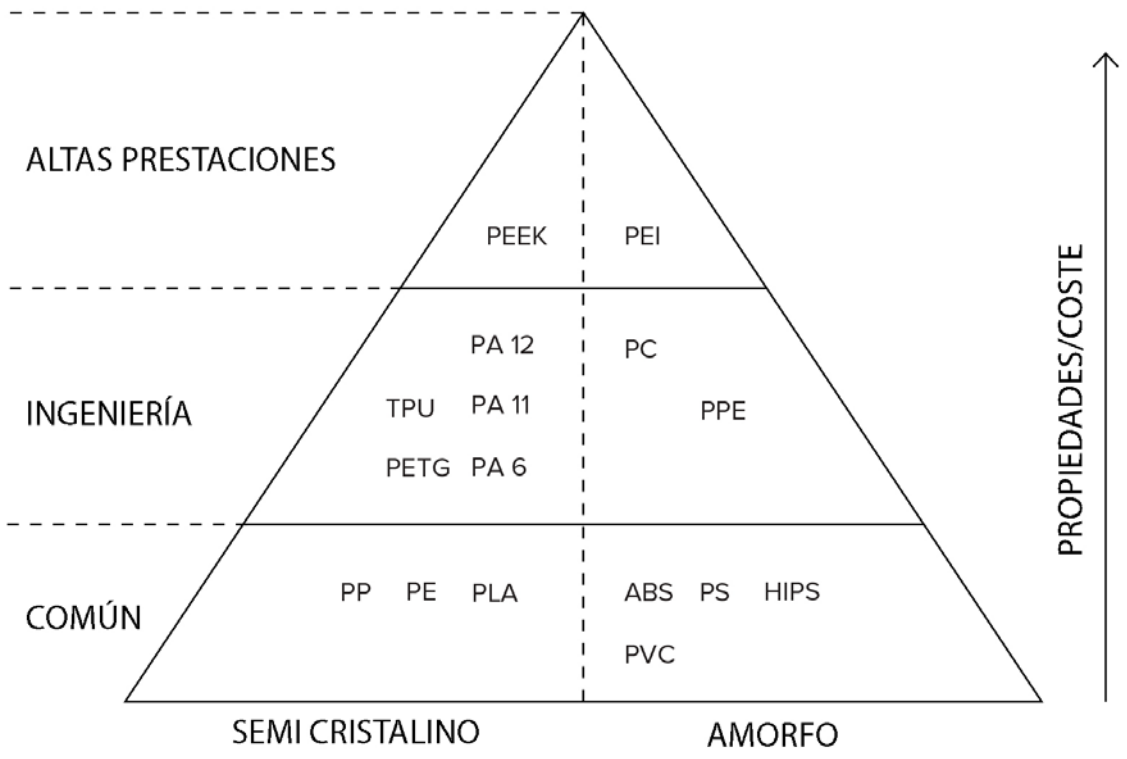
Materiales disponibles FFF:

- **PLA** (Ácido poliláctico)
- **ABS** (Acrilonitrilo-Butadieno-Estireno)
- **HIPS** (Poliestireno de alto impacto)
- **PVA** (Acetato de polivinilo)
- **PP** (Polipropileno)
- **PET-G** (Tereftalato de polietileno)
- **POM** (Polioximetileno)
- **PA** (Poliamida = Nylon)
- **PC** (Policarbonato)
- **PEEK** (Polieteretercetona)
- **PEI** (Polieterimida; ULTEM)
- **TPE** (Elastómero termoplástico)
- **TPU** (Poliuretano termoplástico)
- **PVB** (Polivinil butiral)
- **PLA + Fibra Carbono**
- **PLA + Fibra Vidrio**
- **PLA + $CaCO_3$**
- **ABS + Fibra Carbono**
- **Imitación madera**
- **Imitación metal**
- **Imitación bronce**
- **etc.**

Experiencia en impresión ·3D así como en caracterización mecánica de geometrías obtenidas mediante FDM de varios de estos materiales.

Fabricación aditiva: Propiedades Mecánicas (FDM)

Limitaciones de material



Fuente: 3D Hubs Available online: www.3dhubs.com

Fabricación aditiva: Propiedades Mecánicas (FDM)

Equipos disponibles.

SIGMA X BCN3D

BCN3D Filaments: Portfolio de materiales de grado industrial.
Los nuevos modelos Sigma R19 y Sigmax R19 son compatibles con el portfolio de materiales BCN3D Filaments, compuesto por polímeros comunes en varias industrias que cubren la mayoría de las aplicaciones técnicas:

PLA, ABS, Nylon, PET-G, PVA, TPU, Composites y Fibra de Carbono.

Fabricación aditiva: Propiedades Mecánicas (FDM)

Equipos disponibles.

3D INTAMSYS FUNMAT HT

FUNMAT HT es capaz de imprimir en 3D **materiales funcionales de alto rendimiento como PEEK, ULTEM y PPSU, además de una amplia gama de termoplásticos de ingeniería**. Con la impresora FUNMAT HT puede lograr una impresión 3D de **calidad industrial** de alta resolución de **50 micrones.**

El diseño avanzado del sistema térmico de esta impresora 3D incluye una cámara de temperatura constante de 90 ° C, una placa de construcción calentada de 160 ° C y una **extrusora de alta temperatura de 450 ° C** con acabado en caliente completamente metálico.

Fabricación aditiva: Propiedades Mecánicas (FDM)

Equipos disponibles.

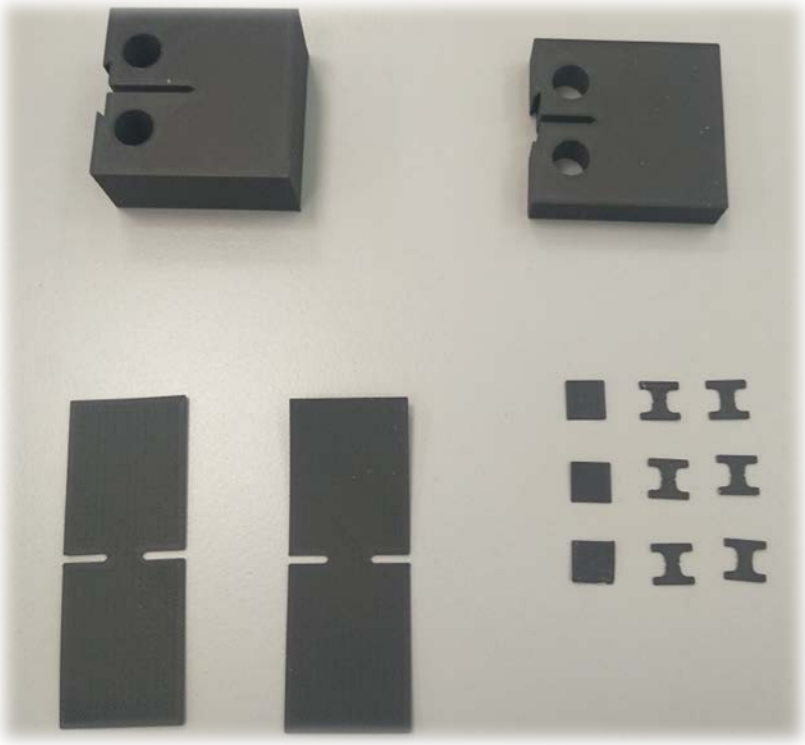
MARKFORGED MARK TWO

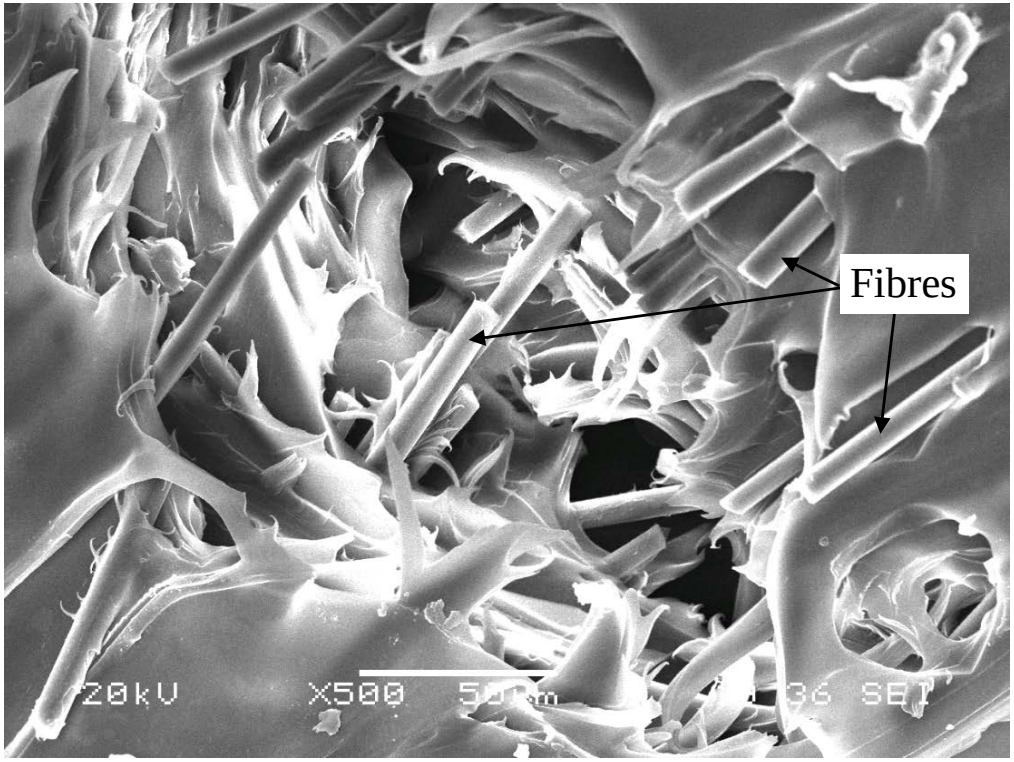
Build volume: 320 mm x 132 mm x 154 mm
Plastic materials: Onyx
Fiber materials:

- **Carbon Fiber**
- **Fiberglass**
- **Kevlar**
- **HSHT Fiberglass (High-Strength High-Temperature Fiberglass)**

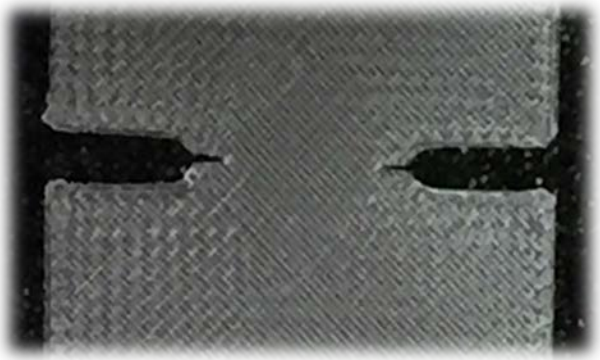
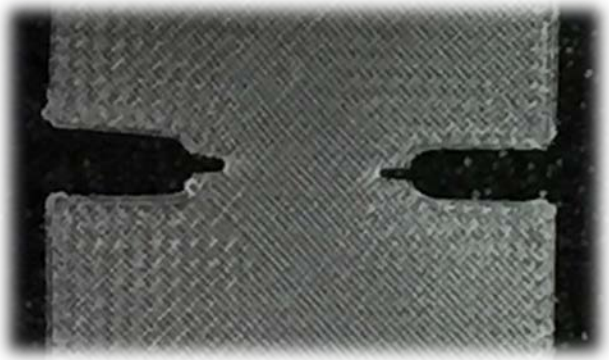
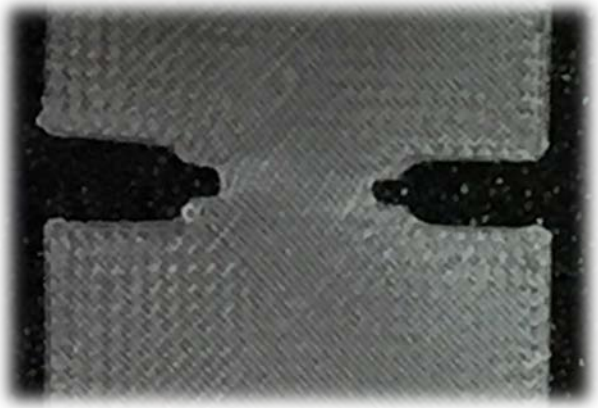
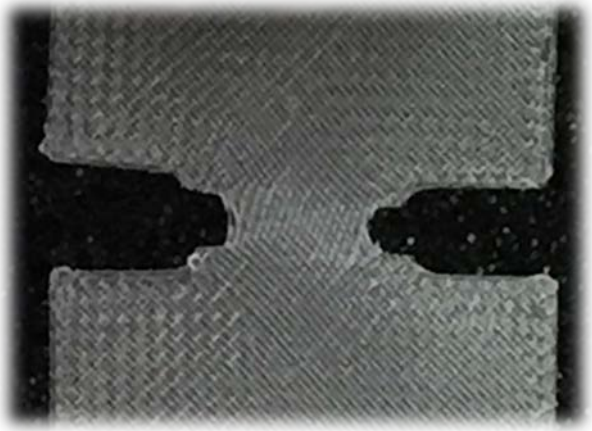
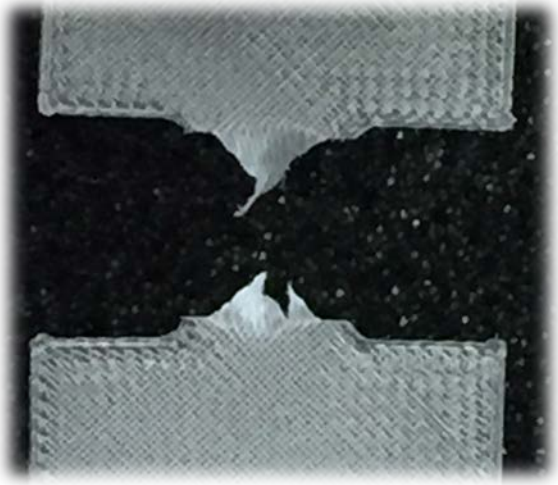
z layer resolution: 100 micron

Fabricación aditiva: Propiedades a Fractura (FDM)

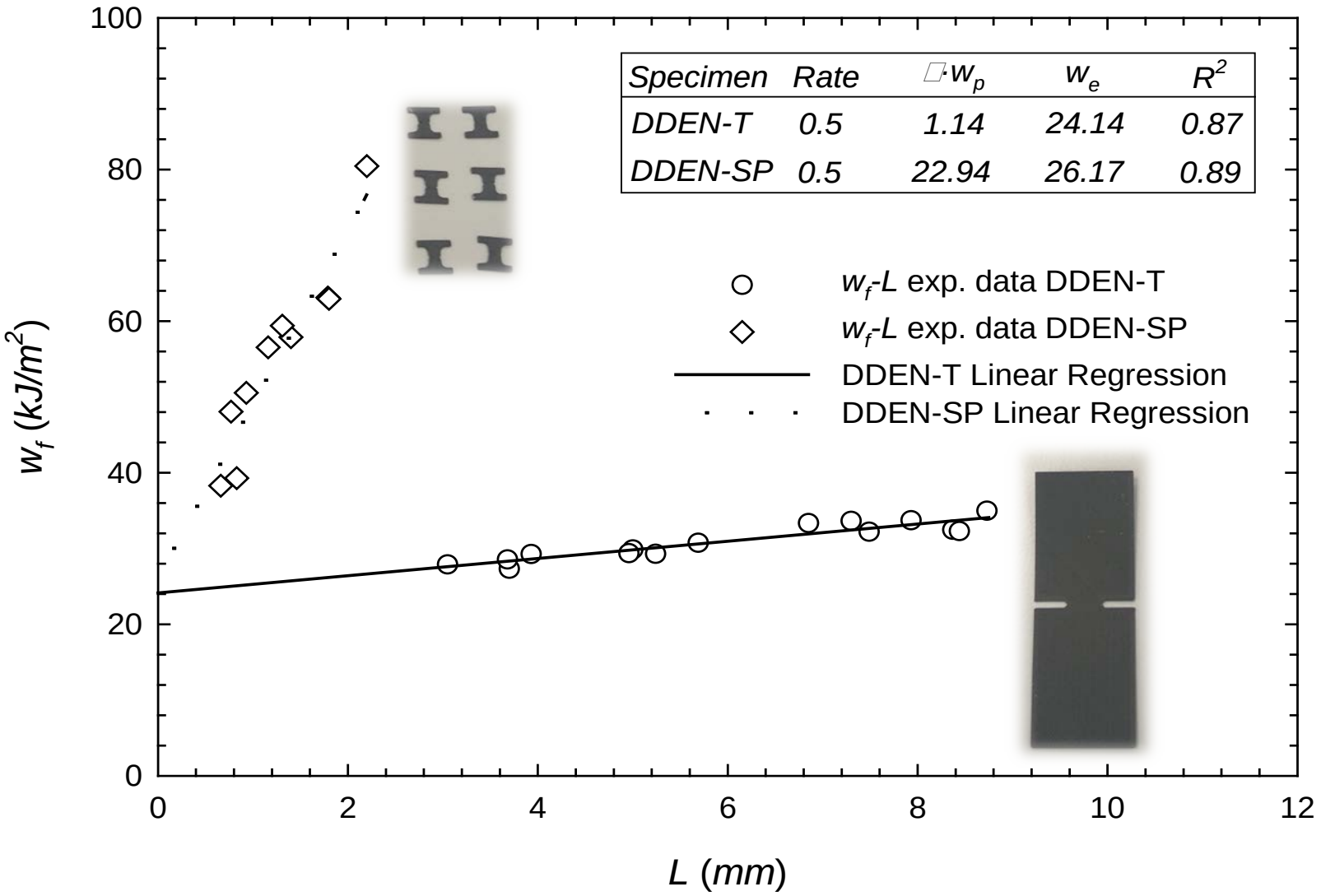




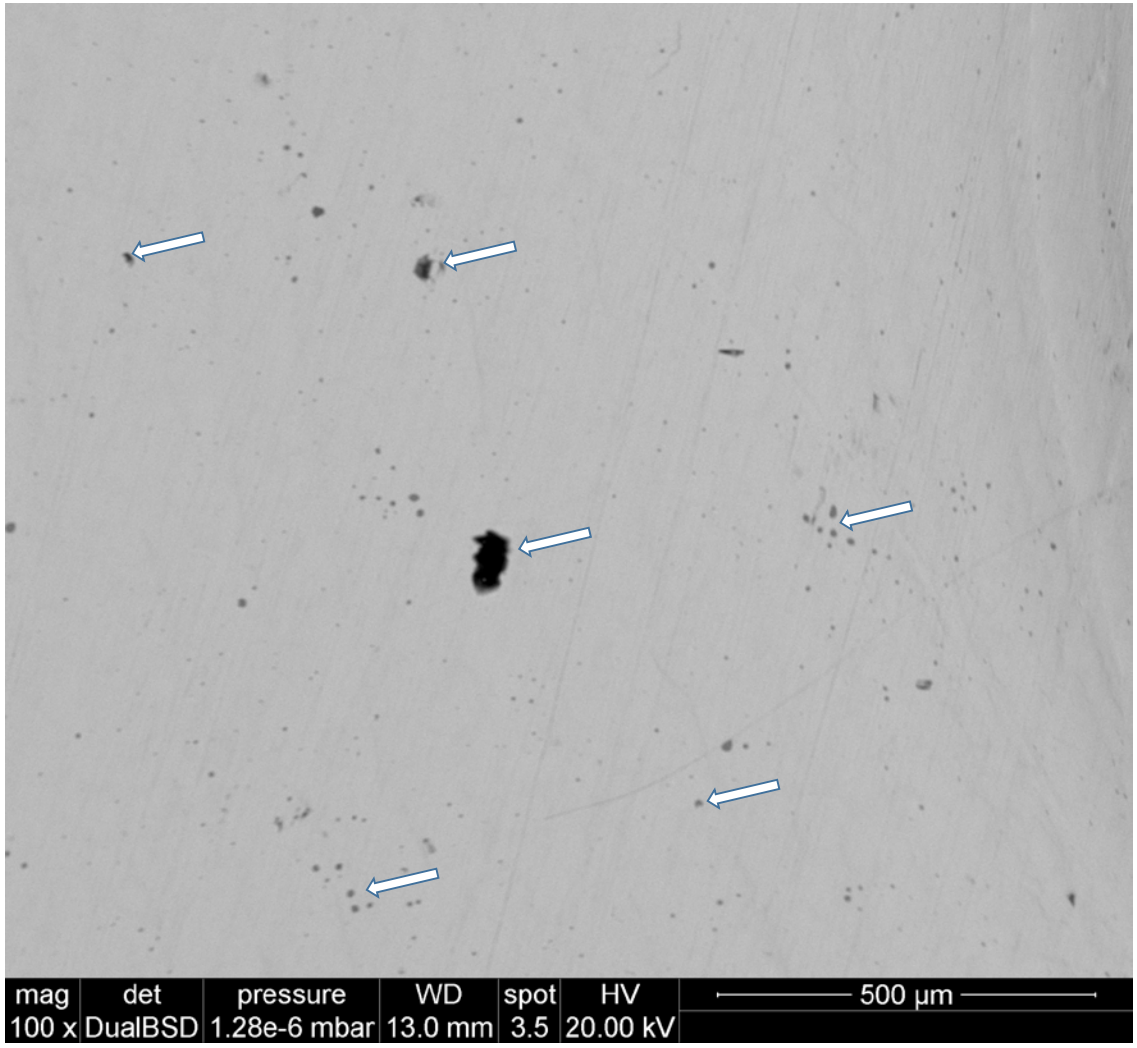
Fabricación aditiva: Propiedades a Fractura (FDM)

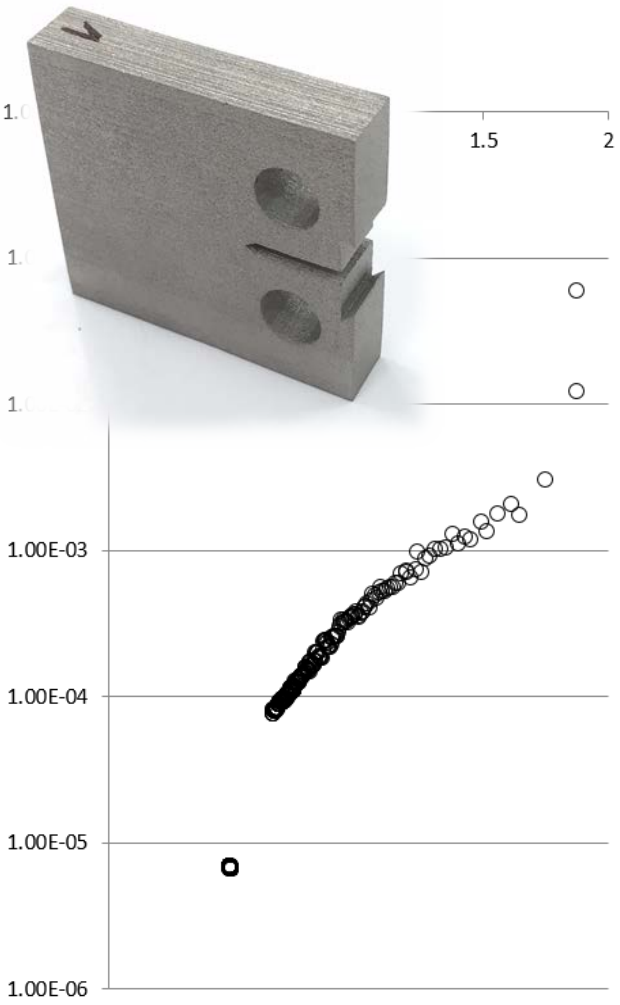






Fabricación aditiva: Propiedades a Fractura (FDM)



Fabricación aditiva: Propiedades a Fatiga (Binder Jetting)





Colaboraciones empresariales durante los últimos años

Universidad de Burgos

ASTI

Hiperbaric
HIGH PRESSURE PROCESSING

Gamesa

GRUPO ANTOLIN

grupo CROPU

Desmasa
mechatronic solution

GNC Nicolás Correa

ROTRANS®

Plásticos Industriales BOCANEGRA

SIEX

GB

KOMTES

nuclenor

ATRIALAB