

Laboratorio 3D

de la Escuela Politécnica Superior

Wilco M.H. Verbeeten

Grupo de Integridad Estructural
Departamento de Ingeniería Civil
Área de Mecánica de Medios Continuos
y Teoría de Estructuras

Presentación Laboratorio 3D de la Escuela Politécnica Superior

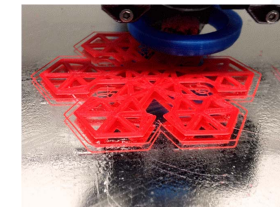
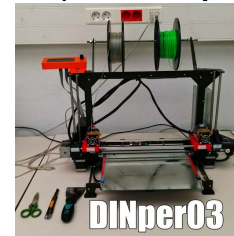
23/ mar/ 2017/ 1



Laboratorio 3D

Impresoras 3D:

- Open-Source
 - ▶ Acceso a componentes mecánicos.
 - ▶ Acceso a componentes electrónicos.
 - ▶ Acceso a firmware y componentes de control.
- Fabricación con Filamento Fundido (FFF)
 - ▶ también llamado Modelado por Extrusión Fundida (Fused Deposition Modeling/FDM™)

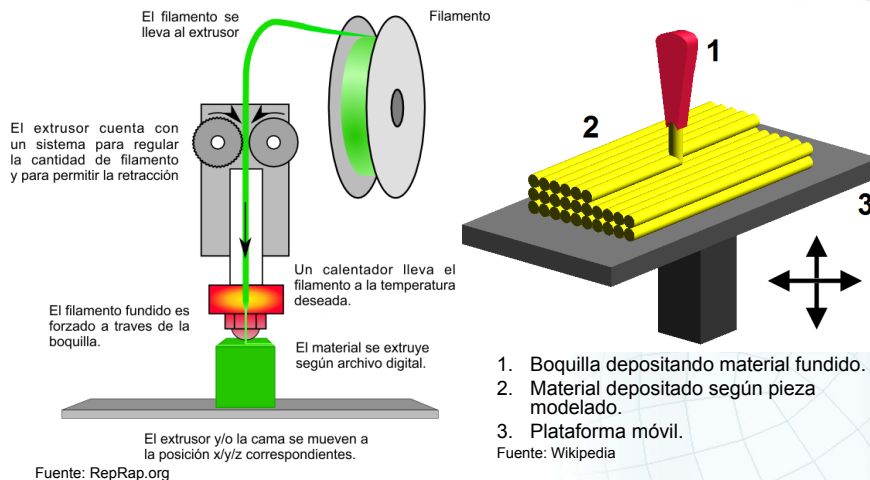


Presentación Laboratorio 3D de la Escuela Politécnica Superior

23/ mar/ 2017/ 2



Impresión 3D mediante FFF



Presentación Laboratorio 3D de la Escuela Politécnica Superior

23/ mar/ 2017/ 3



Impresión 3D

Características de la impresión 3D:

- ▶ **Versatilidad:** infinidad de productos con una misma máquina.
- ▶ **Flexibilidad y prototipado rápido:** imaginación, innovación, iteración para mejora del diseño.
- ▶ **Personalización.**
- ▶ Reducción de **costes:** producción en el lugar.
- ▶ Herramienta de facilitación para el **desarrollo sostenible.**
- ▶ **Series pequeñas.**
- ▶ **Vulneración de los derechos de autor.**
- ▶ **Disminución de puestos de trabajo** ↔ **Nueva industria y sector con nuevos puestos de trabajo.**

Presentación Laboratorio 3D de la Escuela Politécnica Superior

23/ mar/ 2017/ 4

Impresión 3D

Aspectos ambientales de la impresión 3D:

- ▶ Producción local, a pequeña escala y a medida ↔ producción en masa y a distancia.
- ▶ Producción a demanda en poco tiempo ↔ Acumulación en stock (posible caducidad).
- ▶ Sustitución de piezas estropeadas (reparación) ↔ obsolescencia prematura (desechos).
- ▶ Consumo colaborativo (distribución por internet) ↔ dependencia de fabricantes y distribuidores.
- ▶ Alto consumo de energía por impresora ↔ optimización de producción en masa.
- ▶ Alto nivel contaminante de los materiales (plásticos) ↔ control de la contaminación en sistemas productivos.
- ▶ Dependencia de materiales plásticos (combustibles fósiles, impacto ambiental) ↔ variación de materiales.

Presentación Laboratorio 3D de la Escuela Politécnica Superior

23/ mar/ 2017/ 5

Aplicaciones Impresión 3D

Sector salud:

- ▶ Utillajes médicos.
- ▶ Herramientas de cirugía.



Fuente: 3dprint.com

Presentación Laboratorio 3D de la Escuela Politécnica Superior



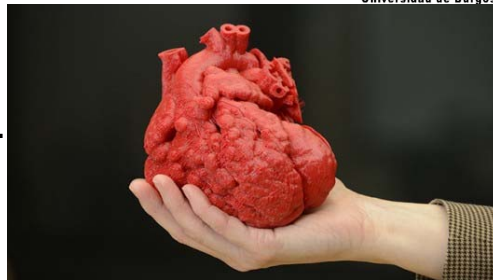
Fuente: 3D Printing Industry

23/ mar/ 2017/ 6

Aplicaciones Impresión 3D

Sector salud:

- ▶ Utillajes médicos.
- ▶ Herramientas de cirugía.
- ▶ Prótesis personalizado.
- ▶ Formación.



Fuente: Medical Daily



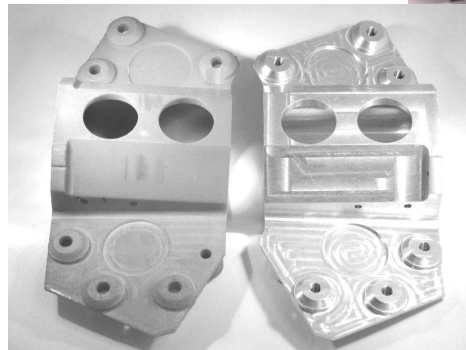
Fuente: Proyectos 3D

Presentación Laboratorio 3D de la Escuela Politécnica Superior

23/ mar/ 2017/ 7

Aplicaciones Impresión 3D

Sector aeronáutica:



Fuente: 3ders.org

Presentación Laboratorio 3D de la Escuela Politécnica Superior



Fuente: 3ders.org

23/ mar/ 2017/ 8

Aplicaciones Impresión 3D



Sector automoción:

- ▶ Prototipado rápido: acortar ciclos de desarrollo de componentes.
- ▶ Repuestos para modelos descatalogados.



Presentación Laboratorio 3D de la Escuela Politécnica Superior

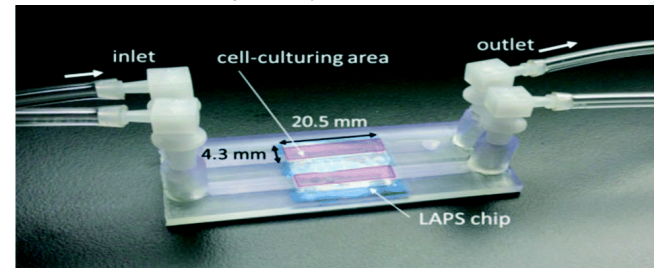
23/ mar/ 2017/ 9

Aplicaciones Impresión 3D



Precisión y laboratorio:

Fuente: ResearchGate, Takenaga *et al.*, Phys. Status Solidi A, 2015



Presentación Laboratorio 3D de la Escuela Politécnica Superior

23/ mar/ 2017/ 10

Aplicaciones Impresión 3D



Juguetes y artilugios:



Presentación Laboratorio 3D de la Escuela Politécnica Superior

23/ mar/ 2017/ 11

Laboratorio 3D



Investigaciones en la Impresión 3D por FFF:

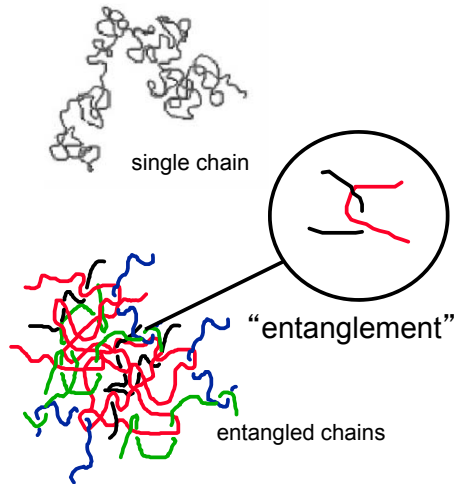
- DINper: Diseño Inclusivo Personalizado 
 - ▶ Diseño de piezas para fines específicos (discapacidad, educación, salud, envejecimiento).
- Propiedades del producto impreso
 - ▶ relación material/proceso/propiedades
- Control de la impresora y su entorno
 - ▶ sensores, ajustes
- Conversión de diseño al producto/proceso
 - ▶ programación G-Code

@alumnos: múltiples posibilidades de TFG/TFM.

Presentación Laboratorio 3D de la Escuela Politécnica Superior

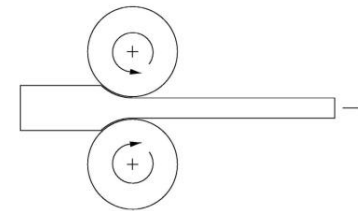
23/ mar/ 2017/ 12

Comportamiento curioso de plásticos

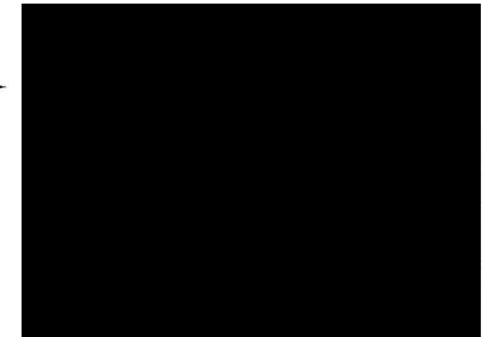


Comportamiento curioso de plásticos

pre-deformation by rolling



an extreme example of rejuvenation

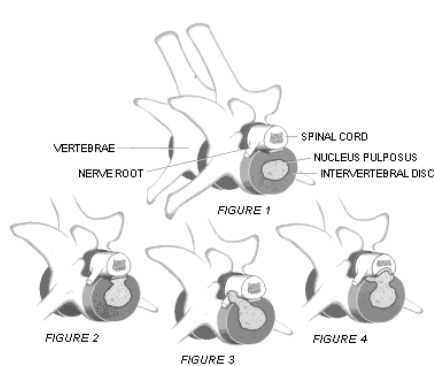


procedure:
• PS 30% thickness reduction

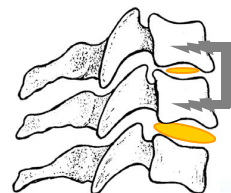
polystyrene PS

Comportamiento curioso de plásticos

Intervertebral disc degeneration



acute case: hernia



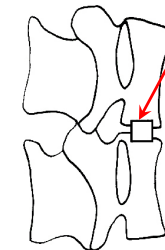
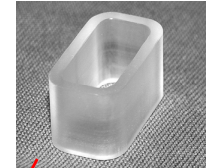
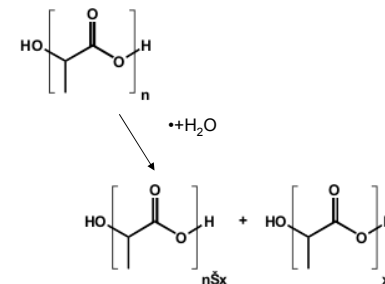
fixation of adjacent
vertebral bodies



Comportamiento curioso de plásticos

interbody fusion using bioresorbable spinal cages

material degrades over time



→ loss in molecular weight

→ loss in strength !!

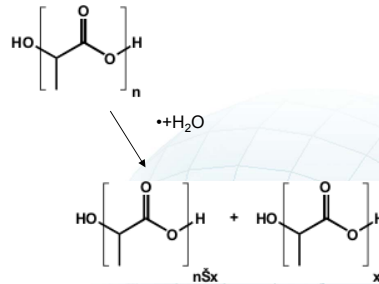
Comportamiento curioso de plásticos

PLA spinal cage



Poly(lactic acid)

material degrades over time

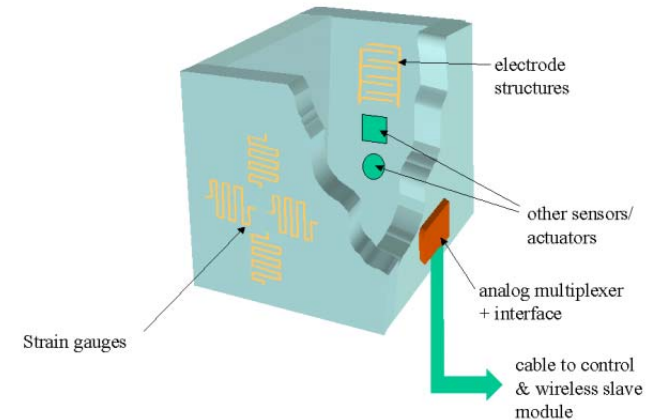


→ loss in molecular weight

→ loss in strength !!

Comportamiento curioso de plásticos

assessment of required strength



assessment of occurring loads using "instrumented" goat

Comportamiento curioso de plásticos

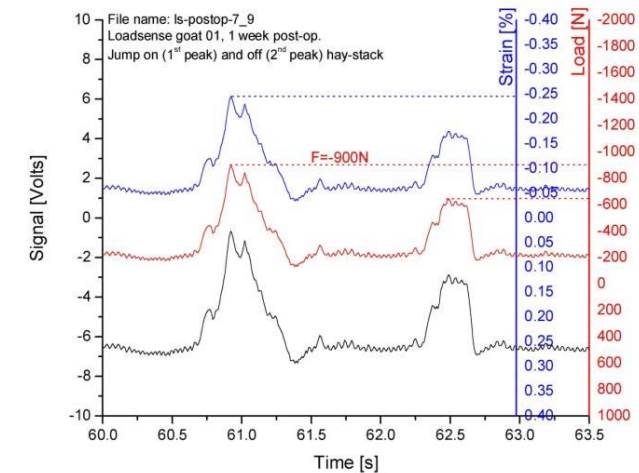
assessment of required strength



assessment of occurring loads using "instrumented" goat

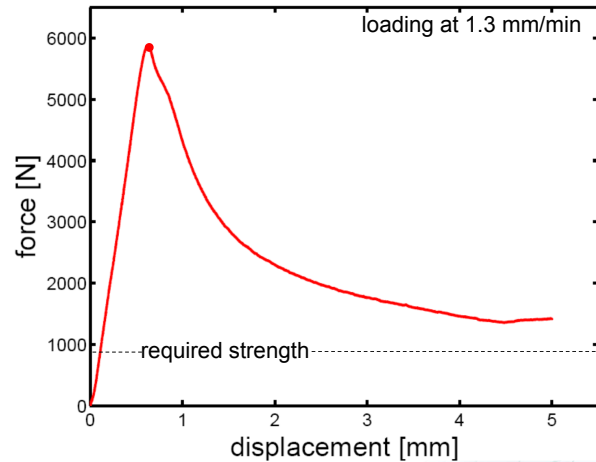
Comportamiento curioso de plásticos

assessment of required strength



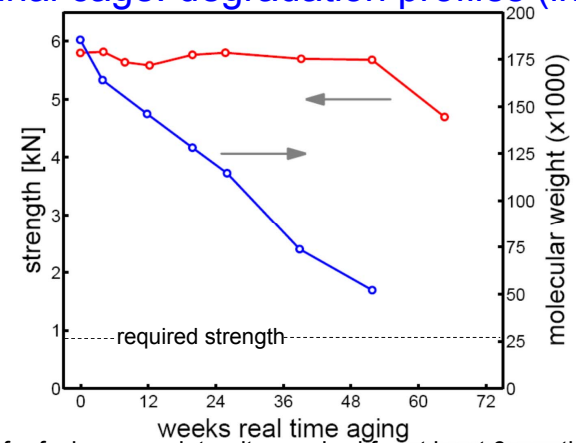
Comportamiento curioso de plásticos

assessment of actual cage strength



Comportamiento curioso de plásticos

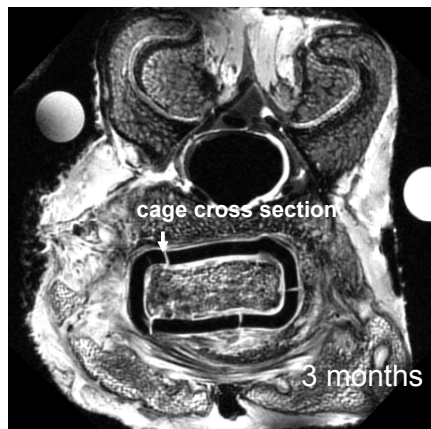
PLA spinal cage: degradation profiles (in vitro)



for fusion, cage integrity required for at least 6 months:
here achieved with **safety factor 6**

Comportamiento curioso de plásticos

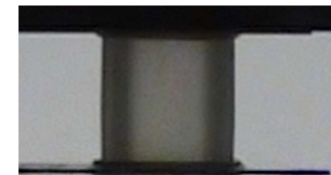
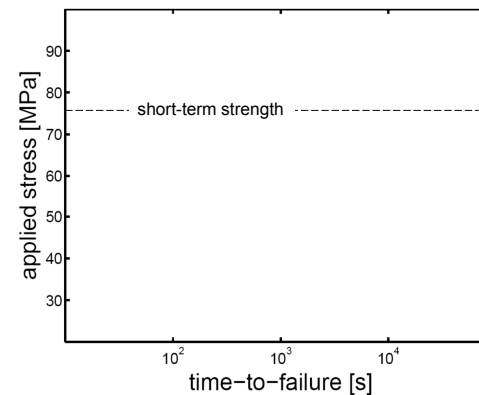
actual cage performance (in vivo)



premature cage failure!!!

Comportamiento curioso de plásticos

failure under constant load: PLA

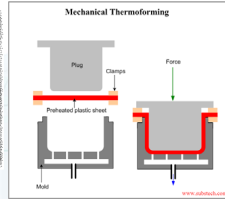
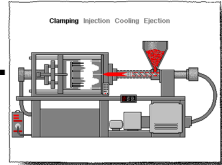
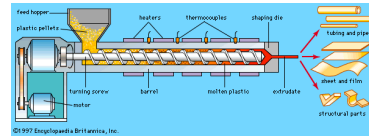


constant load 90% of
short term strength

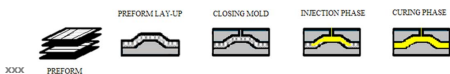
if the actual load is lower than the short-term strength,
this does not imply that the material can sustain this load indefinitely

Relación proceso-propiedades:

- Impresión 3D.
- Moldeo por extrusión.
- Moldeo por inyección.
- Termo-conformado.
- Moldeo por Transferencia de Resina.
- Etc.



MAIN STEPS OF RTM PROCESS



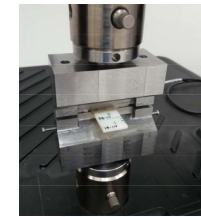
Compresión



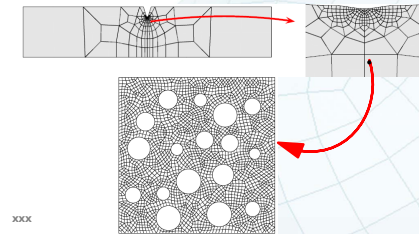
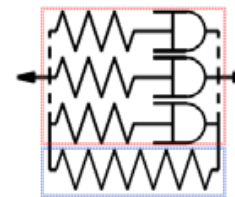
Tracción



Compresión planar



Herramientas numéricas



Profesores:

- César Represa Pérez (Electrónica)
- José María Cámara Nebreda (Electrónica)
- Beatriz Núñez Angulo (Didáctica)
- Pedro Luis Sánchez Ortega (Electrónica)
- José Antonio Gómez Monedero (Didáctica)
- Rosa Santamaría Conde (Didáctica)
- Miriam Lorenzo Bañuelos (Mecánica)
- Wilco M.H. Verbeeten (MMC)