



IMPRESIÓN 3D

PROCESO DE FABRICACIÓN ADITIVA

TANGENCIAL, SCCL
INFO@TANGENCIAL.ES
www.tangencial.es



Índice

Contexto e Historia Impresión 3D	2
Impresión 3D	3
Tipos impresoras 3D	4
Proceso impresión 3D	5
1. Obtención del diseño 3D	6
2. Laminado y configuración	9
3. Impresión 3D	13
4. Post-Impresión	15
Links de interés:	16

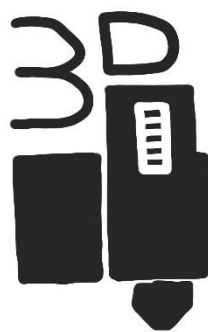
Contexto e Historia Impresión 3D

La **fabricación digital** es el proceso mediante el cual se materializa un diseño hecho por ordenador a través de maquinaria de control numérico. Este proceso comprende desde la conceptualización y diseño 3D de una pieza u objeto hasta las pequeñas modificaciones que requiere una vez fabricada la pieza.

Los procesos de fabricación digital mediante los que se da vida a un **diseño tridimensional (3D)** pueden ser **aditivos** o **sustractivos** (en función de si la máquina de control numérico que se utiliza añade material para ir creando capa a capa el objeto o bien lo va extrayendo de una plancha o bloque de materia), dependiendo de la finalidad de la pieza y la necesidad de producción se emplea un método u otro.

Algunos ejemplos de sistemas de fabricación digital son la impresión 3D, el corte láser o el fresado por control numérico (CNC).

Esta tecnología se ha empleado históricamente en la industria y los procesos de prototipado y fabricación, pero con la aparición de las licencias libres y la expansión de la cultura Maker su uso se ha visto ampliado a otros campos, ya sea para aplicaciones más experimentales o bien para producción a pequeña escala.



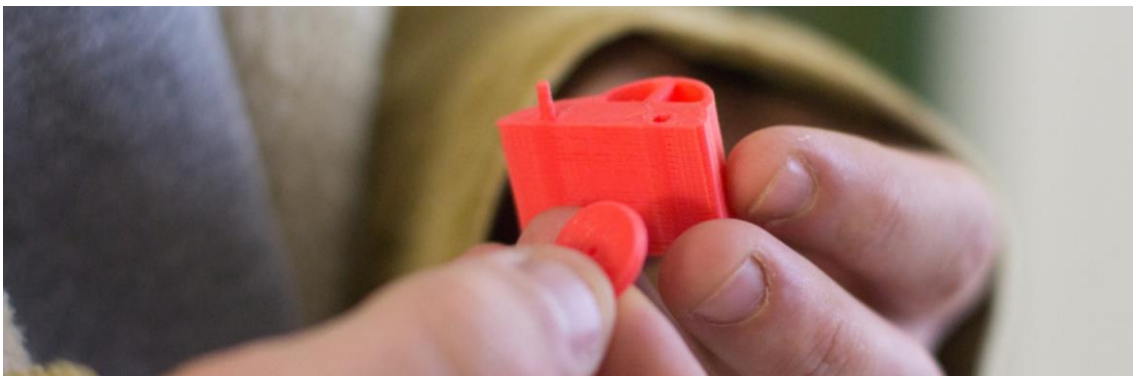
Impresión 3D

La **impresión 3D** resulta actualmente el método de fabricación digital más conocido y extendido dada su inmensa popularidad y versatilidad, pero debemos repasar sus orígenes para entender los usos y limitaciones que tiene esta tecnología. En **1989** fue diseñada y patentada la primera impresora 3D por S. Scott Crump y su mujer Lisa Crump, creando la empresa Stratasys.

Su uso estaba planteado para agilizar los procesos de **prototipo industrial** de piezas. Cuando esta patente caducó, el profesor de la Universidad de Bath (Londres) Adrian Bowdler rescató los planos de estas máquinas y las reprodujeron de forma experimental, lo que dio lugar a la primera impresora 3D **autofabricada**. Con esta primera máquina diseñaron e imprimieron las piezas para una segunda y las publicaron haciendo uso de **licencias abiertas** para que el conocimiento quedara compartido con la comunidad de interesados y entusiastas. Esta acción tuvo enseguida rápidas consecuencias y empezaron a surgir telecopias de este primer diseño 3D, a partir de estos planos de trabajo, multitud de empresas y aficionados se volcaron en el diseño de nuevas máquinas con mejores prestaciones y pronto surgió lo que hoy en día se llama comunidad **RepRap**, una red mundial de aficionados que modifican, comparten y construyen sus impresoras 3D, liberando el conocimiento a la comunidad y así contribuyendo a materializar cada día más ideas, en la actualidad se compone de unos 25000 usuarios técnicos activos en todo el mundo y aproximadamente 600 modelos de impresoras.

Si tuviéramos que realizar una definición sintética de que es la impresión 3D para nosotros sería esta:

Proceso aditivo de creación que permite fabricar a una pieza a través de un diseño en 3D mediante la superposición de capas de material.



Tipos impresoras 3D

Dependiendo del **material** y la **ejecución** de la adición de este, podemos identificar o distinguir distintos tipos de impresoras 3D. Cada tipología responde a unas necesidades en cuanto a rapidez, calidad y costes de las piezas impresas.

Podemos agruparlas en **tres grandes familias**, la más frecuente y extendida es el primer tipo por razones temporales (fue la primera patente liberada) y por razones económicas, ya que los costes de fabricación de la máquina, como los costes del material resultan más asequibles.

- **FFF (Fused Filament Fabrication) o FDM (Fused Deposition Modeling)**: Funcionan con bobinas de filamento plástico que se va **fundiendo y apilando capa a capa** siguiendo un patrón hasta construir el diseño 3D. Su resolución está limitada al grosor de las capas que se van apilando, es posible realizar un tratamiento de las piezas una vez impresas para modificar este acabado, pero es un proceso aparte de la impresión 3D.

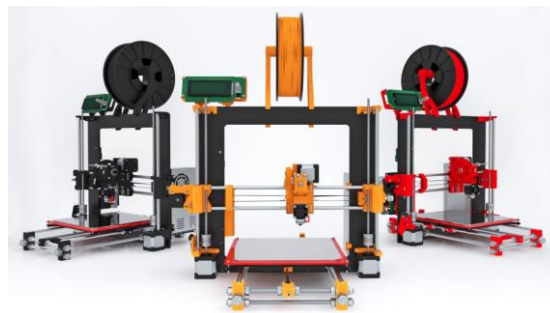


Imagen de The Original Prusa

- **SLA (Stereolithography) o SLA DLP (Digital Light Processing)**: Estas máquinas realizan un proceso de **curado de resinas fotosensibles** mediante la exposición controlada a la luz. Su calidad es mayor pero también su coste. Las aplicaciones de este tipo de impresoras 3D están limitadas dado el delicado proceso del que requieren.

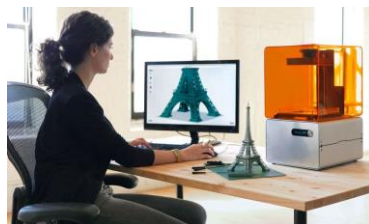


Imagen de Formlabs

- **SLS (Selective Laser Sintering)**: **Sintetizan un polvo** mediante la exposición a un láser, el resultado de las piezas es mejor que en las de filamento en cuanto a acabados pero el proceso apenas tiene aplicación doméstica por su elevada complicación, costes y riesgos.



Imagen de Wikipedia

Proceso impresión 3D

Para entender la impresión 3D de forma completa hay que verla como un **proceso** que sigue distintos pasos. Cada paso comporta una serie de consideraciones y variables que se deben determinar para obtener un producto acabado con una calidad y prestaciones adecuadas.

El **proceso** a seguir es el siguiente:

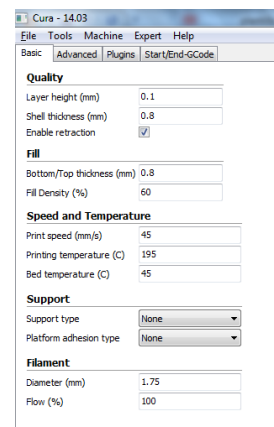
1. Obtención del diseño 3D
 - a. Diseño 3D
 - b. Repositorios de diseños 3D
 - c. Escaneo 3D
2. Laminado y configuración
3. Impresión 3D
4. Post-Impresión



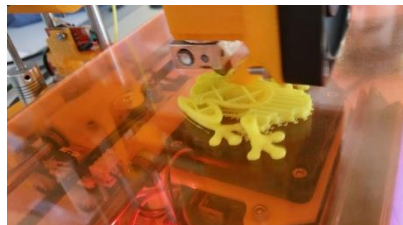
4. Obtención del diseño 3D



3. Laminado y configuración



2. Impresión 3D



1. Post-Impresión

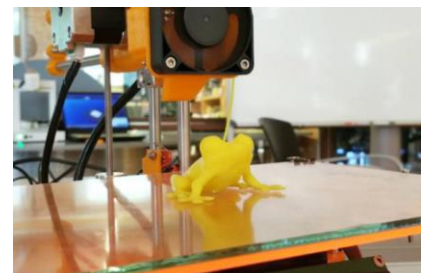


Imagen de Tangencial

1. Obtención del diseño 3D

Todo proceso de fabricación digital empieza con un **diseño 3D para materializarse**. Existen 3 vías para conseguir el diseño y entre ellas **pueden mezclarse** para conseguir el objetivo de tener un diseño 3D con el que seguir el proceso. Habitualmente, los archivos deben tener un formato .obj o .stl, que son los que necesitaremos más adelante en el paso de fileteado y configuración.

a. Diseño 3D: Los modelos 3D representan un **objeto tridimensional** usando una colección de puntos en el espacio dentro de un espacio 3D, conectados por varias entidades geométricas tales como triángulos, líneas, superficies curvas, etc.

Siendo una colección de datos (puntos y otro tipo de información), los modelos 3D pueden ser hechos a mano, a través de algoritmos o bien escaneados.

Existen muchos programas de diseño 3D, en función de la finalidad y tipo de diseño 3D que queramos conseguir, de pago o gratuitos, o adaptados a los distintos niveles del diseñador. Apostamos por mantener una **curva progresiva** empezando por programas sencillos y que no requieren una gran inversión de tiempo ni en material para los usuarios, y poco a poco, aumentar el nivel.

Planteamos empezar con **Tinkercad**, un programa que se ejecuta directamente en su web, no requiere descargar nada ni un ordenador muy potente para hacerlo funcionar correctamente. Se requiere identificarse en su web y a partir de ahí se pueden realizar los tutoriales de los que dispone o bien empezar a diseñar en 3D sin más. El único requisito indispensable es una conexión a Internet estable para poder trabajar con tranquilidad, los diseños se van guardando y cuando volvamos a iniciar sesión aunque sea en otro ordenador, podremos continuar trabajando.



Para continuar en la misma lógica, podemos recomendar software como **SketchUp**, un programa empleado en arquitectura, que requiere descarga y un nivel superior de aprendizaje. Permite, de forma gratuita, ejecutar muchas de sus funciones y trabajar de una forma más profesionalizada. También dispone de versión de pago con mayores opciones de trabajo.

Existen las opciones libres como **FreeCad**, que dispone de una comunidad muy completa, multitud de tutoriales y permite múltiples opciones de diseño 3D. Resulta un programa complejo de utilizar de forma inicial pero con muchas posibilidades.

Podríamos culminar en cierto modo nuestra curva de aprendizaje con **Blender**, un software Open Source y gratuito con muchísimas opciones con el que se pueden desarrollar diseños 3D de lo más profesionalizados y complejos. Requiere de un proceso de aprendizaje mayor pero sus opciones realmente resultan sorprendentes.

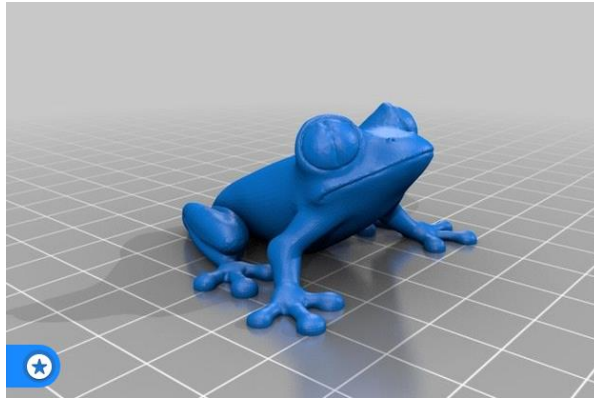


Imagen de Tangencial

No es lo mismo diseñar en 3D que diseñar para imprimir en 3D. Cuando se piensa en **diseñar para imprimir en 3D** se debe tener en cuenta la mecánica y funcionamiento de las impresoras 3D ya que esto condiciona a la posibilidad real de generar las piezas y la calidad resultante.

b. Repositorios de diseños 3D: Los repositorios son **bibliotecas on-line** donde los usuarios libremente comparten sus diseños con la **comunidad**, existen opciones similares a las de las redes sociales para interactuar con los diseñadores y valorar los diseños compartidos. Hay repositorios de pago y gratuitos, los usuarios pueden compartir los diseños 3d con licencias Open-Source o configurables para proteger su uso.

Algunos repositorios de referencia internacional son Thingiverse o Cults 3D, a nivel nacional podemos encontrar Things Creators

THINGS CREATORS

Thingiverse

c. Escaneo 3D: El escaneo 3D es una técnica o método que permite **digitalizar el contorno** de un objeto mediante la obtención de una nube de puntos que son unidos por polígonos hasta formar el diseño 3D del objeto. Existen distintos tipos de escáner 3D, de mano o sobremesa, en función de la necesidad se debe utilizar uno u otro.



La realidad actual de los escáneres 3D es que su uso está limitado y se requiere de un tratamiento del diseño 3D una vez escaneado para asilar los objetos, mejorar su calidad y a menudo, se deben reparar las estructuras que se generan mediante un software específico.

Su limitación principal es que no se puede obtener una imagen del interior de las piezas, esto limita su uso en gran medida. Y hace que su aplicabilidad esté restringida.

2. Laminado y configuración

El **laminado o fileteado** es el proceso en el que se convierte un diseño 3D en un patrón que la impresora 3D pueda interpretar para materializar el objeto que queremos. Si hacemos memoria, una impresora 3D es un dispositivo de fabricación digital que materializa un diseño 3D añadiendo materiales capa a capa. El laminado convierte un archivo o **diseño 3D (.obj o .stl)** en un archivo **.gcode**.

Los archivos .gcode contienen la información de como materializar el diseño 3D, pero también los detalles que harán que la impresión gane **calidad** o adquiera unas **propiedades** u otras.

Los principales parámetros son **funcionales** o **estéticos**:

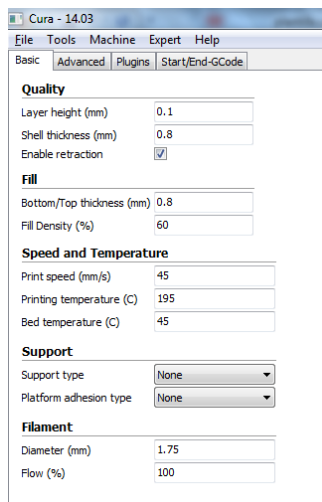
Parámetros funcionales:

- Relleno y perímetros
- Direccionalidad de las capas
- Soportes
- Velocidad de impresión

Parámetros estéticos:

- Altura de capa
- Temperatura correcta

Interfaz de configuración



Coordenadas del archivo .gcode

```
;FLAVOR:RepRap
;TIME:615
G21 ;metric values
G90 ;absolute positioning
M82 ;set extruder to absolute mode
M107 ;start with the fan off
G28 X0 Y0 ;move X/Y to min endstops
G28 Z0 ;move Z to min endstops
;Put printing message on LCD screen
M117 Printing...
;LAYER_COUNT:64
;LAYER:0
M107
G1 F1200.000000 E-1.00000
G0 F7200.00000 X87.383 Y93.602
Z0.300
G0 X86.998 Y94.034
;TYPE:SKIRT
G1 F1200.000 E0.00000
G1 F1800.00000 X86.996 Y94.036
E0.00014
G1 X87.011 Y94.018 E0.00131
G1 X87.100 Y93.991 E0.01500
```

Visualización previa

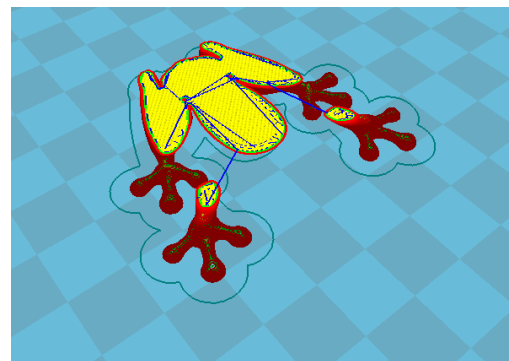


Imagen de Tangencial

Parámetros funcionales:

-Relleno y perímetros

Las piezas impresas en 3D no siempre son macizas, generalmente por dentro tienen una **estructura impresa** con una **densidad** determinada en un tanto por ciento (%), siendo 100% el máximo, se juega regulando un porcentaje en función del uso de la pieza. Este proceso ayuda a **ahorrar material** y acelerar el **tiempo de impresión**.

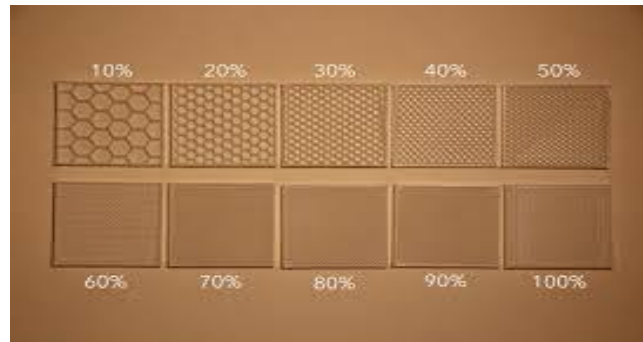


Imagen de Enabling the future

- Direccionalidad de las capas

Debemos tener en cuenta al imprimir en 3D, como funciona la impresora 3D y el uso final de las piezas. Al funcionar construyendo capa a capa, el apilado de las capas, pese a estar adheridas entre ellas, genera una **dirección débil y una fuerte**.

Si orientamos las piezas de forma que su lado débil reciba las fuerzas, la pieza se romperá separando sus capas, en cambio si la orientación va en consonancia con su lado fuerte, la pieza ganará **resistencia y durabilidad**.

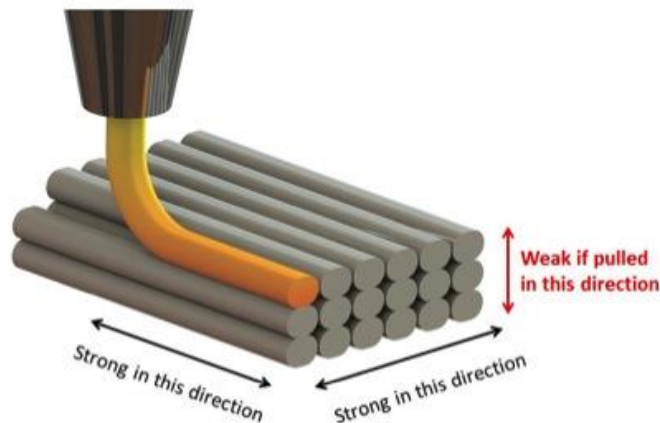


Imagen de CAPUniversity

- Soportes:

Los soportes realizan **función estructural** en diseños con **voladizos**. Los voladizos son las partes del diseño 3D que no tienen una superficie de contacto con la base de la impresora 3D. Hay que tener en cuenta la limitación de las máquinas para imprimir en el aire y sin una base que soporte la capa de plástico. Esta posiblemente caiga o se deforme, cosa que afectará a la calidad de la impresión.

Los soportes se pueden añadir en el diseño de forma inicial o bien a través del software de laminado. Existen distintos tipos de soportes en función de la necesidad.

Se extraen en el proceso de **post impresión**, pueden estar hechos con el mismo material con el que se está imprimiendo (generalmente es así si la impresora solo cuenta con un extrusor o boquilla) pero también existen materiales solubles para impresoras 3D que pueden imprimir con más de un material

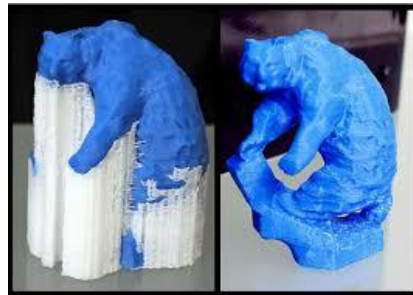


Imagen de Maker Network

Parámetros estéticos:

- Altura de capa

Se puede ajustar la altura de capa en cada pieza, esto condicionará la **calidad**. La altura de capa máxima viene limitada por el **diámetro de la boquilla del extrusor** de la impresora 3D. Lo habitual es una boquilla de 0.40mm.

Emplearemos alturas de capa que vayan de los 0.08mm (alta calidad) hasta 0.30mm (baja calidad).

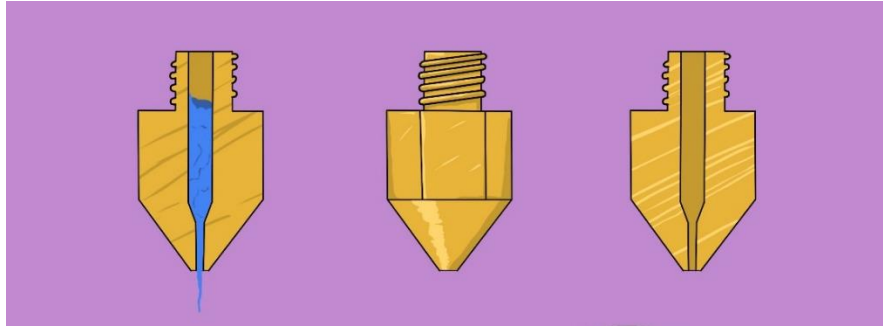


Imagen de The Spiral Boy

A capas más finas mayor tiempo de impresión ya que necesitará muchas más pasadas para conseguir el volumen total de la pieza.

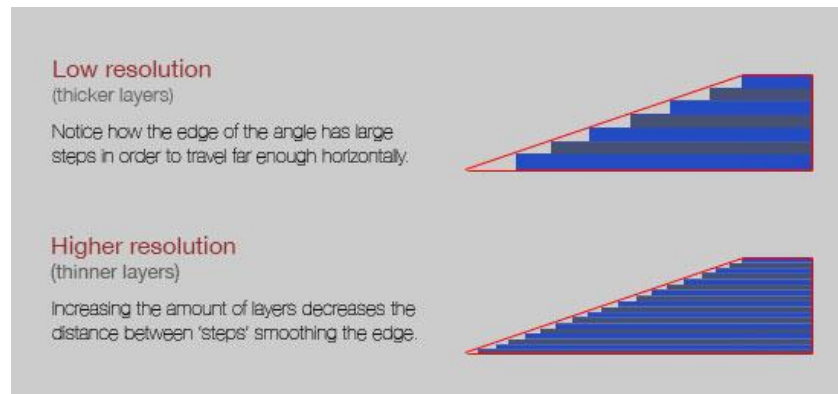


Imagen de 3D Printer

- Temperatura correcta

Cada material tiene una **temperatura óptima** de funcionamiento y esta debe ser introducida en el proceso de configuración, de la misma forma si la impresora 3D cuenta con la opción de cama caliente o calefactable, está deberá ser ajustada en función del material para mejorar su adhesión y que la pieza no presente desperfectos. Siempre recomendamos seguir las **indicaciones** de los fabricantes

3. Impresión 3D

El principal parámetro a ajustar es la **calibración** de la impresora 3D en la primera capa, esta determinará la **adhesión del material** a la base de impresión. Existen distintos elementos que facilitan la adhesión como lacas, lacas comerciales, cintas de exterior, usos de colas, etc. Cada tipo de impresora y superficie de impresión debe emplear el tipo que sea más recomendable.

Una vez se ha aplicado el método para facilitar la adhesión, se debe medir el calibrado de la máquina, que es la distancia entre la boquilla del extrusor y la base de impresión. Al empezar a imprimir, se verá como el filamento queda **aplastado** contra la base, en función de la apariencia de la línea, podremos saber si la capa está demasiado enganchada o separada de la



Imagen de Printbot

base.

Si la capa está muy chafada, veremos como el color del plástico queda bastante difuminado y la capa pierde su forma. En cambio si la punta del extrusor está muy separada, veremos como cada hilo de filamento tiene o mantiene una forma muy redonda pero quedan huecos entre los hilos, haciendo que la pieza quede mal enganchada. Lo ideal es un punto **intermedio**, que las líneas no se aplanen tanto que pierdan su forma pero tampoco queden totalmente desenganchadas.

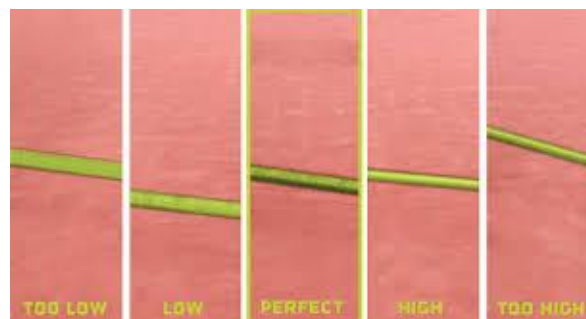


Imagen de Luzbot

Hay que plantear la posibilidad de que se produzca algún incidente durante la impresión, no siempre es habitual pero puede suceder, por ello es bueno mantener la impresora 3D en buen estado y en un ambiente térmicamente estable y sin posibles interferencias.

4. Post-Impresión

El proceso de post-impresión implica desde extraer la pieza adherida a la base de impresión, hasta tratamientos que se pueden aplicar.

- Extracción de la pieza:

Para extraer la pieza impresa de la base se debe emplear, en la mayoría de los casos, una espátula o raqueta que deberemos introducir entre la base y la pieza. También existen bases de impresión flexibles que se pueden deformar fácilmente y hacer que la pieza impresa salte. Otra opción es, en impresoras con la opción de cama caliente, esperar a que la pieza se enfríe y por un contraste térmico está saltará. No siempre sucede por lo que se deberá proceder a emplear otros métodos detallados.

-Limpieza de soportes:

Anteriormente hemos detallado el uso de estructuras de soporte, en este punto es cuando deberán extraerse y limpiarse, si son solubles, aplicando el método que deshaga el material. Si se trata del mismo material de la pieza, deberemos proceder a quitar el material con mucho cuidado, bien utilizando una cuchilla o bien unos alicates de corte. Recomendamos primero cortar los puntos de contacto para extraer con mayor facilidad con los alicates. Ser muy meticuloso en este punto es importante porque si se aplica demasiada fuerza se pueden dañar las piezas.

-Pulido de las piezas:

Dependiendo del material deberemos seguir un proceso u otro, para los más habituales, PLA y ABS, existen procesos mecánicos o químicos. Para el PLA se puede realizar mediante una herramienta eléctrica rotatoria que irá degradando el plástico hasta conseguir la forma que queramos. También existen materiales comerciales que se aplican a modo de barniz y deshacen ligeramente las capas, dando un acabado más uniforme y adhiriéndolas entre ellas. Para el material en ABS se puede realizar el proceso con Acetona, este proceso es complicado ya que puede degradar el color de la pieza y si se aplica en exceso, deformarla y dañarla.

-Ensamblado:

Para ensamblar las piezas se puede hacer utilizando pegamentos habituales para plásticos pero también mediante encajes previamente diseñados.



info@tangencial.es
www.tangencial.es

Links de interés:

[Comunidad Rep Rap](#)
[Fabricación Digital](#)
[Repositorio- Thingiverse](#)
[Repositorio- Things Creators](#)
[Repositorio- Cults 3D](#)
[Diseño- Tinkercad](#)
[Diseño- Blender](#)
[Diseño- Sketch Up](#)
[Diseño- Free Cad](#)