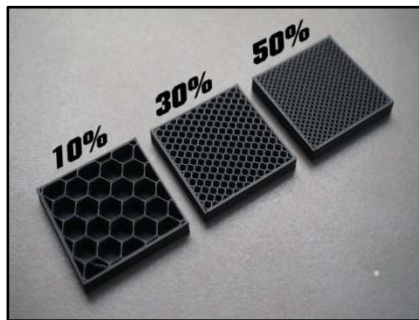


Diferencia en altura de capa

Fuente: <https://support.3dverkstan.se/article/30-getting-better-prints>

Porcentaje de relleno (*infill*)

Este parámetro (en inglés, *infill*) define la densidad de la estructura interna en la pieza, que puede variar entre 0 % y 100 %. Modificar el porcentaje de relleno permite optimizar el uso del material y el tiempo de impresión. A mayor porcentaje, mayor resistencia de la pieza, pero también mayor consumo de material y mayor tiempo de impresión. La selección del porcentaje de relleno depende del uso que se le dará al objeto luego de su impresión.

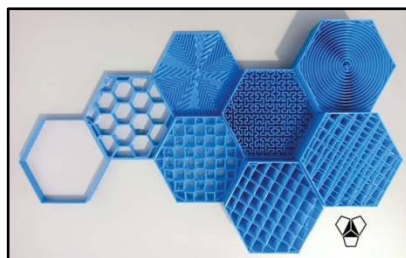


Diferencia en porcentajes de relleno (*infill*)

Fuente: <https://medium.com/3d-printing-in-o-p/iv-slicing-72a9515f44bc>

Tipo de relleno

El tipo de relleno puede variar entre diversos patrones (lineales, hexagonales, cuadriculados, etc.) que se pueden modificar, ya sea para reducir tiempos de impresión o lograr piezas con mayor resistencia mecánica.



Diferentes patrones de relleno (*infill*)

Fuente: <https://trimaker.com/el-relleno-en-impresion-3d-porcentaje-entramado-grosor-velocidad/>

| | |
|---|--|
| <p>Perímetros (shells)</p> | <p>Los perímetros (<i>shells</i>) definen el espesor de las paredes de la pieza, independientemente de su relleno. Es posible darle mayor o menor densidad en función del requerimiento de resistencia de la pieza.</p> <div data-bbox="676 591 1054 882" data-label="Image"> </div> <p>Muestra de piezas con diferentes espesores de pared (shell) Fuente: http://enablingthefuture.org/2014/11/13/tech-talk-thursday-intro-to-3d-printing/</p> |
| <p>Uso de soportes (support)</p> | <p>Al imprimir de abajo hacia arriba, cada capa se deposita sobre la anterior. En ciertos modelos en los que alguna de sus partes sobresale o queda suspendida, es necesario construir un soporte para que la figura no sufra deformaciones por la acción de la gravedad.</p> <p>El uso de soportes funciona como sostén para el modelo, de otra forma se caería y la impresión se interrumpiría.</p> <p>Una vez concluida la impresión, los soportes se retiran manualmente.</p> <div data-bbox="715 1408 1123 1706" data-label="Image"> </div> <p>Diseño de una pieza con soportes Fuente: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Supports_in_3D_printing.png</p> |
| <p>Base para la impresión del objeto (raft y</p> | <p>Si se desea fabricar piezas pequeñas o que cuenten con pocos puntos de contacto con la base de impresión, es recomendable imprimir con una superficie que funcione como base para la pieza. Esto asegura que toda la</p> |

| | |
|------------------------------------|--|
| <p><i>brim</i>)</p> | <p>pieza quede mejor adherida y evita problemas como el <i>warping</i>.</p> <p>El <i>raft</i> y el <i>brim</i> son tipos de base que sirven para adherir el objeto a la cama de impresión. El <i>brim</i> tiene la particularidad de ser solo a partir de los perímetros de la pieza y no en toda su superficie como el <i>raft</i>.</p> <p>Una vez finalizada la impresión, se retira la base con cuidado para no dañar la pieza.</p> <div data-bbox="480 586 1377 763" style="text-align: center;"> </div> <p>Diferencia entre <i>brim</i> y <i>raft</i> Fuente: https://voladd.com/es/app/model/472474ca-d451-4e77-95fb-e438ff1647b7</p> |
| <p>Posición de la pieza</p> | <p>Es importante que, cuando se seleccione la orientación en la que se imprimirá la pieza, se intente maximizar la superficie de apoyo para reducir la cantidad de soportes.</p> |

5. Tratamientos postimpresión

Para mejorar el producto final (pieza impresa), se pueden realizar distintos procedimientos, dependiendo del material utilizado para construirlo, la finalidad de la pieza, el acabado deseado, el espacio y los medios necesarios para realizarla.

Uno de los procedimientos más comunes es el **lijado** de las piezas. Al imprimirlas, quedan con marcas de las líneas que se forman durante el proceso cada vez que el cabezal pasa depositando el material, una capa sobre la otra. Con el lijado, se busca eliminar los restos de material no deseado que puedan haberse depositado en la pieza, así como suavizar los acabados superficiales que resulten demasiado ásperos o rugosos.

Otro procedimiento es la **utilización de químicos** (cloroformo para el PLA y acetona para el ABS), que derriten y corroen la pieza. Hay que tener presente que se trata de **productos peligrosos** que se deben manipular con las correspondientes medidas de seguridad y en un ambiente preparado para su uso. Además, se deben aplicar con cuidado ya que un segundo puede ser la diferencia entre un buen acabado y la pérdida total de la pieza.

El tratamiento de **aislación** es para piezas que contendrán líquidos. En estos casos, lo óptimo es utilizar resina (poliéster o epoxi). Un punto importante para tener en cuenta es que el uso de estos aislantes **no es apto para bebidas ni alimentos**. Por ejemplo, se puede imprimir un mate (taza de té, botella, recipiente), pero no puede utilizarse porque es **tóxico**.

Existen técnicas que sirven para incorporar manualmente algún anexo a las impresiones o corregir imperfecciones. Para esto se utiliza masilla epoxi, ya que se adhiere perfectamente al plástico.

Es posible, también, pintar la pieza una vez finalizada. Las pinturas más usadas son acrílicas y látex. Para un acabado más brillante, incluso se la puede barnizar. Se debe tener en cuenta que, en el caso del PLA, al ser un material que se comporta como la madera (absorbe la humedad), es necesario dar una primera mano de base acrílica.

6. Cuidados y recomendaciones de uso de las impresoras 3D en la escuela

Estos son algunos consejos para que los/as docentes tengan en cuenta a la hora de utilizar una impresora 3D en las escuelas. El objetivo es prevenir posibles inconvenientes y promover el uso responsable del equipamiento.

- Operá el equipo en ambientes secos con una temperatura que oscile entre los 15 y los 28 grados Celsius.
- Evitá operar la impresora cerca de fuentes de alta temperatura, inflamables o explosivos.
- Prestá atención al enfriamiento del equipo. Esperá a que concluya el procedimiento antes de apagar la impresora.
- Evitá estirar, deformar o acortar los cables de la impresora. Hacerlo podría causar incendio, descarga eléctrica o la falla del equipo.
- No conectes ni desconectes el cable de la impresora con las manos húmedas.
- Asegurá que la impresora se encuentre correctamente enchufada antes de ponerla en funcionamiento.
- Evitá colocar alguna parte del cuerpo dentro de la impresora cuando se encuentre imprimiendo y hasta 10 minutos después de que haya finalizado una impresión. Tené en cuenta que tanto la boquilla como la cama de impresión se encontrarán a más de 40° C y pueden causar grave daño.
- No limpies la impresora cuando esté enchufada. Cuando limpies el polvo y restos de impresión, hacelo con un trapo seco.

- Si la impresora emite humo o comienza a realizar ruidos anormales, dejá de imprimir inmediatamente y apágala.
- Evitá colocar la impresora en un ambiente con muchas vibraciones u otros factores que produzcan inestabilidad.
- Evitá colocar objetos pesados sobre la impresora.
- Al mover la impresora, hazelo con mucho cuidado y evitá tocar el interior de la estructura. Se recomienda volver a calibrar el equipo luego de cualquier movimiento.
- Ubicá la impresora en un ambiente ventilado, frío, seco y libre de polvo.
- No dejes la impresora trabajando toda la noche o encendida.
- Si no se utiliza la impresora por más de 2 semanas, retirá el filamento y guardalo de forma que no quede expuesto. En lo posible, cerralo al vacío y colocale una bolsa de gel de sílice (un compuesto que absorbe la humedad): si el filamento queda expuesto a la humedad por mucho tiempo, pierde sus propiedades y puede provocar obstrucciones en la impresora. Para verificar el estado del filamento, puede doblarse y observar si se quiebra con facilidad. Si esto sucede, ha sido afectado por la humedad y ya no es recomendable utilizarlo.

7. Glosario

ABS

Sigla en inglés de *acrylonitrile butadiene styrene*. Véase **acrilonitrilo butadieno estireno**.

acrilonitrilo butadieno estireno

Polímero de gran resistencia que se utiliza en la impresión 3D.

brim

Voz inglesa. Técnica para evitar la curvatura y el despegado de las piezas. Consiste en crear una capa que se imprime en el perímetro de la pieza. Es más fácil de eliminar que el *raft*.

buildplate

Voz inglesa. Véase **cama de impresión**.

CAD

Sigla de *computer-aided design*. Diseño asistido por computadora.

CAE

Sigla de *computer aided engineering*. Ingeniería asistida por computadora.

CAM

Sigla de *computer-aided manufacturing*. Véase **FAC**.

cama de impresión

Superficie sobre la que la impresora 3D crea los objetos. También denominada **cama de construcción o base de impresión**.

cama caliente

Superficie de impresión en los casos en los que la impresora cuenta con una cama de impresión que puede elevar su temperatura para generar una mejor adherencia.

CNC

Sigla en inglés de *computer numerical control*. Véase **control numérico computarizado**.

código G

Código de programación muy utilizado en fresadoras, cortadoras, tornos e impresoras 3D con tecnología FDM. El G-Code brinda instrucciones a las máquinas sobre la trayectoria que deben seguir y la velocidad de los movimientos.

control numérico computarizado

Sistema de automatización de máquinas que son operadas mediante comandos programados. En una máquina CNC, a diferencia de una máquina convencional o manual, una computadora controla la posición y velocidad de los motores que accionan los ejes de la máquina. Gracias a esto, puede hacer movimientos difíciles de lograr manualmente como círculos, líneas diagonales y figuras complejas tridimensionales.

curvatura de las piezas

Problema frecuente en la impresión 3D por extrusión de termoplásticos. Se produce cuando las piezas se despegan de la base de impresión curvándose hacia arriba. Una forma de solucionarlo es utilizar una cama caliente o superficies más rugosas como base de impresión.

extruir

Es la acción de colocar material sobre la base de impresión, a través de un extrusor que lo va depositando en forma de hilo. El mecanismo encargado de la extrusión es el extrusor, conformado por un motor y un cabezal con abertura.

FAC

Sigla de *fabricación asistida por computadora*.

falda

Técnica para asegurar que el extrusor funciona correctamente antes de imprimir la pieza. Consiste en extruir un perímetro, un marco, alrededor de la pieza antes de comenzar a imprimir la misma o el *raft*. También es útil cuando se realizó previamente un cambio de material porque purga los restos del anterior.

filamento

Es un elastómero termoplástico flexible usado para imprimir piezas elásticas en impresoras 3D por FDM.

FDM

Sigla en inglés de *fused deposition modeling*. Modelado por deposición fundida.

FFF

Sigla en inglés de *fused filament fabrication*. Fabricación con filamento fundido.

G-CODE

Véase **código G**.

infill

Véase **relleno**.

laminado

Se realiza por medio de un programa especializado que tiene la capacidad de descomponer un modelo en cientos de capas alineadas, generar la información necesaria para imprimirlas y conformar así la pieza completa. Los programas de laminado también determinan el espesor de las capas, la densidad del relleno, el uso de soportes, etc.

nozzle

Voz inglesa. Boquilla al final del extrusor por la cual sale el material caliente durante la impresión.

OBJ

Acrónimo de *object* ('objeto'). Formato de archivo tridimensional.

perímetro

Cáscara de la pieza que se va a imprimir. Es uno de los parámetros que se configura previo a la impresión, en función del requerimiento de resistencia de la pieza.

PLA

Ácido poliláctico o poliácido láctico, es uno de los materiales más utilizados en la impresión 3D.

printing bed

Voz inglesa. Véase **cama de impresión**.

raft

Voz inglesa. Técnica para evitar la curvatura y el despegado de las piezas. Consiste en crear una superficie debajo de la pieza. Si se levanta alguna parte de la impresión será la superficie de *raft* y no la pieza. Suele ser más difícil de eliminar tras la impresión que el *brim*.

relleno

Parámetro que define la solidez de una pieza y que se establece en función de las fuerzas que deba soportar el objeto impreso. A mayor porcentaje, mayor densidad y, por lo tanto, mayor resistencia. El relleno se realiza a partir de un entramado que tiene un patrón determinado (cuadrulado, lineal, hexagonal, etc.)

shell

Voz inglesa. Ver **perímetro**.

sinterizado selectivo por láser

Tecnología de impresión 3D. Es un tipo de impresión por láser que, al igual que la estereolitografía, utiliza la impresión por capas, aunque en lugar de un láser que solidifica un líquido, el láser es de mayor potencia y sintetiza polvo de plástico.

Antes de la impresión, el objeto se diseña utilizando un *software* de CAD. Luego, el modelo es enviado a una impresora en formato numérico (código G). A partir de ese código, la impresión se realiza capa por capa, fusionando un lecho de polvo formado por pequeñas partículas de plástico, de cerámica o de metal gracias a la temperatura que genera un láser CO₂.

El material más utilizado para este tipo de impresión es la poliamida/nailon, aunque también se utiliza poliamida con carga de fibra de vidrio.

slicing

Voz inglesa. Véase **laminado**.

SLS

Sigla en inglés de *selective laser sintering*. Véase **sinterizado selectivo por láser**.

skirt

Voz inglesa. Véase **falda**.

SLA

Sigla en inglés de *stereo lithography apparatus*. Estereolitografía.

STL

Sigla en inglés de *Standard Triangle Language*. Tipo de archivo informático de diseño asistido por computadora que define geometría de objetos 3D.

warping

Voz inglesa. Véase **curvatura de las piezas**.

8. Bibliografía de referencia

DeMarco, M., Dippold, S., Lentz, D. y Snider, J. (2017) *MakerBot Educator's Guidebook. The Definitive Guide to 3D Printing in the Classroom*. MakerBot Publishing: Brooklyn, Nueva York. Recuperado de http://pages.makerbot.com/rs/444-ZTM-866/images/MakerBot_Educators_Guidebook_vf2.pdf

Hacedores.com. (2014, 18 de abril). Fabricación aditiva o sustractiva, ¿cuál elegir? *Hacedores.com*. Recuperado de <http://hacedores.com/fabricacion-aditiva-o-sustractiva-cual-elegir/>

MakerBot Education (2015). *Makerbot in the classroom. An Introduction to 3D printing and design*. MakerBot Publishing: Brooklyn, Nueva York. Recuperado de <http://pages.makerbot.com/rs/444-ZTM-866/images/MAKERBOT%20IN%20THE%20CLASSROOM%20TEASER.pdf>

Nemcansky, K. et al. (2017). *Manual básico FDM I3D*. Buenos Aires: Centro de investigación y desarrollo en diseño industrial INTI. Recuperado de <https://www.inti.gob.ar/publicaciones/descargac/542>