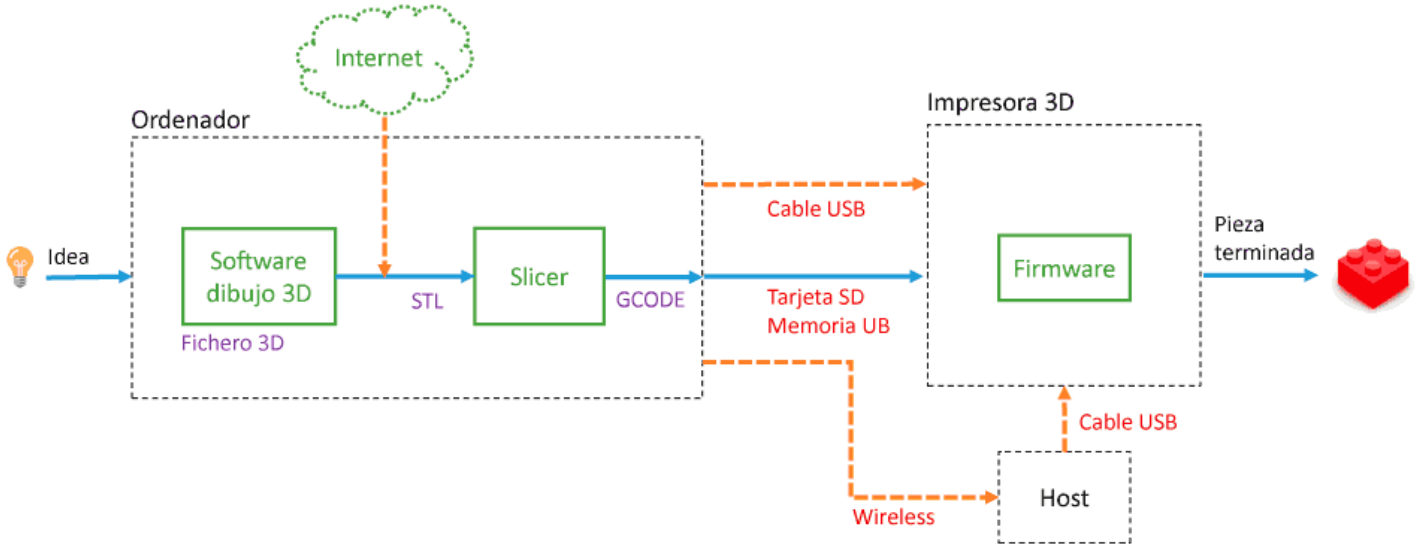
El curso de Impresora 3D
Contenidos:

1. **Tecnologías de impresión 3D. Nociones básicas sobre la impresión 3D.**
2. **Tipos de impresoras 3D**
3. **Impresoras 3D por extrusión: FFF. Estructura de una impresora 3D FFF. El Extrusor**
4. **Materiales termoplásticos para impresión 3D.(Tipos de filamento para FFF o FDM)**
5. **Programas de diseño 3D.**
6. **Software de impresión 3D. Cura, Repetier, Slicer**

1.- Tecnologías de impresión 3D. Nociones básicas sobre la impresión 3D

Etapas en el proceso de fabricación de piezas en la impresora 3D

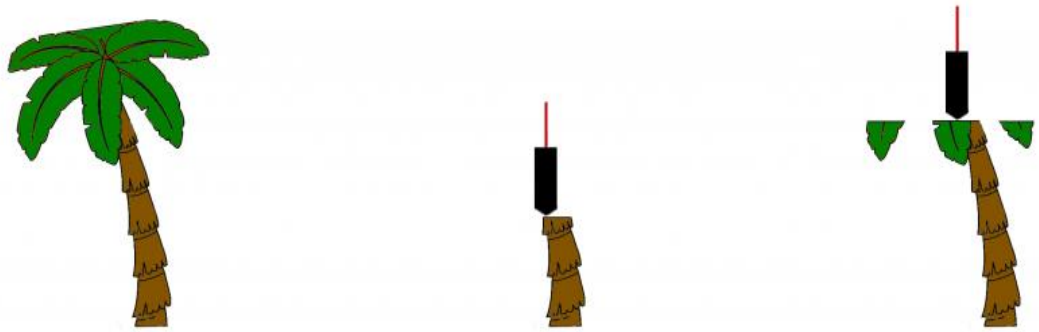


Impresión 3D: Primeros conceptos

- La impresión 3D es una tecnología que permite fabricar objetos **tridimensionales**. La gran ventaja que ofrece utilizar impresoras 3D es poder fabricar **objetos únicos** a un coste "más bajo" y de una forma "más rápida".

Existen muchos tipos de formas de imprimir en 3D, pero todas las impresoras utilizan del mismo principio. Se parte de un diseño CAD o **diseño por ordenador** que se **divide en capas** o láminas **horizontales**. La impresora "imprime" una capa y luego repite el proceso encima de la capa anterior, así sucesivamente hasta crear un objeto. La impresión 3D va a ir apilando capas una encima de la otra pero de forma automática.

- **Las limitaciones, estructuras de soporte**



- Existe un problema al crear un objeto por capas. Siempre hay que **depositar** material encima de algo, no se puede imprimir al aire. Si se imprime una palmera como la imagen anterior pasa lo siguiente: Llega un punto donde la impresora tiene que imprimir las hojas de palmera. Estas hojas no tienen **punto de apoyo** porque están colgando boca abajo. Para poder imprimir esta palmera la impresora tiene que poder dejar material **flotando en el aire**. Para poder imprimir objetos que tengan partes en **voladizo** podemos:
    - Añadir **estructuras de soporte**. Se diseña una especie de andamio que sujete las partes en voladizo. Los programas que se utilizan para hacer capas lo hacen de forma automática. El **inconveniente** es que añades material al proceso y esto hace que se tarde **más tiempo en imprimir**. Otro inconveniente es que luego hay que **quitar estos soportes** y pueden estar en sitios inaccesibles o dejar marcas en el objeto.
    - **Orientar el objeto** de la mejor forma posible. Es decir, colocar la pieza de forma que todas las capas siempre tengan apoyo y sea más fácil para imprimir. Para evitar añadir soportes se puede **dividir el objeto** en partes y unirlas una vez impresas.

Glosario Básico para Impresora Lion 3D

- **Panel de Control LCD**: es el panel lumínico de color azul en el que se muestran y controlan los estados y momentos de funcionamiento de la LION PRO 3D.
- **Ranura Micro SD o USB**: la ranura para introducir la tarjeta MicroSD o el pendrive donde se cargan los archivos G-CODE.
- **Toma de alimentación**: para conectar a la red eléctrica con el cable de alimentación de tu LION PRO 3D.
- **Interruptor de encendido y apagado**: para poner en marcha la máquina es necesario activar el botón de color rojo en la parte posterior de la impresora.
- **Luz interior**: La luz de nuestra impresora se activa y desactiva en el menú de la pantalla LCD: Control > Encender/Apagar Luz.
- **Extrusor**: mecanismo por el cual se alimenta el filamento hacia el 'hot end' que lo calienta para extruirlo en un fino hilo que compone la pieza. La boquilla final de la impresión en 3D también se denomina 'Nozzle', Por defecto lleva instalada una boquilla de 0.4mm
- **Hot End**: fusor que es la parte final del extrusor donde se reduce el hilo de plástico de milímetros a micras al calentarlo a cientos de grados. Hay que tener cuidado y evitar tocarlo mientras esté en funcionamiento. El fusor instalado es el modelo Leonozzle V2.
- **Filamento**: material similar a un espaguetti de plástico de 1,75 milí-metros de circunferencia. En el caso de la LION PRO 3D puede ser PLA, ABS y otro tipo de filamentos que deben tener el visto bueno técnico de LEON3D para evitar problemas indeseados que pudieran bloquear el extrusor.
- **Tubo Bowden**: tubo de plástico PTFE en la parte superior de tu impresora que guía el material plástico de la bobina para alimentar con regularidad el 'hot end' y así conseguir una velocidad precisa y constante de impresión.
- **Bobina de filamento**: carrete de materiales de filamentos plástico, la mayoría de las veces de un kilogramo de peso.
- **Soporte de bobina**: pieza de plástico que se encaja en la parte de atrás de la impresora para sostener las bobinas de filamento

2.- TIPOS DE IMPRESORAS 3D

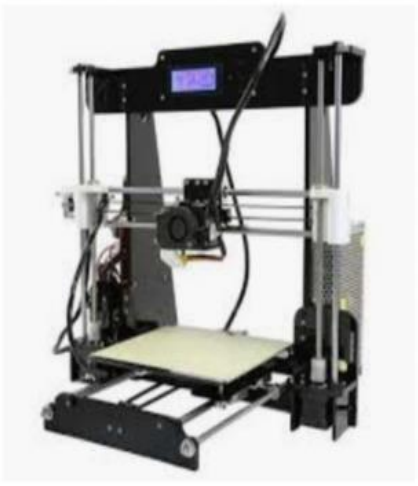
Técnicas de prototipado

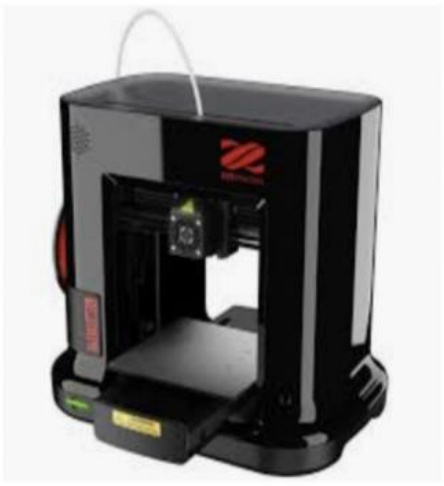
Son procesos utilizados para fabricar artículos de plástico, metal o cerámica.
Según la técnica realizada las impresoras podrían clasificarse en los siguientes tipos de impresoras:

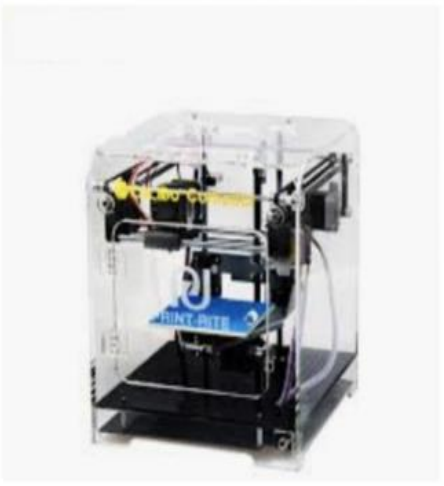
a) **Fabricación de filamento fusionado (FFF): Extrusión** (Deposición de materia)
b) **Estereolitografía (SLA): Resina** (Fotopolimeración)
c) **Sinterización selectiva del láser (ELS): Polvo** (Powder)
d) **Mecanizado a alta velocidad: tornos, fresadora**

a).- Extrusión

La impresoras por extrusión son las **más comunes** y son conocidas en la comunidad de impresión 3D como FFF, fabricación por filamento fundido o FDM, modelado por deposición fundida. El funcionamiento es muy sencillo, una boquilla saca material para ir creando las capas.

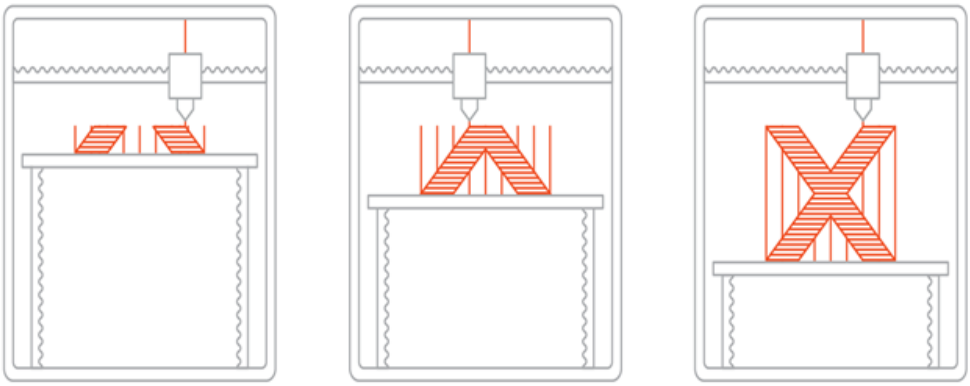






Las impresoras FFF funcionan con todo tipo de **termoplásticos**, plásticos que después de fundir vuelven a endurecerse. Se utilizan rollos de **filamento** o **bobinas**.

La **resolución** viene dada por distintos factores. La **precisión de los movimientos** que puede realizar la impresora y el **grosor del trazo** que puede realizar (0,4mm). En la precisión de los movimientos se diferencia entre la **altura mínima de capa** (0,006mm) y los **ejes X e Y** (0,02mm).



https://www.youtube.com/watch?v=j-bdT4qYvOM

Estereolitografía (SLA): Resina

Las impresoras que funcionan a base de resina para crear las capas utilizan **resina fotosensible**. Esta resina se cura (endurece) con un tipo de luz determinada, normalmente ultravioleta. En vez de ir depositando material para hacer las capas, se emite luz sobre la resina para "endurecerla". Existen tres tipos de impresoras: **SLA, DLP y CDLP**.
Estas resinas permiten dar **mayor precisión**. Los consumibles son un poco más caros que en las impresoras FFF.

La **resolución** viene dada por distintos factores. La **precisión del movimiento del ejez Z** y el **grosor del trazo** que puede realizar.

https://www.youtube.com/watch?v=iVZVR-wz8bs

Sinterización selectiva del láser (ELS): Polvo

Las impresoras que funcionan a base de polvo se utilizan en el **sector industrial**, funcionan de forma parecida a las de resina, pero en vez de curar resina "fusionan" el **polvo** ("Powder") para hacer las capas.

	FFF	RESINA	POWDER
Precio Impresora	**500-10.000 €**	1.000-20.000 €	40.000-250.000 €
Precio Material	**15-100 €/kg**	40 – 600 €/kg	40 – 10.000 €/kg
Tipo Material	Termoplásticos (PLA, ABS, Nylon, Flexible, Laywood…)	Fotopolímeros (Duros, flexibles, calcinables, biocompatibles)	Aleaciones **(Metales)**, plásticos, ceras, yesos, cerámicas
Combinación de materiales	Sí	No	Sí (PolyJet) No (otros)
Colores	Sí/No	No	Sí
Necesidad de Soportes	Sí	Sí	**No**
Resolución (X/Y)	0,4 mm	**0,025 mm**	0,05 mm
Volumen de impresión *	20x20x20 cm Medio	15 x10 x 20 cm Pequeño	**60 x 60 x80 cm** **Grande**
Velocidad media	Lenta	**Rápida**	Media-Rápida
Sector	• Personal • Pyme • Industrial	• Personal • Pyme • Industrial	• Industrial

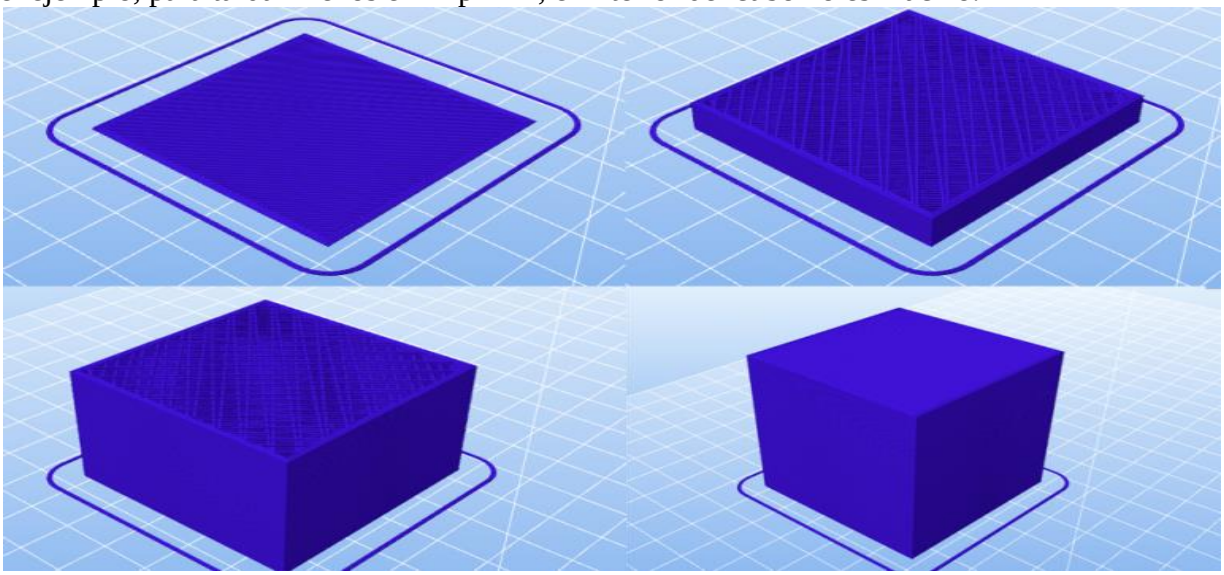
Otros: Técnicas sustractivas

El Mecanizado de Alta Velocidad es el método en el que una máquina de control numérico genera automáticamente el programa de control de alta velocidad a partir de archivos CAD. Para realizar la pieza se parte de una preforma, a la que se va eliminando el material sobrante con una herramienta de mecanizado, por sucesivas pasadas, hasta generar la pieza final.
Es una técnica barata y rápida, que permite buenos acabados superficiales.
https://www.youtube.com/watch?v=uWyLbXDHnvI

3.- IMPRESORAS 3D POR EXTRUSIÓN: FFF

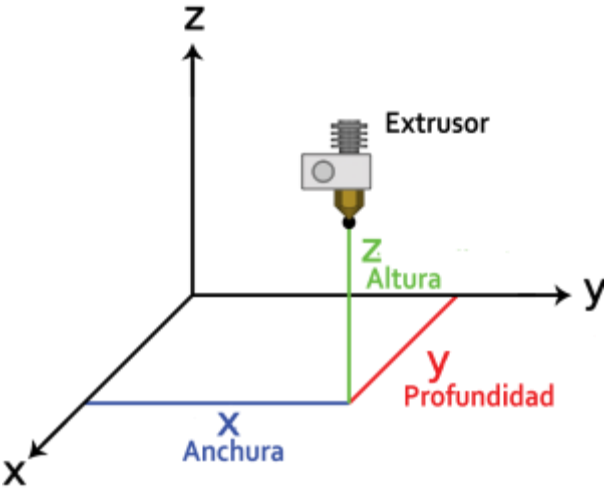
https://www.youtube.com/watch?time_continue=1&v=FqQAjkZOBeY&feature=emb_logo

Tienes un **diseño 3D** de un **cubo**. La impresora necesita tener el objeto dividido en capas o **laminado**. Una vez laminado, la impresora irá "pintando" **capa a capa**, una encima de la otra hasta completar el objeto. La primera capa que pinta es un cuadrado relleno. Luego va pintando cuadrados uno encima del otro hasta hacer un cubo. En el ejemplo, para tardar menos en imprimir, el interior del cubo no es macizo.



Estructura de una impresora 3D FFF

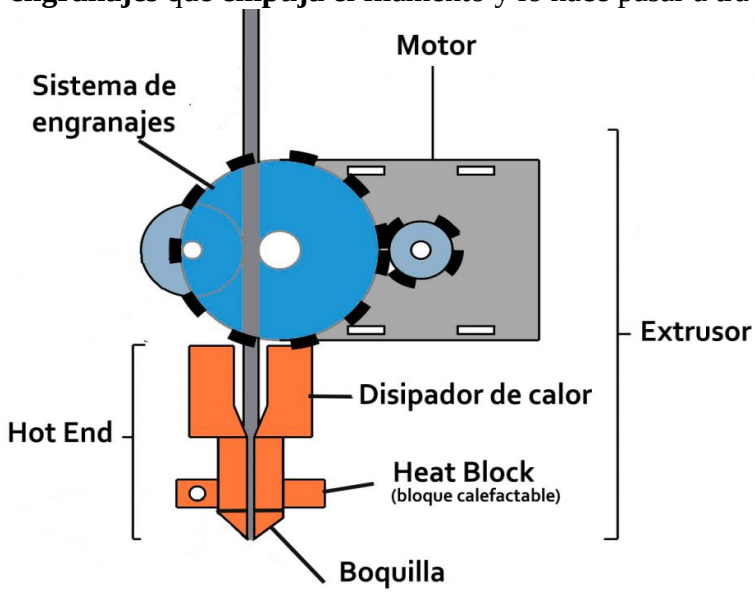
Una impresora 3D es un sistema móvil que cumple unas ciertas características. El **extrusor** siempre está **orientado hacia abajo** y se puede mover respecto a la superficie de impresión en los **tres ejes** (3 dimensiones).



Para poder mover el extrusor se puede hacer de varias maneras. Se puede utilizar **movimientos lineales**, uno para cada eje. También **movimientos rotatorios** o la combinación de movimientos lineales con rotatorios.

IMPRESORAS FFF: EL EXTRUSOR

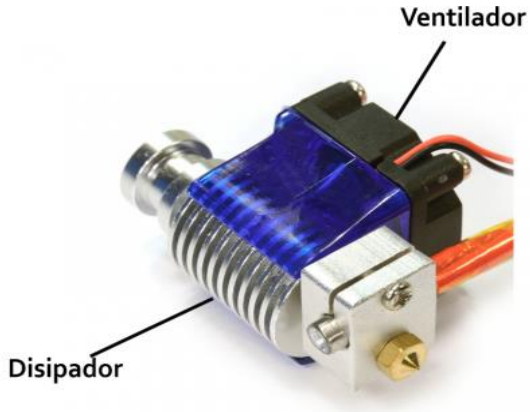
El extrusor es el "pincel" de la impresora 3D. Se pueden diferenciar dos partes. Una **boquilla** que se **calienta** conocida como *hot end*, encargada de calentar el material. Y otra parte compuesta por un sistema de **engranajes** que **empuja** el filamento y lo hace pasar a través del nozzle.

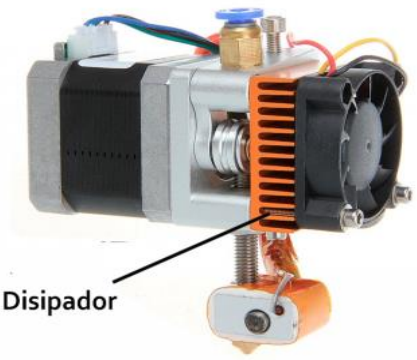


Hot End

Parte del extrusor encargada de calentar el filamento. Está compuesto por los siguientes elementos:

a) **Disipador o "Heat Sink":** Un disipador es un instrumento que se utiliza para **bajar la temperatura** de algunos componentes. En el extrusor, los disipadores suelen ir acompañados de un **ventilador**. Si el calor sube, hace que el filamento sea más blando por la parte de arriba. Al calentarse por la parte de arriba, al intentar empujar el filamento es más difícil y puede dar problemas de impresión.





Barrita térmica o “Barrel”

Está barrita térmica tiene la función de **guiar el filamento** hasta la punta. Hace de unión entre el Heat Block y el sistema de empuje del filamento. Hay versiones para filamento de **1.75mm** y de **3mm**.
Algunos utilizan un tubo de **teflón** (PTFE) para mejorar el deslizamiento del filamento. Si se utilizan materiales que necesitan mucha temperatura puede dar problemas, ya que el teflón empieza a fundirse a los 270ºC.

Bloque calentador o “Heat Block”

El bloque calentador es la parte encargada de **calentar** y **mantener** el calor. Hace de unión entre la boquilla y la barrita térmica. Para calentar este bloque se utiliza una **resistencia** electrónica. Para saber a qué temperatura está el bloque se utiliza un **sensor de temperatura**. Por lo tanto el bloque tiene orificios para insertar tanto la resistencia como el sensor de temperatura.

Lo más común es que sea de **aluminio** aunque se pueden encontrar de otros materiales. Cada material tiene un coeficiente de disipación térmica. Es decir, cada material tiene la propiedad de **mantener el calor**. Si un material mantiene mejor el calor, será más fácil de estabilizar a una temperatura determinada. Sin embargo hará falta más tiempo para llegar a esta temperatura.

Boquilla o “Nozzle”

La boquilla da el **diámetro** con que se va a extruir el material. Si se habla en términos de pintura, viene a representar el pincel con que se pintan las capas. Hay que diferenciar boquillas para filamento de **1.75mm** y para **3mm**. Las boquillas suelen ser de **latón**.

IMPRESORAS DELTA
https://www.youtube.com/watch?v=TPVZAOITTnA

Impresoras FFF: LA SUPERFICIE DE IMPRESIÓN

La impresión 3D se hace capa sobre capa. La **primera capa** es la más **importante** ya que todo el objeto se va a construir sobre esta. Tener una superficie de impresión que no tenga **adherencia** puede ser un gran problema. Lo más común es calefactar la superficie, con una **cama caliente**, para añadir adherencia. Muchos **materiales** necesitan una cama caliente para poderse pegar a la superficie.

La primera condición que debe cumplir una superficie de impresión 3D es que debe ser lo más **plana** posible. Si la superficie no es plana habrá zonas donde el extrusor choque con la superficie y otras zonas donde el extrusor quede muy elevado.

Calibrar la superficie es asegurarse de que el plano que forma la superficie es completamente paralelo a los movimientos del eje X e Y. Calibrar la impresora es un tema bastante importante y se puede ver en el próximo tutorial:

La cama caliente

4.- MATERIALES TERMOPLÁSTICOS PARA IMPRESIÓN 3D.(TIPOS DE FILAMENTO PARA FFF O FDM)

Filamento para impresoras 3D: tipos y características

El filamento es el material de aporte con el que se realizan las piezas y figuras.

TIPOS DE FILAMENTOS PARA IMPRESORAS 3D

filamentos para impresoras 3D pueden estar hechos de diversos materiales con distintos comportamientos y características.

1.- Filamento PLA: El **PLA** o poliácido láctico es, sin duda, alguna, el material más empleado actualmente en los **filamentos para impresión 3D**. Se trata de un material con un origen natural (su principal materia prima es el maíz) y que es **biodegradable**. Entre sus cualidades destacan el ser un material reciclable, muy estable y que resulta **fácil de imprimir**, sobre todo para usuarios principiantes. Otra de las grandes ventajas del PLA es que **no se necesita emplear cama caliente** para su impresión. La temperatura del extrusor debe rondar los 200º, dependiendo de la impresora. Por contra, el filamento PLA tiene **menor resistencia térmica y mecánica** que otros materiales de impresión 3D. Esto hace que se pueda deformar a partir de temperaturas de 60ºC y que no resulte apto para realizar cortes o perforaciones.

2.- Filamento ABS: El segundo material más utilizado el **filamento ABS** (Acrilonitrilo Butadieno Estireno). Se trata de un material **más robusto que el PLA y más resistente al mecanizado**, por lo que se le pueden hacer cortes y perforaciones. También es uno de los plásticos más resistentes a las altas temperaturas. Sin embargo, el ABS también resulta un material más complejo que el PLA y que puede dar más problemas durante la impresión. Es necesario tener una **cama calentada a unos 60ºC-80ºC** y la temperatura del extrusor debe ser superior a la del PLA (unos 235ºC).

3.- Filamento flexible: Los más habituales son el **TPE y TPU**. Estos materiales están compuestos en base a elástómeros que les confieren una gran **elasticidad**.

4.- Filamento de fibra de carbono: se emplea como material de apoyo para filamentos PLA, ABS,

5.- Filamento el tereftalato de polietileno (PET) (PETG) (PETT)

6.- Filamento de nylon o poliamida: Características flexibilidad, resistencia o duración, las piezas se pueden volver a calentar y deformar una vez impresas, sin que el nylon pierda ninguna de sus propiedades originales. Es necesario que la boquilla esté a unos 250º y que la cama esté precalentada a unos 80º

7.- Filamento de cera: Se suele emplear como **molde para fabricar objetos de metal** en sectores como la joyería. Gracias a un proceso denominado **fundición a la cera perdida** se obtiene un molde de cera que se derrite al ser calentada en un horno.

8.- Glow-In-The-Dark (Ácido poliláctico): Es una variante del filamento PLA. Este tipo de filamento para impresión 3D se caracteriza por absorber la luz y **brillar en la oscuridad** durante largo tiempo. Es el que conocemos como filamento fosforescente, ideal para figuras o decoraciones de carnaval o Halloween.

9.- Filamento conductivo: Pueden soportar pequeñas **cargas eléctricas** y que, por tanto, suelen ser usados para la construcción de circuitos electrónicos.

10.- Filamento Laywood: Esta compuesto por **madera reciclada**, a la cual se le añade un polímero de unión.

11.- Filamento LayCeramic: emplea la arcilla para crear objetos de cerámica, por lo que es ideal para la **impresión 3D de platos, tazas o figuras**.

5.- Programa de diseño dibujo 3D

Frecuentemente usaremos un programa de CAD (por así decirlo, la rama más "técnica" del dibujo en 3D), pero hay otras alternativas como el modelado de mallas o las herramientas de esculpido.
Dentro de los programas de CAD, como decimos el tipo de programa más empleado para dibujar tu idea, tenemos muchas alternativas comerciales (SolidWorks, Catia, Autocad e Inventor), . Tienen un elevado coste para el usuario y requieren de un aprendizaje largo y costoso, pero permiten crear piezas de alta calidad

Existen programas gratuitos para uso educativo como puede ser:

- **FreeCad** (http://www.freecadweb.org): un programa de modelado paramétrico en software libre que además tiene la opción de convertir diseños a OpenScad.
- **OpenScad** (http://www.openscad.org): este programa debe de disponer de ciertos conocimientos de programación para poder utilizarlo, ya que para el diseño de piezas se utiliza un lenguaje de programación.
- **Tinkercad** (http://www.tinkercad.org): Es un programa que funciona a través de internet, el aprendizaje es muy sencillo ya que parte de formas geométricas sencillas que uniéndolas obtienes otras más complejas y te permite exportar el dibujo a varios formatos, en especial '.stl'.
- **Sketch Up** (http://www.sketchup.com/es): Es un programa sencillo de utilizar y gratuito que te permite hacer una gran variedad de cosas. También tiene la opción de exportar a '.stl'.

Estos programas, a pesar de las limitaciones que presentan comparados con los anteriormente mencionados, son más sencillos de utilizar y sugerimos como primera acercamiento al mundo del modelado. En las propias páginas web existen diversos tutoriales que pueden ayudar a aprender de manera rápida el funcionamiento del software

DESCARGA de MODELOS desde INTERNET

- Mediateca de EDUCAMADRID (http://mediateca.educa.madrid.org)
- Thingiverse (https://www.thingiverse.com)
- Rascomras (http://www.rascomras.com)
- Shape Do (http://www.shapedo.com)
- Buscador Yobi3D (http://www.yobi3d.com)

Exportar a STL

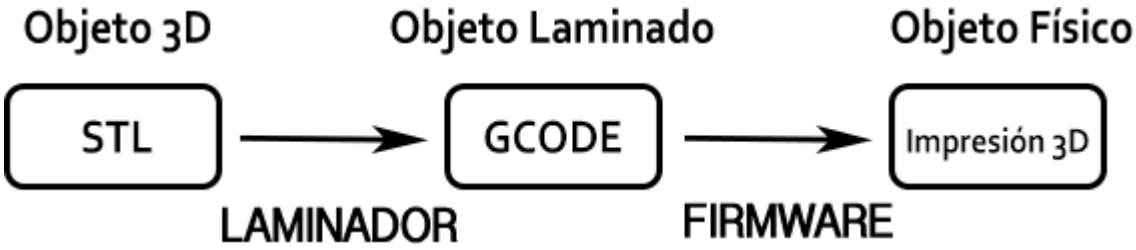
El formato común que de forma mayoritaria **vamos a usar es STL** (Standard Triangle Language) creado por la empresa 3D Systems para la industrial del prototipado rápido.
Como su nombre indica el formato STL **guarda mallas triangulares**. Pero los programas de CAD normalmente trabajan con curvas y superficies representados matemáticamente, con una precisión (casi) infinita.
Por tanto, durante la exportación, el software de CAD debe **convertir estas curvas y superficies perfectas en polígonos y triángulos**.

6.- SOFTWARE DE IMPRESIÓN 3D. CURA, REPETIER, SLICER. IMPRESORAS FFF: EL SOFTWARE

Cuando se hablan de programas o de software para impresión 3D hay que diferenciarlos por utilidad. Primero encontramos los programas de **diseño 3D**. Estos programas permiten crear y modificar un archivo para poder imprimirlo. Saber diseñar en 3D no es esencial para imprimir ya que existen bases de datos con archivos 3D. Pero la esencia de la impresión 3D es hacer piezas únicas y a medida, así que saber diseñar se podría decir es muy importante. Programas exclusivamente de la impresora se pueden diferenciar dos tipos: **firmware** y **laminador**.

Firmware

El firmware **es el software que ejecuta la electrónica de tu impresora 3D**, la "inteligencia" de tu impresora.
El firmware coge el GCode y se encarga de ejecutar las acciones que aparecen en él.
El firmware **controla todos los componentes de la impresora 3D**. Pero, además, puede realizar modificaciones como limitar la velocidad o la aceleración del cabezal



Los **archivos 3D** que se utilizan son formato **STL**. Estos archivos 3D se **transforman** en **GCODE** a través del **laminador**. El archivo **GCODE** lo interpreta la impresora gracias al **firmware**. Es decir, las impresoras utilizan archivos GCODE para trabajar.

A nivel de open source (código abierto) *Marlin* y *Repetier Firmware*.

Marlin

Repetier

En el firmware se guardan las características de la impresora. Qué tipo de movimiento tienen (es cartesiana, delta,…). Que dimensiones tiene la superficie de impresión. Si tiene cama caliente o fría. Se configuran los pasos que necesitan los motores. Incluso qué tipo de electrónica se está usando. Como son firmwares **Open Source**, tienen muchos parámetros que se pueden manipular, para ser compatibles con el mayor número de componentes electrónicos diferentes.

Si quieres hacer una impresora desde cero o quieres hacer según qué tipo de **modificación** tendrás que aprender a configurar el firmware. Si compras una impresora ensamblada o en kit lo más probable es que ya te venga el firmware instalado en la placa electrónica. Habrá una serie de tutoriales dedicados enteramente al firmware más adelante.

Laminador o “Slicer”

El laminador es el programa que **divide** el objeto 3D en **capas**, lo divide en láminas. La impresora 3D no reconoce archivos en 3D. La impresora reconoce ordenes, generalmente de movimiento. Por ejemplo, si se imprime un cilindro la impresora recibe la ordenes de hacer círculos unos encima de los otros. Por lo tanto lo que recibe son ordenes de movimientos. Estas órdenes las genera el laminador a partir de del archivo 3D.

El laminador viene a representar el programa que se abre cuando vas a imprimir en una hoja de papel. Cuando quieres imprimir en una impresora normal tienes que elegir el tamaño del papel, si es calidad fotográfica, blanco y negro, impresión rápida, etc. En la impresión 3D ocurre lo mismo, lo que al tratarse de un objeto en 3D hay muchos más parámetros para configurar.

Es importante saber usar bien el laminador ya que es muy común pensar que la impresora falla cuando el archivo está mal laminado. Si la impresora se mueve bien y se calienta bien lo más probable es que reciba mal las ordenes. Aun así no te preocupes, existen configuraciones ya hechas para cada material y tipo e impresión. De esta forma puedes laminar un archivo 3D con un simple clic.

Cura

Programa **gratuito** y **open source** para impresoras 3D de las impresoras Ultimaker. Está pensado tanto para principiantes como para expertos. Tiene una **interfaz** muy **amigable** e intuitiva. Para los **principiantes** viene con perfiles predefinidos. Para los **expertos**, permite modificar más de 200 ajustes. Es el que recomiendo yo para empezar, además está en Castellano.

Slic3r

Es un programa **gratuito** y **open source**. Este programa es muy potente y permite modificar muchos parámetros. La interfaz es poco intuitiva en comparación con otros programas. Es uno de los programas más antiguos y más utilizados en el mundo del open source para impresoras 3D. El problema es que es bastante más **complejo** y está más orientado a gente **experta**.

Repetier Host

Repetier Host es **gratuito** pero no es un laminador en sí. Es un **entorno gráfico** para impresión 3D con una interfaz amigable. Sirve para poder conectarse directamente con las impresora. También puede cambiar configuraciones del **firmware** directamente si utilizar el R*epRap firmware*. Puede laminar objetos utilizando **laminadores de terceros** como *Slic3r*. Por lo tanto es una buena herramienta si quieres utilizar *Slic3r*.

Craftware

Ficheros de impresión de máquina. Generar el GCode

El resultado del cálculo del Slicer **es un fichero GCode.** EL fichero GCode es un fichero de texto con un formato ampliamente usado en máquinas CNC.
Si editamos el fichero GCode veremos miles y miles de líneas que tienen la siguiente pinta:

```
G1 X95.622 Y93.385 E0.06435
G1 X96.148 Y93.098 E0.09425
G1 X97.089 Y92.652 E0.1462
G1 X97.687 Y92.413 E0.17833
G1 X98.608 Y92.199 E0.2255
```

Esto son las instrucciones de movimiento y coordenadas a las que tiene que desplazar la impresora 3D el cabezal para imprimir nuestra pieza. El GCode tiene comandos para mover el cabezal en X, Y, Z, extruir una cantidad de filamento, cambiar la temperatura… **todo el programa para imprimir la pieza**.