

# Manual da Impresora 3D

Revisión 1 – 10/10/2016

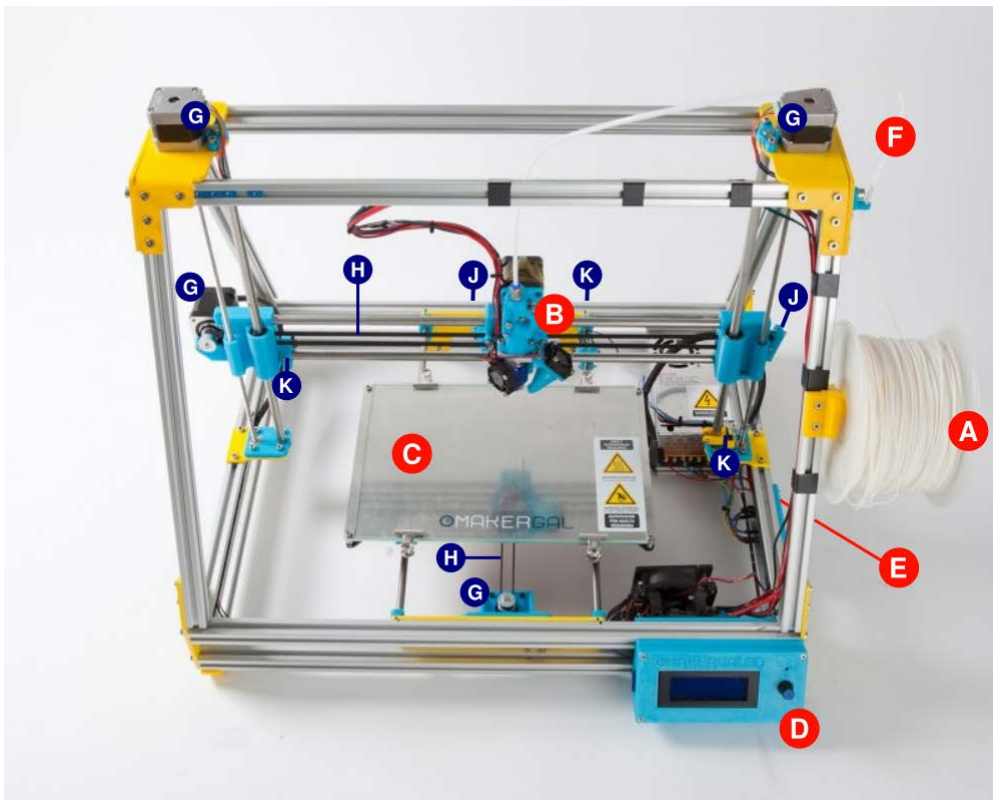
Una impresora 3D produce objetos depositando capas de material plástico fundido a altas temperaturas, que se van solidificando lentamente al depositarse sobre un plato caliente.

La impresora 3D del CiTIUS es una **Mendel Max XL versión 5**, de Makergal. Se encuentra en el Laboratorio de Contenidos Digitales. Se puede utilizar para todo tipo de proyectos relacionados con la investigación o actividades formativas, pero es necesario realizar antes un curso de formación.

El **área máxima de impresión** es de 38cm x 21cm y 20cm de alto. La **resolución** es de 0,1mm y la boca de extrusión es de 0,4mm. Soporta diversos materiales: ABS, PLA, policarbonato...

El centro dispone de **varios rollos de ABS y PLA** a disposición de los investigadores. En caso de necesitar otro color que no esté disponible, se puede solicitar su compra al centro con una justificación. También se puede comprar para uso particular, dejándolo etiquetado adecuadamente.

## Componentes



Estos son los componentes básicos de la impresora 3D:

- A) **Carro de filamento plástico.** Sobre él reposa el rollo de filamento, que debe estar dirigido hacia el tubo pasador.
- B) **Extrusor.** Se encarga de coger el filamento, fundirlo y aplicarlo sobre la zona de impresión. El extrusor alcanza temperaturas de hasta 240°C.
- C) **Plato caliente.** Superficie sobre la que se imprime la pieza. El plato alcanza temperaturas de hasta 120°C.
- D) **Panel de control.** Permite el manejo básico de la impresora y su calibración.
- E) **Botón de encendido/apagado.** Sólo afecta a los motores, ventiladores y a su electrónica. La pantalla del panel de control quedará encendida si el cable USB está conectado a un ordenador encendido.
- F) **Tubo pasador.** Dirige el filamento de plástico cara el extrusor.

Es importante conocer también la mecánica básica de la impresora, para poder realizar una inspección ocular del estado de todos los componentes antes de comenzar a imprimir.

- G) **Motores de los ejes X, Y e Z.** El eje Z tiene dos motores que suben y bajan el extrusor haciendo girar unas varillas roscadas. Los otros ejes, por el contrario, sólo tienen un motor. El eje X desplaza el extrusor de izquierda a derecha y el eje Y desplaza el plato hacia delante y hacia atrás.
- H) **Cintas de los ejes X e Y.** Son las que mueven los ejes X e Y, y deben estar tensadas.
- I) **Tensores de los ejes X e Y.** Estas piezas tensan las cintas de los ejes X e Y, apretando unos tornillos que tienen en su mecanismo.
- J) **Inicio de carrera de los ejes X, Y y Z.** Son unos interruptores empleados para conocer la posición inicial del extrusor. La distancia máxima que puede recorrer la impresora está guardada en el *firmware*, pero es común que algunos modelos de impresora tengan también piezas de final de carrera.

## Filamentos de plástico

Hay muchos tipos de filamento de plástico termofusible, siendo los más comunes y los que tenemos en el centro el ABS y el PLA.

- **ABS (acrilonitrilo butadieno estireno)** es un derivado del petróleo con buena elasticidad, aunque tiende a curvarse al sufrir cambios de temperatura, lo que añade problemas a la hora de mantenerlo pegado al plato, y debe enfriarse lentamente. Temperaturas recomendadas: 240°C para el extrusor y 100°C para el plato caliente.
- **PLA (ácido poliláctico)** es un material hecho a partir de almidón de maíz o caña de azúcar. Es más duro, funde a menor temperatura y dobla menos con los cambios de temperatura, por lo que se imprime a menor temperatura que con el ABS. Temperaturas recomendadas: 210°C para el extrusor y 50°C para el plato caliente.

## Conversión de modelos 3D

La impresora puede imprimir cualquier objeto 3D de hasta 21 centímetros x 38 centímetros con 20 centímetros de altura, en formato **STL**. Este formato se puede crear con cualquier editor 3D.

- Puedes descargar diseños listos para imprimir desde webs como [thingiverse.com](http://thingiverse.com)
- También hay editores muy sencillos como [tinkercad.com](http://tinkercad.com) y [onshape.com](http://onshape.com)
- Los editores tradicionales como Blender también sirven.

La impresora tiene una **resolución de 0,1mm** y un **filamento de 0,4mm** de grosor. Al diseñar las piezas, es recomendable dejar 0,2mm de margen entre las partes que tengan que interactuar para facilitar el acoplamiento.

Antes de imprimir, los modelos 3D deben **convertirse a filamentos** (proceso denominado *slice*). Este proceso depende del material con el que se imprima y de distintos parámetros de la impresora. Los objetos deben poder tener capas apilables.

El programa que convierte a filamentos se llama **Slic3r** y normalmente se lanza desde el programa de impresión **Repetier Host**, pero también se puede ejecutar de forma independiente. La configuración sobre posiciones, tamaños, etc. se gestionan con Slic3r. Es **muy importante** que al realizar el *slice* estén puestos los valores adecuados de tamaños, temperaturas, posiciones, etc. en el programa.

En el software del PC de la impresora 3D ya están guardados los valores correctos para la mayoría de las impresiones y sólo se tendrá que elegir el material (PLA o ABS) con el que se vaya a imprimir.

Para piezas grandes o complicadas puede ser necesario ajustar temperaturas, velocidades y otros parámetros. Hay que tener en cuenta que al imprimir capas apilables, debe haber siempre un soporte sobre el que imprimir. Si la pieza tiene ángulos muy acusados en el eje Z, pueden aparecer imperfecciones. Deben diseñarse las piezas de manera que eviten estos ángulos y, de no ser posible, crear soportes, bien sea de forma automática con Slic3r o manualmente en el modelo 3D.

## Comprobaciones básicas y cambio de filamento

Antes de poder imprimir, es necesario comprobar:

1. **Que el filamento esté bien introducido y dirigido hacia el extrusor.** Si no lo está, la impresora puede dejar de imprimir o fallar cogiendo el plástico.
2. **Que la boquilla del extrusor esté limpia.** Si está sucia, puede que el hilo no salga uniformemente o salga manchado de otro color.
3. **Que el extrusor esté en la temperatura adecuada.** Si está demasiado frío, el filamento no podrá pasar por el extrusor y podrá dañarse. Si está demasiado caliente, puede haber pérdidas en forma de hilos finitos.
4. **Que el plato esté calibrado.** La impresión de la primera capa es muy importante. La calibración puede ajustarse durante la impresión de la primera capa. Más información en el apartado *Calibrado del plato*.
5. **Que las pinzas del plato estén en la posición idónea.** Las pinzas pueden chocar con la carcasa o con el extrusor en caso de que no se encuentren bien posicionadas.

Para **cambiar el filamento** hay que seguir los siguientes pasos:

1. Calentar el extrusor a 210°C.
2. Una vez caliente, usar los controles manuales para extrudir hacia arriba 10cm y tirar ligeramente del filamento para retirarlo mientras gira sobre el soporte.
3. Asegurarse de que el filamento queda enfilado por los dos agujeros del rollo, para que no se deshaga.
4. Posicionar el nuevo filamento, introducirlo en el tubo y en el extrusor mientras gira sobre el soporte. En caso de que los tornillos del extrusor no cojan el filamento, separar el tubo del extrusor y empujarlo con la mano.
5. Extrudir unos 10cm para que agarre el filamento. Una vez agarrado, volver a colocar el tubo en el extrusor. Extrudir entre 10cm y 20cm de material para eliminar los restos del anterior filamento hasta que cambie de color completamente.

## Proceso de impresión

Se puede imprimir desde **Repetier Host** o usando una tarjeta SD para poner el resultado del *slice* hecho en otro PC. El proceso de impresión siempre es lo mismo:

1. Se calienta el plato hasta alcanzar la temperatura deseada en la primera capa. Este paso puede durar varios minutos.
2. Se buscan los orígenes de coordenadas en los tres ejes. Este paso dura unos segundos.
3. Se calienta el extrusor hasta alcanzar la temperatura deseada en la primera capa. Este paso puede durar varios minutos. Puede que en este paso el extrusor pierda algo de plástico.
4. Una vez caliente, el extrusor avanza cara el plato e imprime una primera línea separada unos centímetros alrededor del objeto llamada **skirt**. La impresión de esta línea sirve para retirar restos del extrusor, posibles bolsas de aire y dar tiempo a hacer un ajuste fino de la calibración del plato.
5. Se imprime una cama alrededor del objeto pegada a su perímetro llamada **brim**. Esta cama tiene como objetivo facilitar la adherencia al cristal.
6. Si la impresora está configurada para hacerlo, las primeras capas pueden hacer de soporte para la pieza, en lugar de comenzar a imprimir la pieza directamente. Estas capas se llaman **raft** y pueden separarse más tarde. Si no, comenzará la impresión de la primera capa propiamente dicha.
7. La velocidad aumenta al pasar a la segunda capa. La impresora va imprimiendo capa a capa hasta terminar.
8. Una vez terminada la impresión, el plato descansa al fondo y el extrusor se echa a un lado.
9. Debe esperarse la que la impresión enfríe para poder retirarla, ya que en caliente puede estropearse la pieza. El tiempo a esperar depende de muchos factores, pero es mucho mayor en el caso del ABS.
10. Debe esperarse a que el extrusor enfríe por debajo de los 100°C antes de apagar la impresora.

## Calibrado del plato

El plato necesita estar a nivel con el extrusor antes de imprimir. Este calibrado se hace prensando o aflojando los tornillos de las esquinas del plato.

Para una calibración inicial del plato, que no sería necesario volver a hacer después de la primera vez, debe usarse el **control manual** para mover el extrusor a las cuatro esquinas. El eje Z tiene que hacer tope de forma que prácticamente toque en las cuatro esquinas del plato. Puede usarse una hoja de papel como medida; el papel debe poder pasar muy ajustado por debajo del extrusor.

Durante la impresión del *skirt* y en general durante la impresión de la primera capa, debe hacerse el **ajuste fino** de la calibración. El hilo de plástico tiene que quedar **ligeramente aplastado** por el propio extrusor.

**Si el plato está demasiado cerca**, el hilo quedará completamente aplastado y será prácticamente transparente. Durante la impresión de la primera capa, el extrusor podrá hacer ruidos graves y secos que indican que el filamento está resbalando.

**Si el plato está demasiado lejos**, el hilo tendrá dificultades para quedarse pegado y quedará con la sección completamente redonda y brillante. En cuyo caso, debe acercarse el plato.

## Vigilancia de la impresión

Hay disponible una cámara IP para vigilar la impresión de forma remota. Es necesario encender la cámara y conectarse a <http://apps.citius.usc.es/3dprinter/> (requiere autenticación). Tras finalizar la impresión, hay que desenchufarla.

En caso de observar problemas en la impresión, debe abortarse. El software tiene un botón de parada de emergencia que hace uno reinicio instantáneo. Al detener la impresión de este modo, hay que subir el extrusor y separarlo del plato.

## Herramientas

Estas herramientas se encuentran en unos estantes del laboratorio, o en un cajón al lado de la impresora. Debe revisarse que estén allí en todo momento y, en el caso de faltar alguna, avisar para que las repongan.

- **Rasqueta.** Ayuda a despegar la impresión una vez finalizada. La impresión no debe retirarse en caliente, debe enfriar antes.
- **Laca Nelly.** Debe echarse en la parte superior del cristal.
- **Alcohol.** Para limpiar el cristal en caso de que esté demasiado sucio o quiera imprimirse sin usar laca.
- **Acetona.** Para dar baños de acetona a las piezas de ABS.
- **Limas y lijas.** Son útiles para limar asperezas o restos del *brim* de la primera capa.
- **Guantes.** Esenciales para lijar y aplicar acetona.
- **Nivel.** Para ayudar a una nivelación inicial del plato.

- **Cristal.** Hay un cristal colocado en la impresora y otro normalmente colocado en el armario.
- Papel, limpacristales, pinzas de precisión.

## Manipulación del cristal de impresión

Para **imprimir** hay que echar Laca Nelly en la parte superior (ver *Herramientas*).

Para retirar las piezas, limpiar el cristal o ponerle laca, **debe retirarse antes de la impresora**. Queda **terminantemente prohibido** pulverizar laca, limpiar con alcohol o usar la rasqueta con el cristal colocado en el plato caliente de la impresora.

Se puede imprimir sobre un cristal con restos de una impresión anterior. **No hace falta limpiarlo**. Si vas a cambiar de color, es posible que se aprecien restos de colores más oscuros en los colores más claros.

## Acabado de las piezas y baño de acetona

Las piezas pueden lijarse una vez termine la impresión, usando las limas y los papeles de lija. Antes de lijar, se pueden aplicar distintos tratamientos.

Las **piezas de PLA o ABS** pueden reforzarse usando una resina *epoxi* aplicada con pincel, pero no disponemos de ese material en el laboratorio por el momento.

Las **piezas de ABS** pueden reforzarse usando baños de acetona, que pueden hacerse para piezas pequeñas en los tupperwares disponibles empapando un trozo de papel en acetona.

## TL;DR for Safety & Fun

El extrusor calienta hasta 240°C y el plato hasta 120°C. Cuidado con donde tocas.

Para manipular el cristal es necesario retirarlo del plato caliente. No se puede manipular mientras esté posado allí.

Las impresoras 3D son difíciles de manejar y su uso requiere cierto aprendizaje. Si tienes dudas, antes de imprimir pregunta a alguien que tenga más experiencia y ahorrarás problemas.