

Pruebas de overhang en impresión FDM

Proyecto final de Impresión 3D
Martina Witjaksana Rasjidgandha
26 de Julio de 2019

Objetivo

A partir de un mismo diseño se harán varias impresiones en FDM variando algunos parámetros de impresión, para comprobar cómo los cambios afectan a la impresión de sus zonas de overhang.

Los overhang son las partes del modelo que, al sobresalir horizontalmente sobre a la base, son propensas a deformarse por la gravedad. En teoría, el ángulo límite para una impresión segura es de 45° respecto la vertical, ya que el ancho del hilo tendría un 50% de apoyo sobre la capa anterior. Para ángulos mayores normalmente se recomienda añadir soportes. Pero hay otros factores que ayudarían a que el filamento se solidifique antes de que le afecte su propio peso (como el tamaño de las partes de overhang, la temperatura o la velocidad de impresión), pudiendo tal vez prescindir de soportes.

El modelo de prueba “Curve Overhang Test” tiene ángulos de 40° a 75° en superficies rectas, curvas cóncavas y curvas convexas. Imprimirlo con los parámetros por defecto de Cura salió mejor de lo que esperaba, los overhangs de hasta 55° quedaron limpios, y los demás no tenían descuelgues. El resto de tests se imprimirán con la variación “Curve Overhang Test Halved” porque tiene sólo los ángulos problemáticos (60° a 75°) y se imprime en casi la mitad de tiempo.

Imprevistos

El buen resultado de los parámetros por defecto de Cura debe a que Cura añade “suelos” a los overhang, que actúan como un soporte inverso. No he encontrado cómo editar sus valores, y sólo he podido quitarlo desactivando directamente la capa inferior, que he preferido no hacer. Con esto, los overhang del proyecto no se están imprimiendo realmente “al aire”.

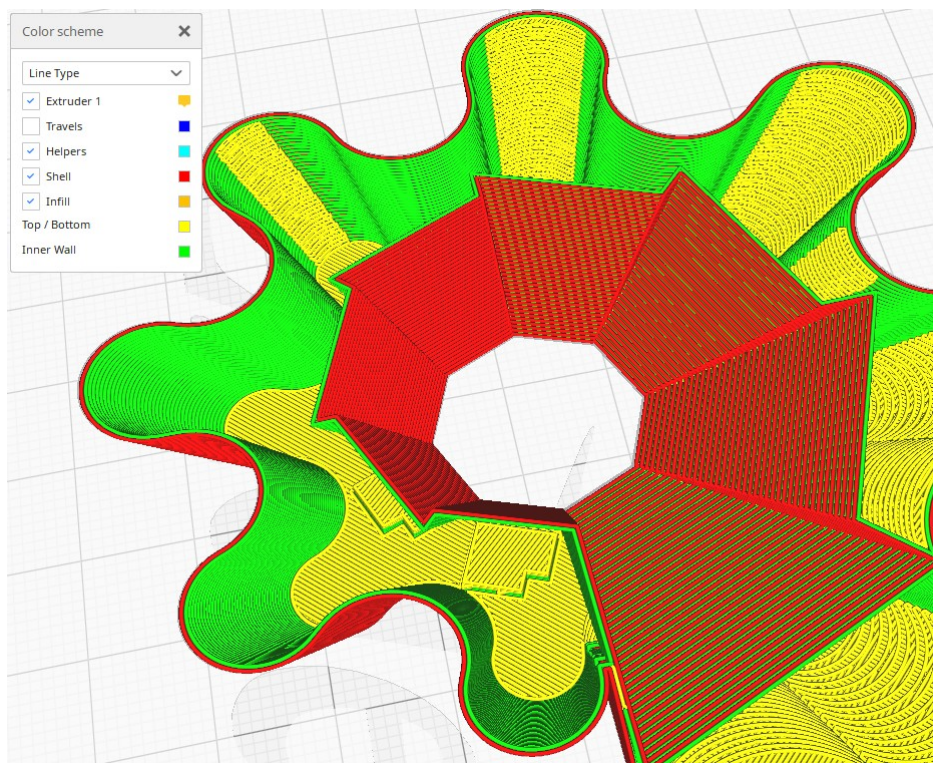


Imagen 1: La capa inferior (bottom, en amarillo), aparece en las pendientes de los ángulos pronunciados.

Otro imprevisto ha sido la aparición de stringing, filamentos residuales que el nozzle va dejando cuando se desplaza sin imprimir. Se puede evitar habilitando la retracción. El problema es que, por defecto, Cura tiene esta opción activada (en Material/Enable Retraction) junto con otra que la inhabilita (Travel/Combing Mode). Si se desactiva el combing, las retracciones

añaden más tiempo de impresión (20% más según la previsión de Cura). Decidí no cambiarlo sólo para imprimir más rápido.

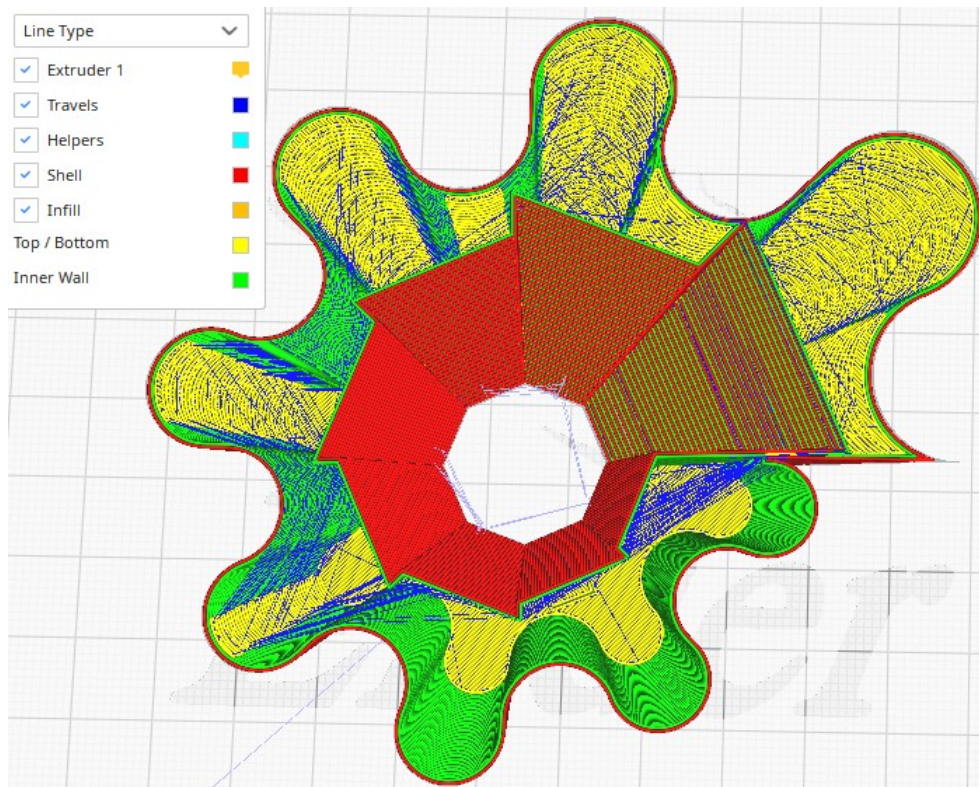


Imagen 2: La líneas en azul oscuro (travels) representan los desplazamientos sin extrusión.



Imagen 3: Stringing en la impresión, coincide con el preview de Cura.

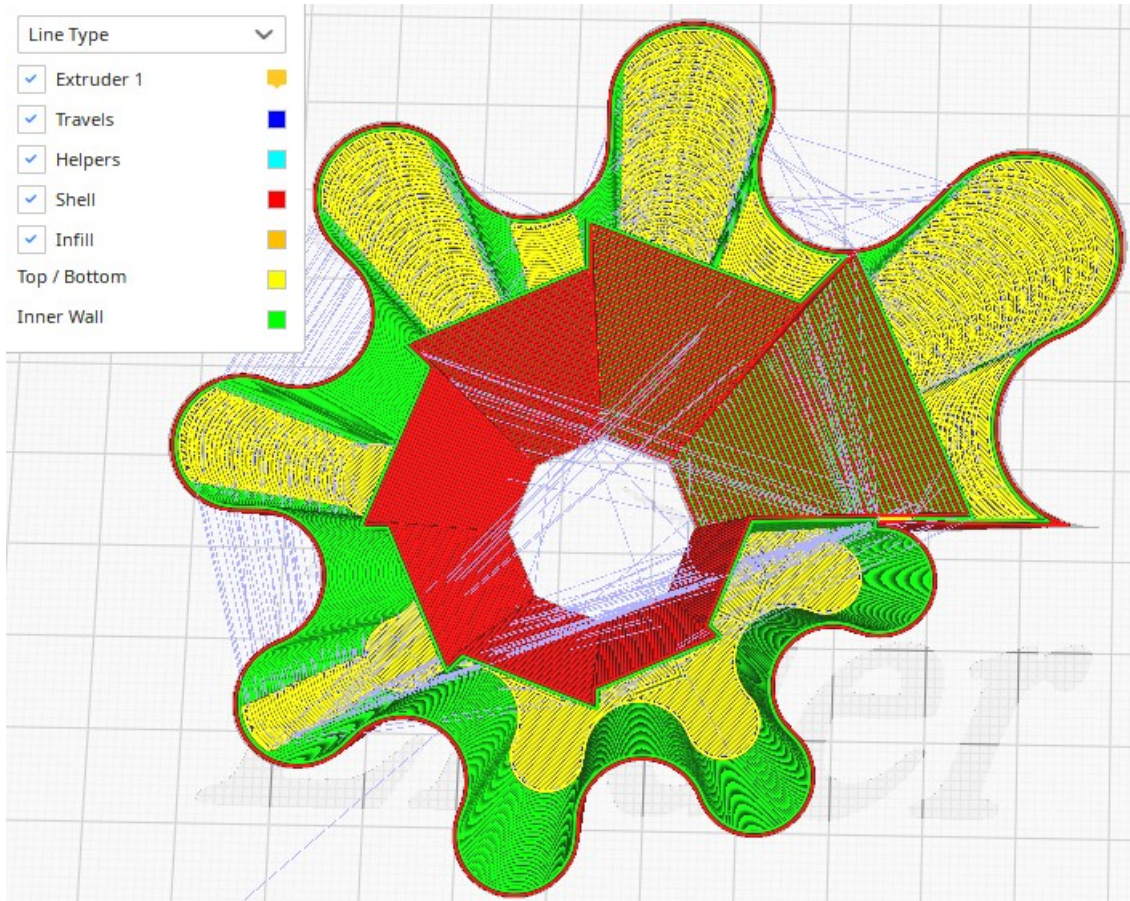


Imagen 4: Preview de Cura desactivando el Combing Mode. Siguen apareciendo los desplazamientos sin extrusión en azul claro, y ahora no se limitan al perímetro del modelo. Por falta de tiempo, no se pudo imprimir y comprobar si el cambio arregla el stringing.

Método

- Impresora

Creality Ender 3

Área de impresión: 220x220x250mm

Velocidad máxima: 180mm/s

Temperatura máxima del nozzle: 255°C

Temperatura máxima de la cama: 110°C

- Software de corte:

Ultimaker Cura 4.1.0

- Diseños a imprimir:

- “Curve Overhang Test” (<https://www.thingiverse.com/thing:2151369>) por Ryan Huang ([yyh1002](#) en thingiverse)
- “Curve Overhang Test Halved” (<https://www.thingiverse.com/thing:3071469>) por Jonas Idebrant ([printingotb](#)), variación del modelo anterior.

- Parámetros constantes:

- Grosor de pared: 0,8 mm (2 líneas de 0,4 mm)
- Grosor superior: 0 mm
- Grosor inferior: 0,6 mm
- Relleno: 0%
- Temperatura de cama: 60°C con BuildTack
- Ventilador: 100%
- Soporte: No
- Adherencia a la placa de impresión: Ninguna
- Control de jerk y de aceleración activados
- Material: PLA color verde

- Parámetros variables:

- Altura de capa: 0,1mm a 0,2mm
- Temperatura de nozzle: de 170°C a 200°C
- Velocidad de impresión: de 20mm/s a 60mm/s

Resultados

- Parámetros por defecto (0):

Altura de capa: 0,2mm

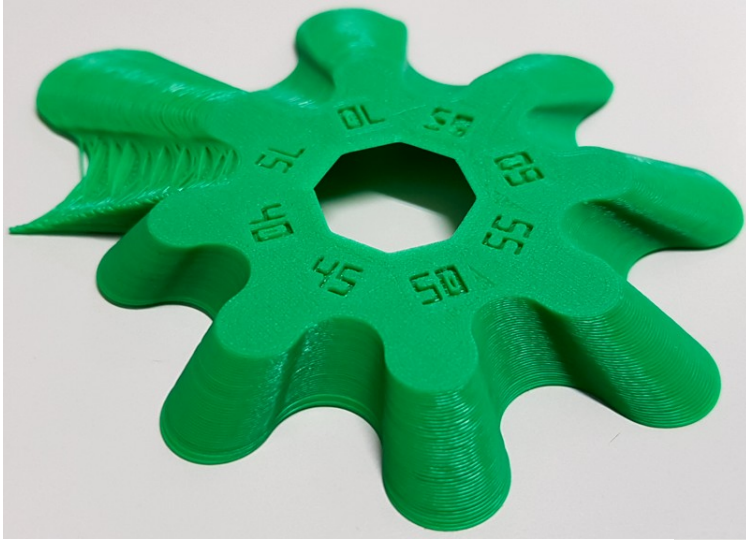
Temperatura: 200°C

Velocidad: 60mm/s

- CE3_OvTest_01.gcode:

49 min de impresión

2,14 m de filamento



- CE3_OvTest_02.gcode:

35 min

1,45 m



- Alturas de capa (A):

- CE3_OvTest_A1.gcode: 0,15 mm 47 min 1,47 m
(no se imprimió por falta de tiempo)

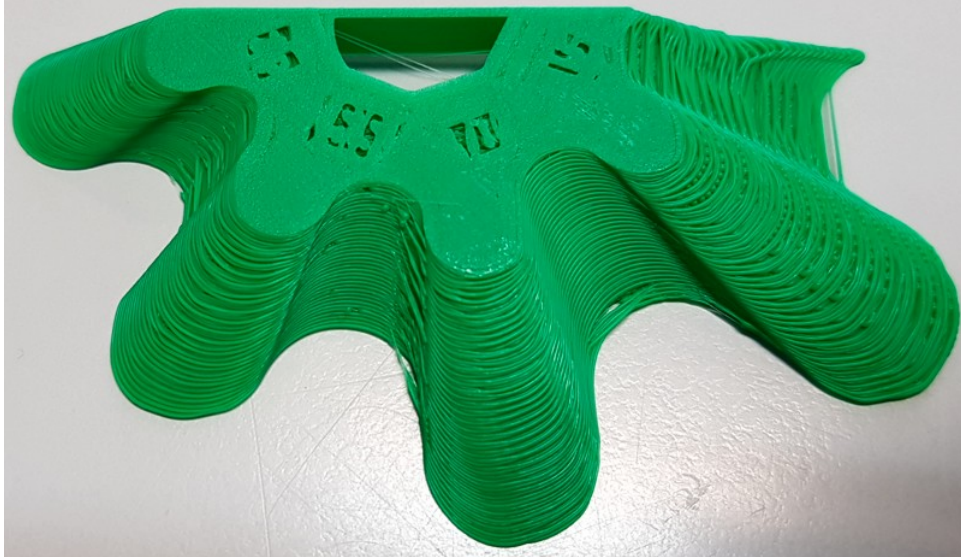
- CE3_OvTest_A2.gcode: 0,1 mm 70 min 1,49 m



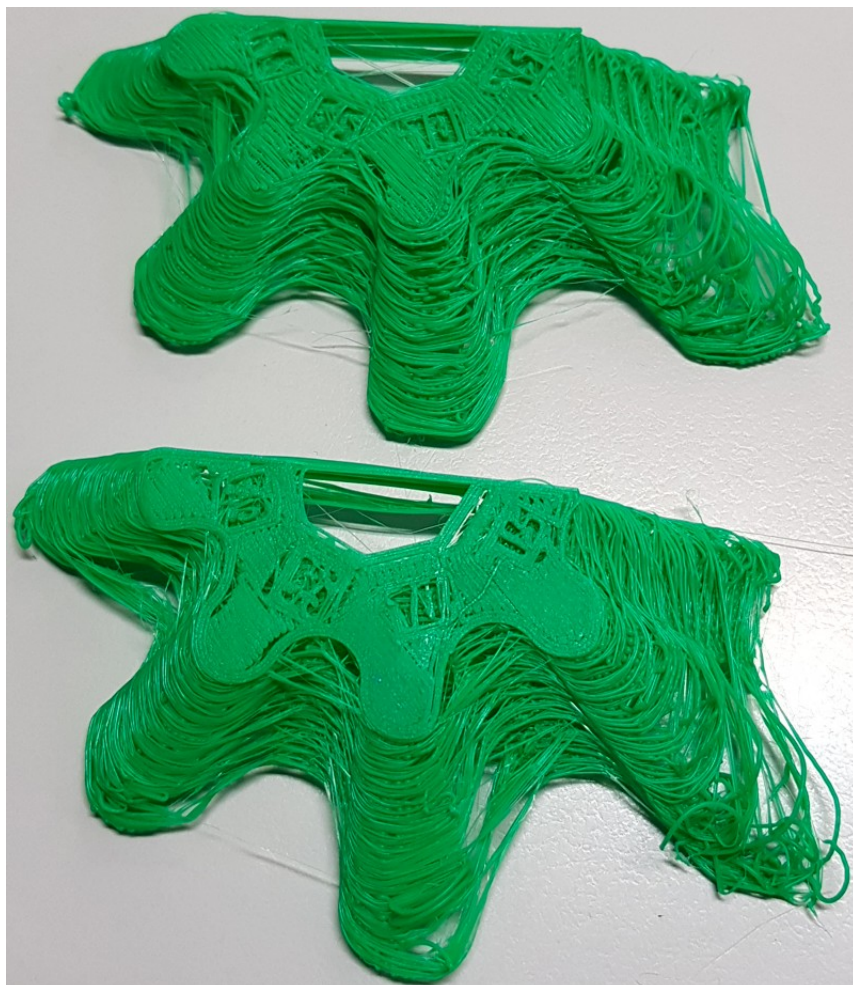
- Temperaturas (T):

- CE3_OvTest_T1.gcode: 190°C 35 min 1,45 m
(no se imprimió por falta de tiempo)

- CE3_OvTest_T2.gcode: 180°C 35 min 1,45 m



- CE3_OvTest_T3.gcode: 170°C 35 min 1,45 m



- Velocidades (V):

- CE3_OvTest_V1.gcode: 50mm/s 38 min 1,45 m
(no se imprimió por falta de tiempo)
- CE3_OvTest_V2.gcode: 35mm/s 48 min 1,45 m
(no se imprimió por falta de tiempo)
- CE3_OvTest_V3.gcode: 20mm/s 74 min 1,45 m



Conclusión

Con cada variación de parámetros se esperaba una mejora sobre la impresión por defecto, y no ha sido así para nada. El overhang cóncavo de 75° mejoró mucho bajando la altura de capa a 0,1mm, pero el resto de la impresión está menos limpia. Puede que el de 20mm/s de velocidad sea el de mejor resultado, aunque aún es insuficiente. Por otro lado, el que la numeración de las bases hayan perdido nitidez en algunas impresiones puede que se deba a errores de calibración. También se esperaba tener mejores resultados cobinando las diferentes variables, pero no se pudo hacer por falta de tiempo. En general, el proyecto ha quedado muy incompleto.

Bibliografía

- Dealing with Overhangs in 3D Printing
 - Flynt, Joseph (9 de junio de 2019) <https://3dinsider.com/3d-printing-overhangs/>
- How to Print Overhangs, Bridges and Exceeding the 45° Rule
 - Tyson, Ed (sin fecha) <https://rigid.ink/blogs/news/how-to-print-overhangs-bridges-and-exceeding-the-45-rule>
- The Importance of Fan Speed for PLA Overhangs
 - AddictedToComedy (6 de junio de 2017) https://www.reddit.com/r/3Dprinting/comments/6fnqjl/the_importance_of_fan_speed_for_pla_overhangs/
- Do lower speeds make better prints?
 - (5 de agosto de 2016) discusión en <https://community.ultimaker.com/topic/14778-do-lower-speeds-make-better-prints/>
- 3D Print Stringing – 5 Easy ways to Prevent It
 - Obudho, Brian (3 de abril de 2019) <https://all3dp.com/2/3d-print-stringing-easy-ways-to-prevent-it/>
- Enable Combing Mode in Cura
 - 3DME (21 de marzo de 2018) https://www.youtube.com/watch?v=FZQqGN0_tLY
- Manual de Ultimaker Cura – Travel settings
 - (sin fecha) <https://ultimaker.com/en/resources/52838-travel>
- Temperature effects with PLA printing
 - RichRap3D (28 de febrero de 2014) <https://richrap.blogspot.com/2014/02/temperature-effects-with-pla-printing.html>