

# IMPRESIÓN 3D

Una de las tecnologías líderes  
del futuro cercano



Ing. Lucero, Emilce Beatriz  
Armatti, Stefano



## Introducción a la Impresión 3D

**Este curso te permitirá entender el funcionamiento de la impresión 3D y conocer las opciones básicas que necesitas para diseñar y enviar a imprimir tus diseños.**

**El curso está dividido en una parte teórica que te va a proporcionar los conceptos básicos que necesarios y una parte práctica donde vas a poder entrar en el mundo del modelado 3D hasta lograr un archivo listo para imprimir.**

**Para la aprobación es necesario:**

- Cumplir con la asistencia virtual**
- La presentación de un trabajo final que consiste en el diseño de un objeto en 3D personalizado, que deberá ser enviado al campus de la UTN.**

**<http://www.frlr.utn.edu.ar/>**

# Introducción a la impresión 3D



# Que es la impresión 3D

Es una tecnologías en la cual el material se une o solidifica bajo el control de una computadora para crear un objeto tridimensional



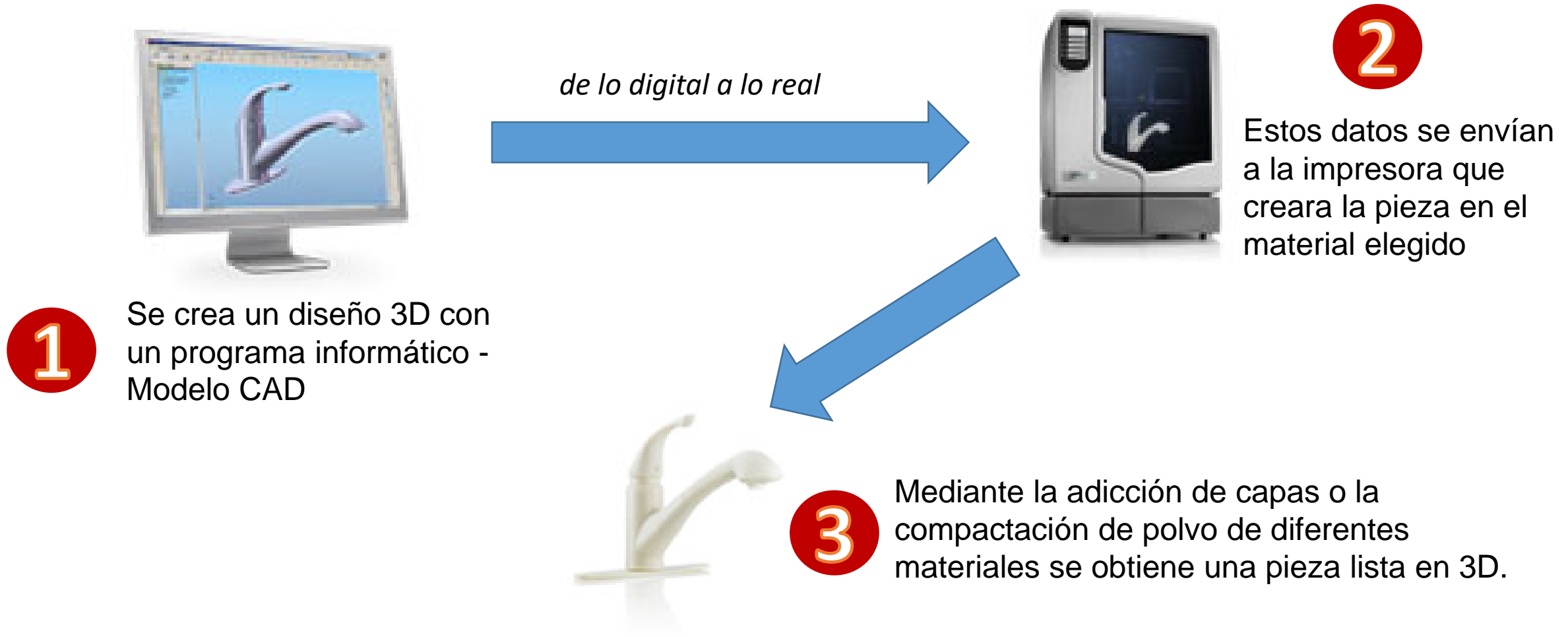
# Que es la impresión 3D

En su modelo más popular

Es una máquina de fabricación digital de la categoría aditiva, ya que su modo de funcionamiento se basa en el depósito de varias capas de un insumo (en general plástico) hasta lograr la pieza completa



La impresión 3D es la reproducción de un objeto con volumen partiendo de un prototipo diseñado por un ordenador



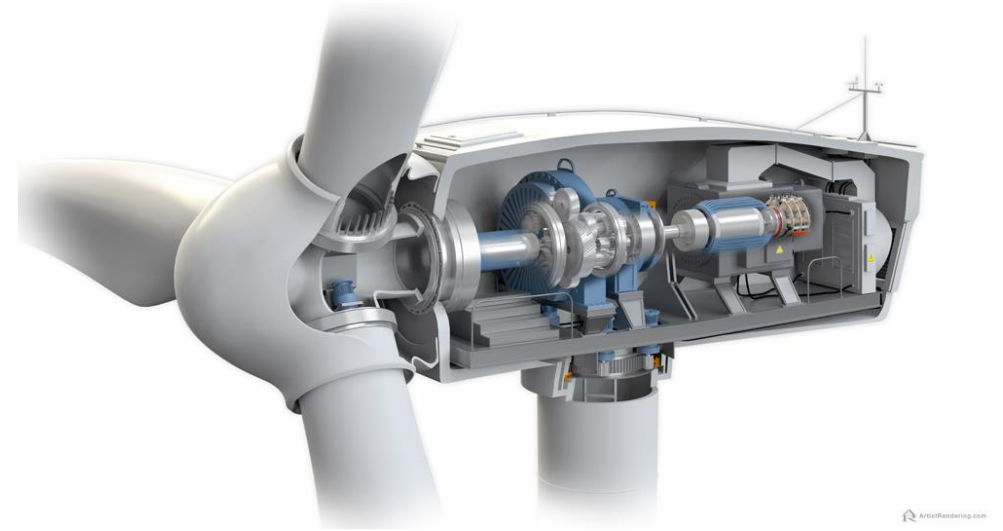
# Ámbitos de la Fabricación Digital



Fuente: [www.smartfactory.it](http://www.smartfactory.it)

## Armado de prototipos y maquetas

Combinando materiales y diversos artefactos es posible realizar modelos de objetos de una forma rápida, económica y flexible. En ciclos cortos de creación y comercialización del producto.

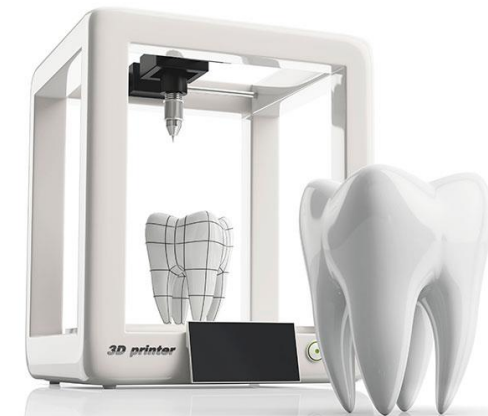


<https://www.turbosquid.com/es/3d-models/3d-wind-turbine-model/755190>

## Objetos personalizados

Es posible construir objetos en pequeñas cantidades de manera rentable.

Permite realizar productos únicos, exclusivos y personalizados.

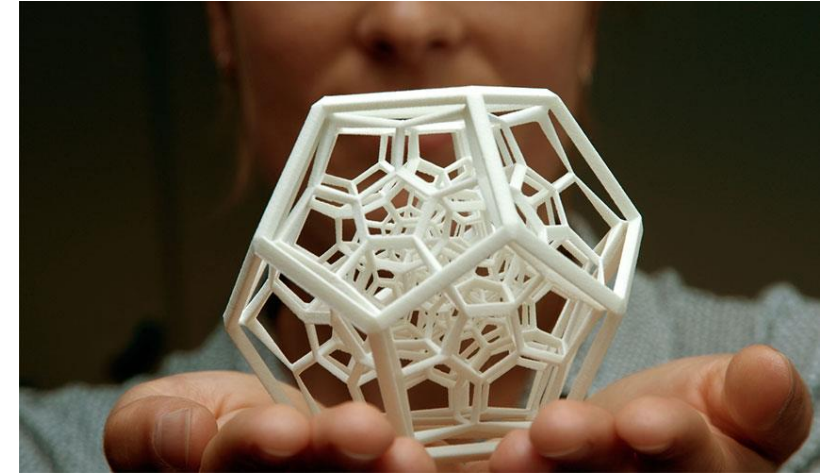


<https://taktic.es/impresion-3d-aplicada-a-la-industria/>



## Partes o mecanismos

Esta manera alternativa de fabricación puede cambiar la forma en que se diseñan los objetos complejos, en especial aquellos que contienen muchas partes



<https://www.3dnatives.com/es/sinterizado-selectivo-por-laser-les-explicamos-todo/#!>

## Mantenimiento

A partir de los planos digitales de los componentes de un objeto, será posible fabricarlos *in situ* y por demanda en el caso que se desgasten o se rompan.



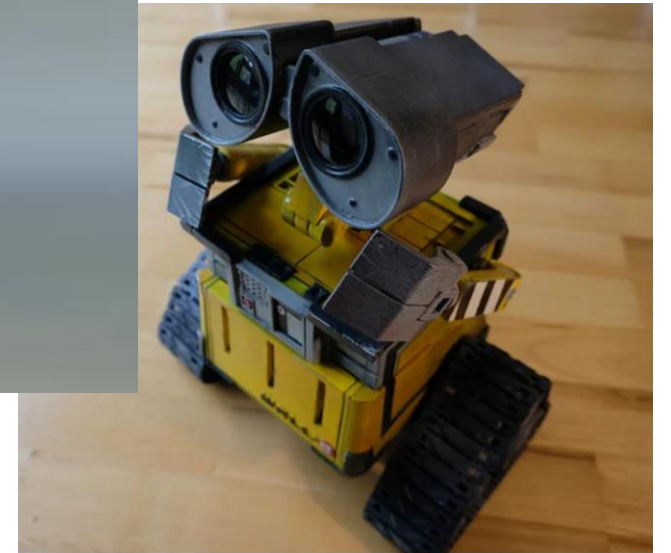
<https://www.igus.com.ar/info/3d-print-3d-printing-service>

## Objetos híbridos

La creación de objetos que al incorporarle dispositivos electrónicos permiten que las piezas materializadas “cobren vida”



<https://www.3dnatives.com/es/sinterizado-selectivo-por-laser-les-explicamos-todo/#!>



<https://www.thingiverse.com/>

# Limitaciones de la impresión 3D

## Mayor costo para series de producción grandes

- El precio de las impresoras y de las materias primas es aun muy alto

## Menos elecciones de materiales y colores

- Hay limitaciones con respecto a los productos convencionales

## Resistencia y duración limitada

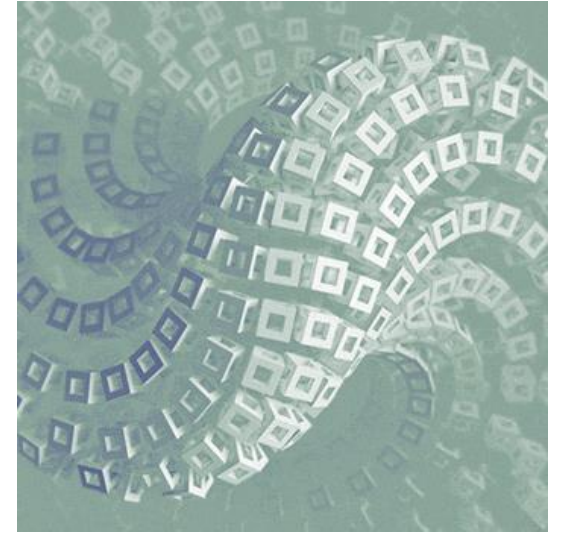
- No todas las tecnologías de impresión pueden asegurar la resistencia de los objetos que producen.

## Precisión de los objetos impresos y el acabado final

- Es difícil todavía asegurar las capacidades de alta precisión de algunos procesos de fabricación.

## Volumen de Impresión

- Depende del tamaño de la impresora. En alguno casos, es necesario crear pequeñas partes y unir las en una etapa posterior para lograr la pieza completa.



A pesar de las limitaciones que tenemos hoy en día, las tecnologías 3D están desarrollándose muy rápido, los gastos tienden a reducirse y su uso se esta extendiendo.

En un futuro cercano, las impresoras 3D se van a transformar en un electrodoméstico más, al igual que una impresora de chorro de tinta.





# Una breve historia de la impresión 3D

En 1983

- **Chuck Hull**, cofundador de sistemas 3D, **inventó el primer proceso de impresión 3D** y lo llamó **“Estereolitografía” (SLA)**.
- Construyó la base de lo que hoy en día conocemos como **fabricación aditiva (AM)** - o **impresión 3D**



La SLA-1, la primera impresora 3D comercialmente disponible

Fuente: <https://www.3dsystems.com>

En 1986

- **Dr. Carl Deckard y el Dr. Joe Beaman** desarrollaron y patentaron la primera impresora de **Sintetizado Selectivo por Laser (SLS)**.
- Utilizaba un método alternativo de impresión 3D, que convierte el polvo suelto en un sólido, utilizando un laser.



*Periódico Americano, 1987*

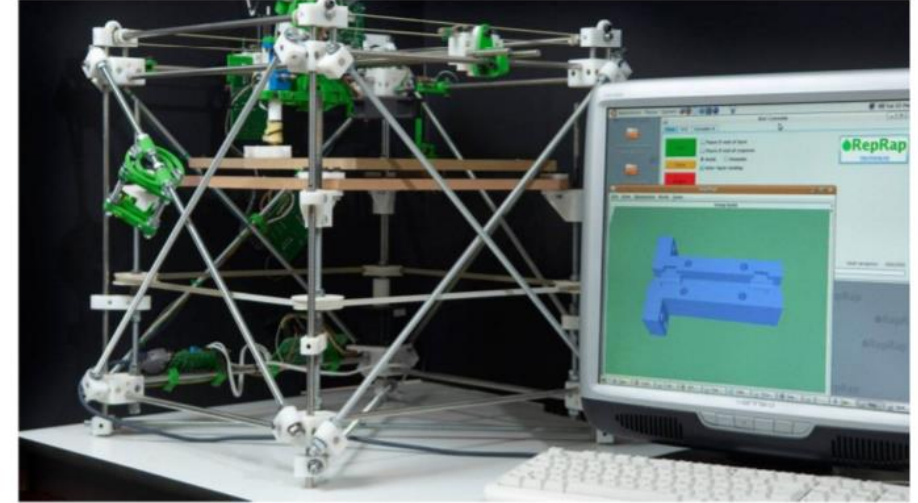
**En 1989**

- **S. Scott Crump**, junto a su mujer y cofundadora de **Stratasys**, **Lisa Crump** inventó y patentó la tecnología
  - **“Modelado por Deposición Fundida” (FDM)**
  - Esta técnica consiste en fundir un filamento de polímero y depositarlo sobre un sustrato, capa por capa, para crear un objeto 3D.
- 
- **FDM es una marca registrada de Stratasys**- por lo que muchos profesionales de la industria usan el término **FFF (Fabricación por Filamentos Fundidos)**.



## En 2005

- Las patentes tecnológicas de aditivos empezaron a expirar.
- En 2004, la Universidad de Bath (Inglaterra) lanzó el proyecto llamado **RepRap**, liderado por el profesor de ingeniería mecánica **Dr. Adrian Bowyer**.



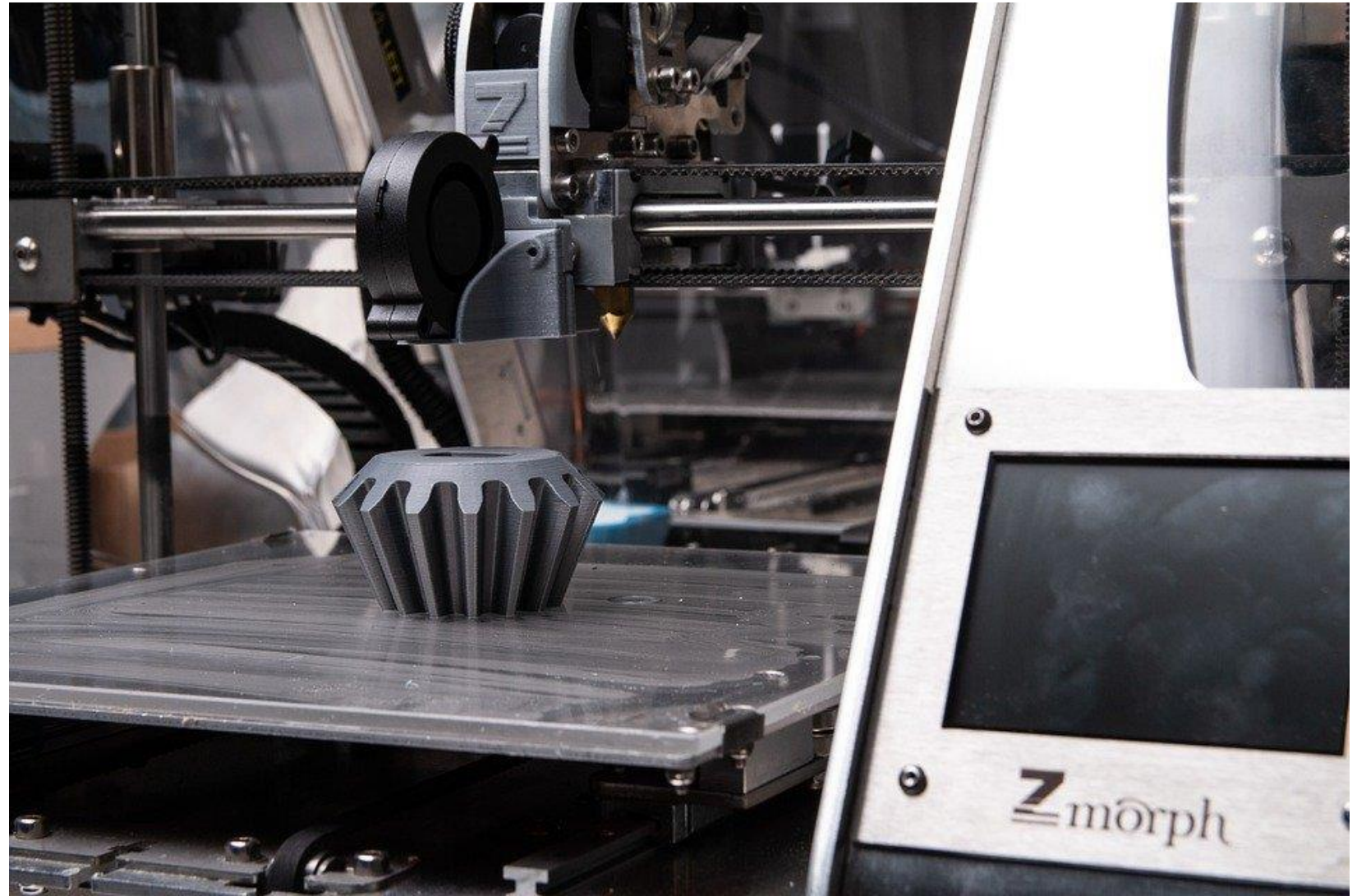
Fuente: <https://all3dp.com/history-of-the-reprap-project/>

- **RepRap** es un proyecto de código abierto que tiene como objetivo construir una impresora 3D que pueda imprimir la mayoría de sus propios componentes. La idea de era **democratizar la impresión 3D**.

La primera **impresora 3D de sobremesa** nació de este proyecto y ayudo a llevar la tecnología a un amplio grupo de usuarios y permitió el uso para la comercialización a pequeña escala, para la educación y el uso domestico, y las empresas de impresoras de bajo coste empezaron a emerger.



# Aplicaciones de la impresión 3D



# En la medicina y en la biotecnología

La **Bioimpresión** e ingeniería de tejidos, se destaca entre los logros más grandes en el campo de la medicina

## Un prototipo de **Bioprinter 3D**

Utiliza un método de impresión capa por capa depositando **bioenlaces o biomateriales**, para crear tejidos o estructuras en 3D.



Esta tecnología se está aplicando actualmente a la medicina regenerativa, para abordar la necesidad de tejidos y órganos para trasplantes.

# En la medicina y en la biotecnología



<https://www.youtube.com/watch?v=64-ujrKUxLc>



# Prótesis

Esta tecnología ha logrado que el diseño y la producción de prótesis sean increíblemente accesibles para aquellos que carecen de alguna extremidad.



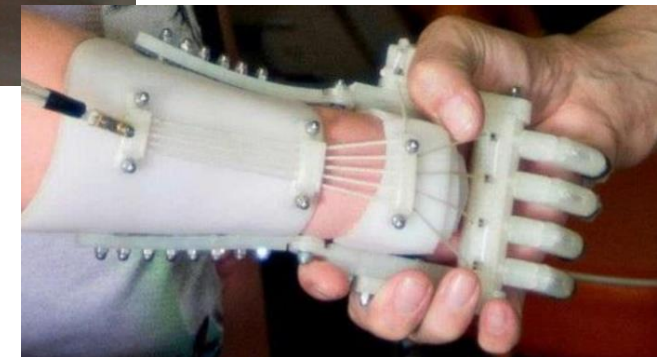
Parte del cuerpo impresa en 3D

Fuente: <http://weburbanist.com/2015/01/08/exo-prosthetics-light-cheap-custom-3d-printed-body-parts/>



Protesis impresa en 3D

Fuente: <http://weburbanist.com/2013/07/18/handicapable-3d-printed-flexible-casts-artificial-limbs/>



[http://fido.palermo.edu/servicios\\_dyc/blog/docentes/trabajos/24673\\_81494.pdf](http://fido.palermo.edu/servicios_dyc/blog/docentes/trabajos/24673_81494.pdf)

# En la industria automotriz

Primer auto impreso que funcionó, El Strati fue construido en 4 días, en este tiempo se dedicaron 44 horas a imprimirlo y dos días en ensamblarlo.

Los componentes impresos fueron: el chasis, la carrocería y el interior.





# En la arquitectura

**Para los arquitectos la impresión 3D ha facilitado y acelerado el desarrollo de las maquetas de sus diseños.**

**Una empresa china consiguió fabricar 10 casas en un sólo día. Las impresoras van creando capas de hormigón hasta conseguir la estructura deseada.**



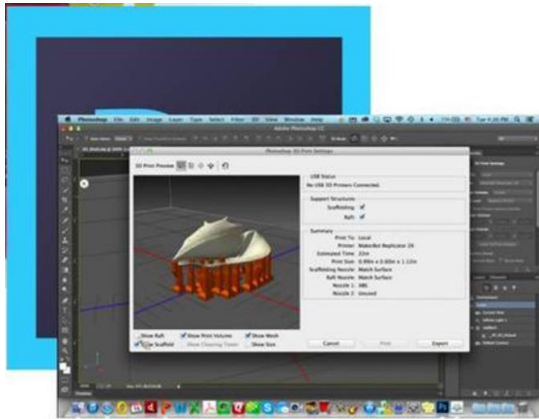
Fuente: <https://www.frendel.com/gallery-image/project-absolute-world/>



# En el arte, diseño y escultura

**Artistas y diseñadores usan la tecnología para crear diferentes obras de arte.**

**Abre dimensiones completamente nuevas en el diseño creativo que va más allá de los límites de la tecnología convencional**



Silla de diseño

Fuente: <https://www.voxeljet.com/industries/foundries/designer-furniture/>

# En la moda, joyería

Han penetrado en la industria de la moda, particularmente en el sector de la alta costura, para ofrecer más innovación en los diseños.



<https://impresiontresde.com/disenode-modas-futuro-impresion-3d/>



<https://tresde.pe/impresion-3d-en-la-industria-de-la-moda/>

<https://impresiontresde.com/disenode-modas-futuro-impresion-3d/>



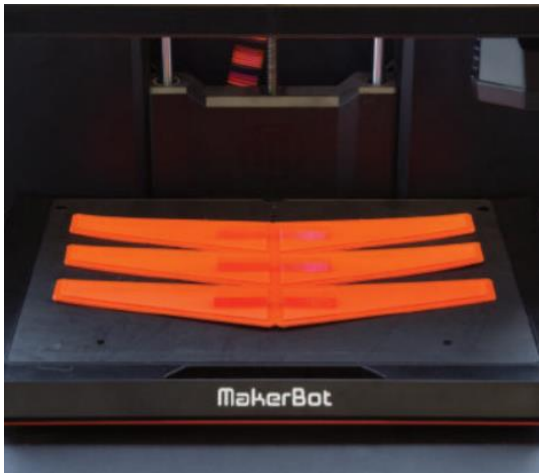
# En la educación

**Proporciona un método excelente para la visualización de la geometría e iniciativas de diseño en las escuelas.**

**También se usa en numerosas disciplinas de estudio con propósitos de investigación.**



## Materializar tus proyectos



# Peligros de la impresión 3D

## La impresión de armas

Es una pistola de mano de un solo tiro, cuyo primer diseño podía ser obtenido online.

Una firma de código libre diseñó el arma y lanzó los planos a Internet el 6 de mayo de 2013.

Los planos fueron descargados más de 100.000 veces en dos días



Pistola "The Liberator". Fuente: Defense Distributed

[http:// www.thepiratebay.com](http://www.thepiratebay.com)

## Copias de piezas importantes

Plagio de piezas con derecho de autor

# Tecnologías de impresión



# Tecnologías de Impresión

La impresión 3D estaba mayormente limitada al uso industrial hasta el 2009, su venta ha crecido desde entonces y se esperan muchas innovaciones en los próximos años.

En la actualidad no existe una técnica única de impresión, así como tampoco un único tipo de insumo de material.

## Carbon 3D

Es una tecnología cien veces más rápida y puede lograr partes extremadamente precisas.



# **Tecnologías de Impresión**

**Las técnicas de impresión más utilizadas**

- La Estereolitografía (SLA)**
- La Sinterización Selectiva por Láser (SLS)**
- La de Impresión por Deposición de Material Fundido (FDM)**

**La SLA y SLS se utilizan en la industria fabrican piezas muy precisas y de gran calidad.**

**Las FDM son las más populares y económicas, son las que están a nuestro alcance.**

# Impresoras 3d por Estereolitografía (SLA)

Esta técnica fue la primera en utilizarse.

La estereolitografía o SLA, también conocida como fabricación óptica, basa su funcionamiento en fotopolímeros en un estado líquido viscoso que son capaces de cambiar a un estado sólido mediante la exposición a la luz.

Sobre un recipiente lleno de este fotopolímero, situado encima de una plataforma, se ubica un láser que se va desplazando sobre el líquido siguiendo la forma del objeto a reproducir y consiguiendo que la resina pase de estado líquido a sólido.

Con este método se consiguen piezas de altísima calidad.



<https://www.youtube.com/watch?v=WffAVGcvePA>



# Impresoras 3d de Sinterización Selectiva por Láser (SLS)

También conocido en inglés como *Selective Laser Sintering* (SLS), esta tecnología se nutre del láser para imprimir los objetos en 3D.

Es otra técnica de prototipado rápido que fabrica las piezas por capas.

El material de base es un polvo, hecho de diferentes materiales.

El modo de generación de las piezas es muy similar al de la estereolitografía, solo que en lugar de una resina se utiliza este polvo como insumo.

Todo el material que no se utiliza se almacena en el mismo lugar donde inició la impresión.  
No se desperdicia nada.



*Tras la impresión, en la tecnología SLS hace falta una limpieza o post-procesamiento de las piezas*

<https://www.3dnatives.com/es/sinterizado-selectivo-por-laser-les-explicamos-todo/#!>

# **Impresión por Deposición de Material Fundido (FDM)**

**También conocida por FFF (Fabricación por Filamentos Fundidos) ya que el término FDM fue registrado por Stratasys.**

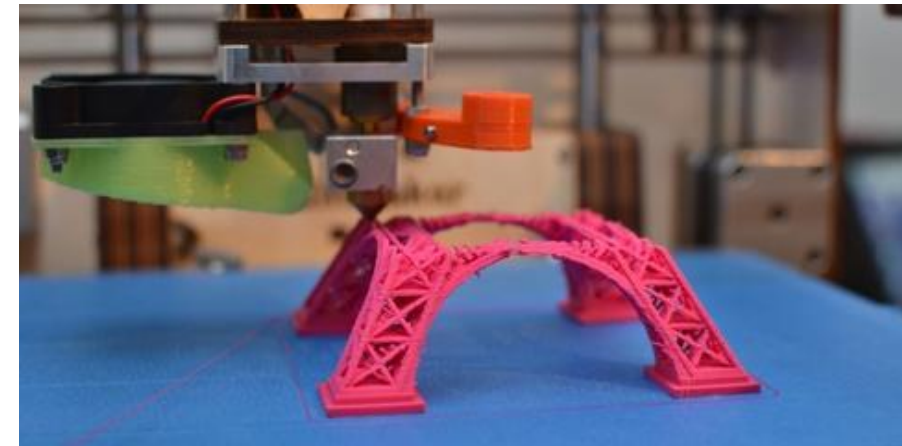
**La técnica aditiva del modelado por deposición fundida es una tecnología que consiste en depositar polímero fundido sobre una base plana, capa a capa.**

**El material, que inicialmente se encuentra en estado sólido almacenado en rollos, se funde y es expulsado por la boquilla en minúsculos hilos que se van solidificando, conforme van tomando la forma de cada capa.**

**Se suele utilizar para prototipos y producción de series cortas.**

**Es la tecnología mas popular y económica dentro de las impresoras 3D.**

**Y es la que hoy esta a nuestro alcance.**





# Impresión por deposición de material fundido (FDM)



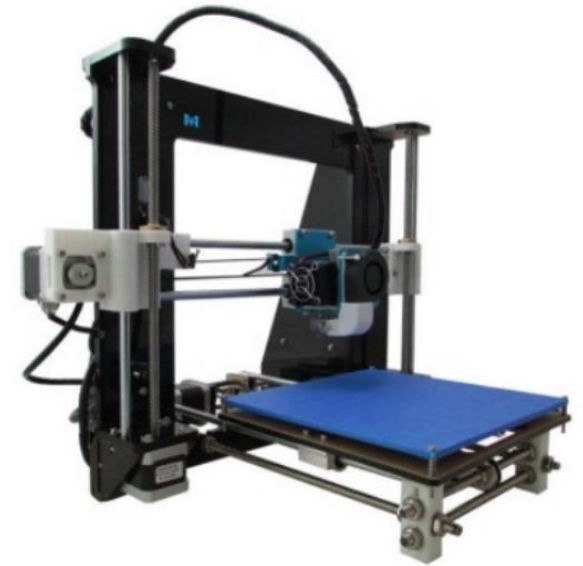
<https://www.youtube.com/watch?v=-aYFsLCtPMg&t=120s>

# Como funcionan las impresoras FDM tradicionales

Un filamento plástico es introducido en una boquilla o extrusor que cuenta con una resistencia que emite calor hasta llegar por encima de la temperatura de fusión del material.

El extrusor tiene además, un mecanismo que permite controlar el flujo de material que vierte.

Con la ayuda de motores y elementos mecánicos controlados electrónicamente, se producen los desplazamientos en los ejes X, Y, Z.

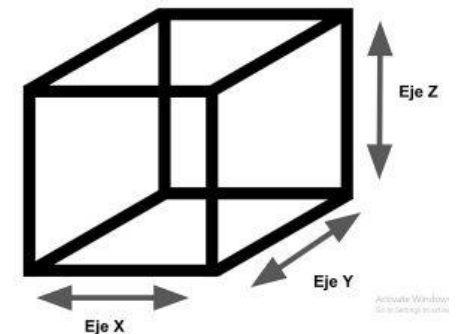


Se mueven de una forma ortogonal (es decir, en los ejes X,Y,Z)

El movimiento de uno de los ejes horizontales (digamos eje X) lo realiza el extrusor moviéndose sobre la barra de desplazamiento y se mueve de izquierda a derecha y viceversa.

El eje horizontal (digamos eje Y) es realizado por la cama caliente en la mayoría de los casos y se mueve de adelante hacia atrás y viceversa.

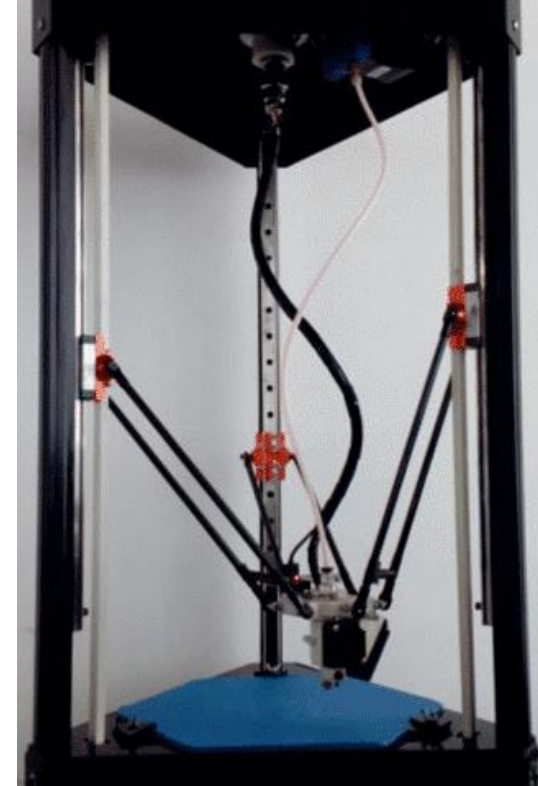
El eje vertical (Z) se logra elevando y bajando el extrusor a través de las varillas verticales.



# Diferentes tipos de impresoras 3D FDM



Cartesian (XYZ)



Delta

*Ambas impresoras 3D son del tipo FFF (Fabricación por Filamentos Fundidos) y pueden imprimir los mismos tipos de filamentos,  
Ambas trabajan en el eje cartesiano, sin embargo, **difieren en la forma de moverse en el espacio 3D de impresión***

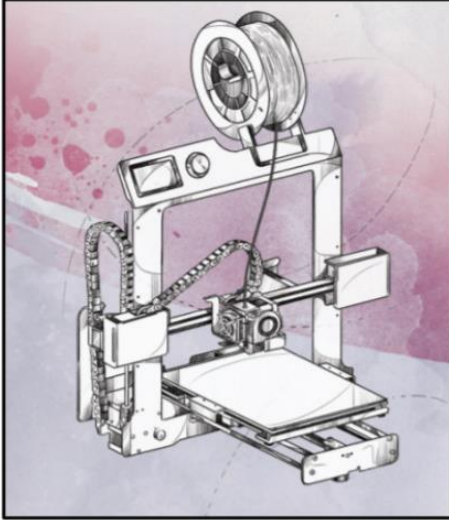
# Diferentes tipos de impresoras 3D FDM



<https://www.youtube.com/watch?v=-aYFsLCtPMg&t=120s>

# Impresoras 3D con tecnología FDM

Cartesiana



Delta



Fuente: <http://diwo.bq.com/impresoras-3d-cartesianas-vs-delta/>

## Impresoras Cartesianas

- Son mas fáciles de calibrar y de usar.
- Son mas pequeñas

### **Pero ...**

- Son menos precisas
- Incluyen una cama caliente y son mas lentas.

## Impresoras Delta

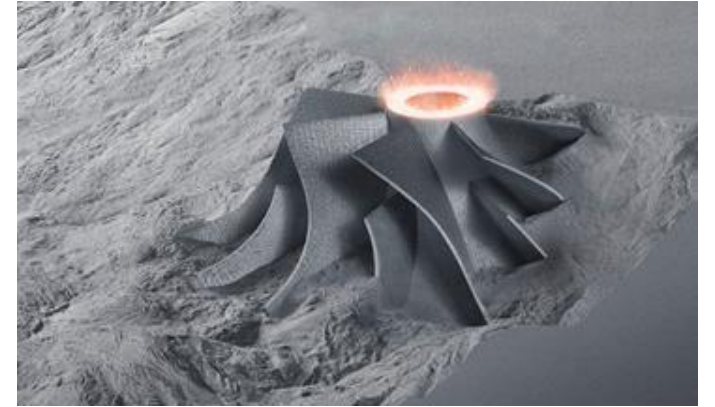
- Mayor velocidad de impresión y mayor precisión.

### **Pero ...**

- Son mas grandes
- La instalación inicial y calibración es más problemática (sin no es automática)
- Son mas susceptibles al atasco del material
- No son las mas optimas para material flexible.



# Materiales que utiliza la impresión 3D

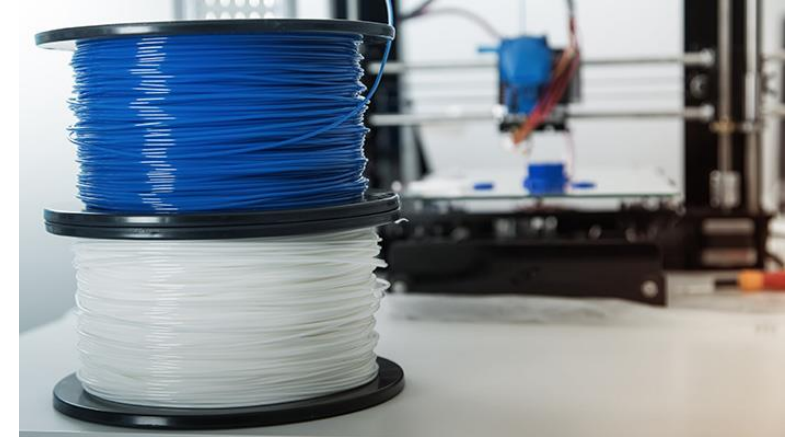


## ABS

Es un termoplástico derivado del petróleo muy común en todo tipo de productos, por ejemplo las piezas de LEGO.

Sus principales características son:

- **Resistencia al calor:** comienza a fundirse a partir de 190 °C. La temperatura de extrusión recomendada es de entre 220 y 250 °C. Temperatura de cama: 100 °C.
- **Rigidez:** el ABS es resistente y fuerte. Aun así, tiene cierta flexibilidad, lo que permite un buen acabado y lo vuelve apropiado para realizar encastrés.
- **Colores y opacidad:** variedad de colores e incluso alternativas transparentes.
- **Adecuado para:** productos o piezas que se sometan a altas temperaturas o que requieran tratamiento posterior (pintura, lijado, pulido, etcétera).



## PLA

Es la sigla, también en inglés, de **ácido poliláctico**, un plástico biodegradable derivado del almidón que está ganando popularidad en el mercado doméstico gracias a algunas características que lo diferencian del tradicional plástico ABS:

- **Emisión de olores:** no emite olores tan fuertes como el ABS, lo que lo hace ideal para espacios cerrados o poco ventilados.
- **Temperatura de cama:** alrededor de 60 °C. Se recomienda 70 °C para piezas finas.
- **Temperatura del extrusor:** 180-230 °C.
- **Ecológico:** el PLA es un plástico biodegradable.
- **Rapidez:** la impresión con este material es más rápida y consume hasta un treinta por ciento menos de electricidad que si se utiliza ABS (debido a su menor temperatura de fusión).
- **Resistencia al calor:** escasa, comienza a fundirse a partir de 60 °C.
- **Rigidez:** el PLA no tiene la flexibilidad del ABS. Sufre menos deformación en la impresión de piezas grandes, pero no se puede lijar o taladrar sin que se quiebre.
- **Colores y opacidad:** el PLA tiene una gama de colores más diversa que el ABS, existen variantes traslúcidas o que brillan en la oscuridad. Los colores son algo más apagados que en el plástico ABS.
- **Adecuado para:** todo tipo de productos o piezas, especialmente aquellas que requieran una gran dureza pero que no vayan a estar sometidas a altas temperaturas.





## PET

Tereftalato de polietileno, comúnmente usado en botellas y recipientes plásticos.

**Temperatura de impresión:** 210-220 °C

**Ventajas:** gran capacidad de cristalización, puede generar piezas transparentes, es fuerte y resistente a los impactos.

**Desventajas:** para que sea transparente hay que extruirlo a más de 245 °C, pero los extrusores comunes no funcionan correctamente a esa temperatura.



## ASA

El acrilonitrilo estireno acrilato (ASA) es un material que tiene propiedades similares al ABS, pero tiene una mayor resistencia a los rayos UV. Al igual que con el ABS, se recomienda imprimir el material con una plataforma de cama calentada para evitar deformaciones. Cuando se imprime con ASA, se utilizan configuraciones de impresión similares para el ABS, pero se debe tener especial cuidado al imprimir con una cámara cerrada debido a las emisiones de estireno.



## Nylon

Los objetos hechos de poliamidas (nylon) generalmente se crean a partir de un polvo fino, blanco y granular con **tecnología SLS**. Sin embargo, hay algunas variantes del material, como el nylon, que también están disponibles en los filamentos utilizados en el modelado por deposición fundida (FDM). Debido a su **biocompatibilidad**, las poliamidas se **pueden usar para crear partes que entran en contacto con alimentos** (excepto los alimentos que contienen alcohol).

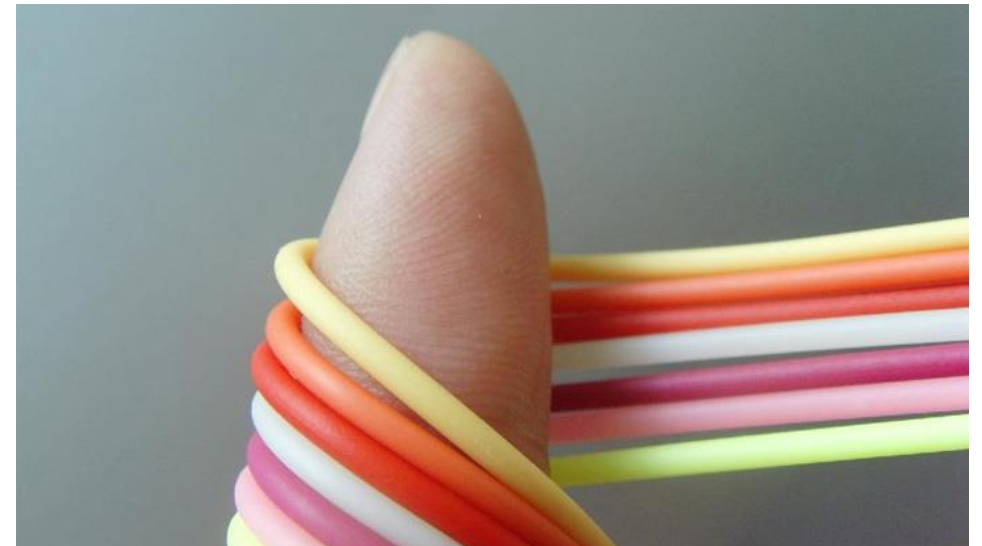


## Materiales flexibles

Son similares al PLA, pero generalmente están hechos de TPE o TPU.

**La ventaja de usar estos filamentos para la impresión 3D es que permiten la creación de objetos deformables**, ampliamente utilizados en la **industria de la moda**.

En general, estos filamentos flexibles tienen las mismas características de impresión que PLA, aunque vienen en una variedad de rangos en función de su rigidez. Vale la pena averiguar qué tipo de extrusora se adapta mejor al material para evitar atascos durante la impresión 3D.



## PETG

El PETG, o poliéster glicolizado, es un termoplástico ampliamente utilizado en el mercado de fabricación aditiva, que combina la simplicidad de la impresión 3D con PLA y la resistencia del ABS. Es un **plástico amorfo, que puede ser 100% reciclado**.



## Policarbonato (PC)

El policarbonato, o PC, es un material de **alta resistencia** diseñado para aplicaciones de ingeniería. El material tiene **buena resistencia a la temperatura** y es capaz de **resistir cualquier deformación física** de hasta 150°C.

Sin embargo, el PC es propenso a absorber la humedad del aire, lo que puede afectar al rendimiento y resistencia durante la impresión. Por lo tanto, el PC debe almacenarse en contenedores herméticos.



## Polímeros de alto rendimiento (PEEK, PEKK, ULTEM)

Polímeros de alto rendimiento como PEEK, PEKK o ULTEM

Estos filamentos tienen una **resistencia mecánica y térmica muy alta**, son muy fuertes y al mismo tiempo mucho **más ligeros que algunos metales**. Estas propiedades los hacen muy atractivos en los **sectores aeroespacial, automotriz y médico**.

La impresora 3D debe tener una placa calefactora capaz de alcanzar al menos 230°C, una extrusión a 350°C y una cámara cerrada.

**Actualmente, alrededor del 65% de estos materiales están impresos con tecnología FDM.**



## Polipropileno (PP)

El polipropileno es otro termoplástico ampliamente **utilizado en el sector automotriz, el sector textil profesional** y en la fabricación de cientos de objetos cotidianos. El PP es conocido por **su resistencia a la abrasión** y su **capacidad para absorber golpes**, así como por su relativa rigidez y flexibilidad.





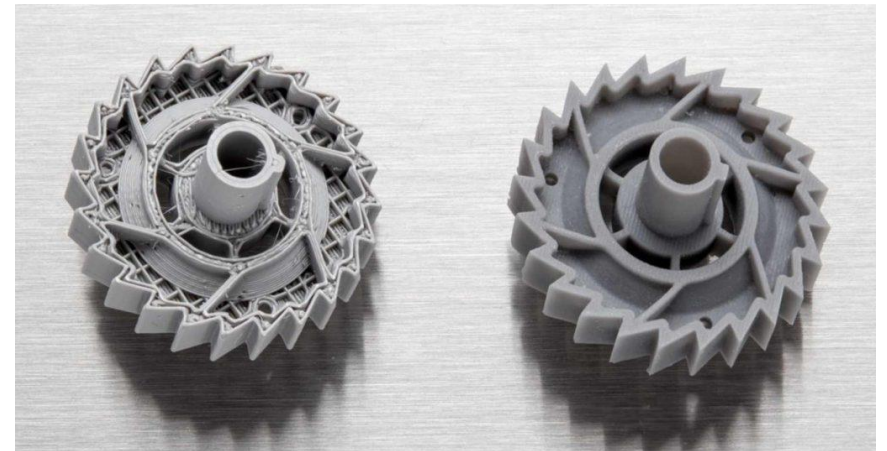
## Resinas (para impresión 3D basada en fotopolimerización)

Las tecnologías de impresión 3D basadas en fotopolimerización utilizan **resinas sensibles a los rayos UV** para crear objetos capa por capa. En otras palabras, utilizan una fuente de luz como un láser o una pantalla LCD para solidificar un fotopolímero líquido.

Las **tecnologías incluyen SLA**, DLP e incluso Material Jetting (PolyJet).

La creación de piezas con resinas da como resultado un alto nivel de **detalle y objetos de superficie lisa**, sin embargo, el rango de color sigue siendo bastante limitado con este proceso.

Lo que diferencia a las resinas de los filamentos FDM es que es imposible mezclar resinas para obtener resultados diferentes con bastante facilidad.



FDM (izquierda) vs SLA (derecha).

## Materiales que utiliza la impresión 3D



<https://www.youtube.com/watch?v=-aYFsLCtPMg&t=120s>

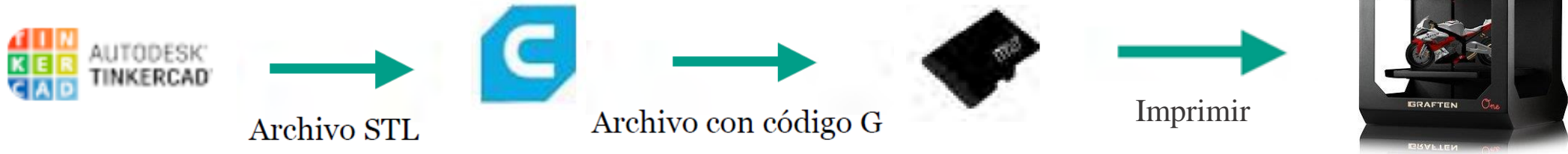


# Pasos de la tecnología de impresión 3D



# Pasos para imprimir un objeto en 3D

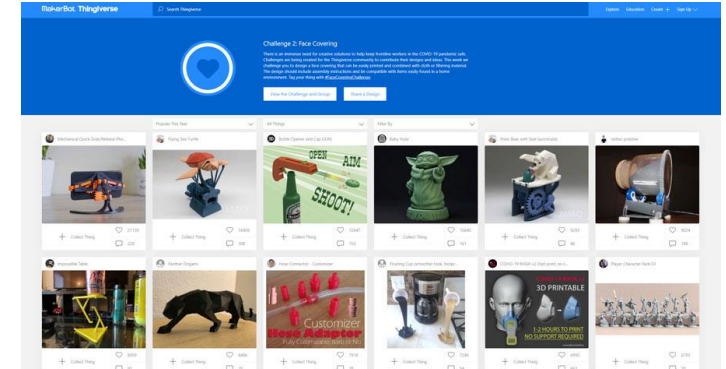
1. Obtener el archivo del modelo 3D
2. Laminamos o convertimos a capas digitalmente.
3. Traducimos al G-Code (el idioma de la impresora 3D).
4. Y finalmente lo imprimimos en 3D.



## Obtener el archivo del modelo 3D

## Descargar un diseño de un sitio web

Existen repositorios o bancos de piezas de **gente que sube sus diseños de forma gratuita** para que tú puedas imprimir todo lo que te imagines, desde un macetero con la cabeza de Yoga, hasta un brazo robótico funcional completo.



## Diseñarlo

El primer paso es crear un diseño en 3D. Así como documentos de texto word, o JPEG de imágenes, los archivos de diseños 3D también tiene un formato, este formato es el de [STL](#) que significa "Standard Triangle Language". Para crear un diseño se necesita un CAD, es decir, software para crear diseños en computadora ([CAD significa Computer Aided Design](#))

<https://tinkercad.com>

<https://autodesk.com/products/fusion-360>

<https://blender.org>

# Escanear 3D

Es una herramienta de suma utilidad en espacios de fabricación digital. Permite captar la forma física (en tres dimensiones) de un objeto y generar un modelo digital del mismo, que luego puede ser intervenido y adaptado para su materialización, por ejemplo, en una impresora 3D.

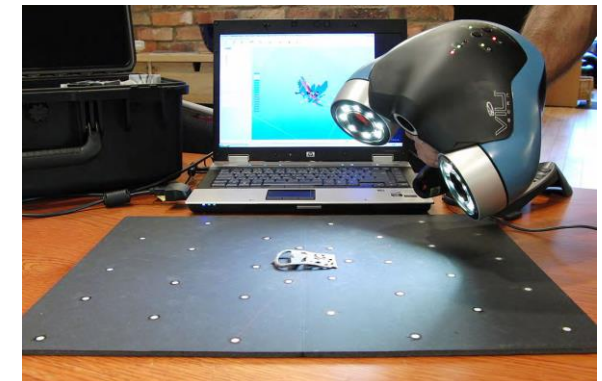


Imagen 2. Escáner 3D capturando la forma de una pieza  
<http://eprints.rclis.org/33571/1/Libro-impresion3D-unipe.pdf>