

ORIGINAL PRUSA i3  
Extruder  
PRUSA RESEARCH

EVEDIT+

**E3D+VET**

ERASMUS+  
3D PRINTING  
VET CENTRES



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

148/8° 2 58.15  
49/8° 5100%  
sumD --- % 83144

# 04-A1 – Material formativo para los talleres

Directivas para la extracción y postprocesado de piezas en la impresión  
3D

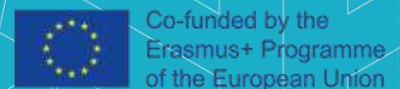
## Erasmus+ Para la inmersión de la impresión 3D en los centros de FP

Acuerdo de proyecto nº:  
2017-1-DE02-KA202-004159

*Este material está autorizado con arreglo a la licencia*  
**Creative Commons Attribution 4.0 International License**



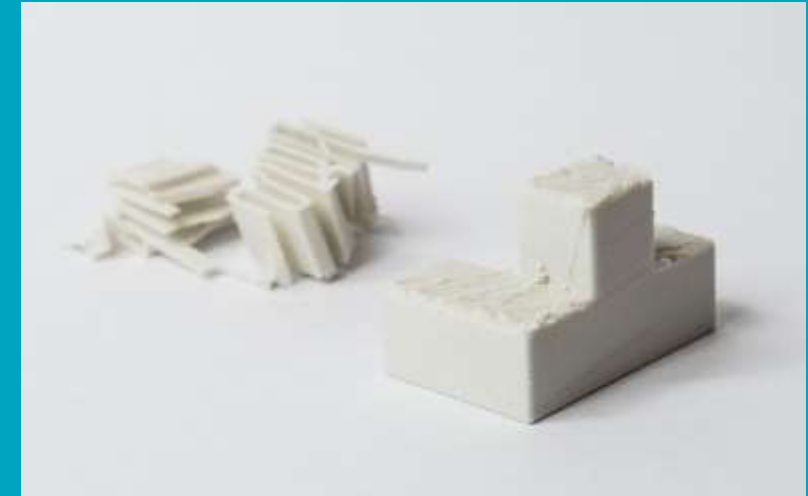
«El apoyo de la Comisión Europea para esta publicación no supone un respaldo de los contenidos, que reflejan únicamente el punto de vista de los autores. La Comisión no se hace responsable de cualquier uso que se le pueda dar a la información contenida.»





# Introducción

- El postprocesado conlleva todas aquellas acciones que se realizan después de haber sacado la pieza de la impresora 3D.
- El postprocesado es una operación sin valor añadido que incrementa los gastos generales y marca unos límites. Supone una complicación para el flujo de trabajo de la impresión 3D, añade gastos y retrasa el plazo de entrega.
- Para los laboratorios de impresión 3D es una molestia. Limita la frecuencia de uso de la impresora 3D, las posibles aplicaciones y los mercados a los que se abastece.



*Figura 1: Impresión MDF con apoyos que requiere postprocesado adicional [1]*

Existen **dos categorías** de postprocesado:

- **El postprocesado primario:** Incluye los pasos **obligatorios** que se han de realizar con todas las partes para que su uso sea adecuado en cualquier aplicación.
- **El postprocesado secundario:** incluye el acabado de partes **opcional** que mejora la estética o la función de la pieza. Este segundo postprocesado suele incluir lijado, relleno, imprimación y pintado. Sin embargo, también puede incluir, por ejemplo, mecanizado o chapado.



*Figura 2: Una pieza impresa en 3D a lo largo de su postprocesado. [2]*

Las operaciones de postprocesado se pueden automatizar, semiautomatizar o realizar de forma manual, se pueden procesar en serie o en lotes.

# Modelado por deposición fundida (MDF)

## Limpieza

El proceso de MDF tiene la ventaja de no necesitar una limpieza. Las piezas acabadas sin apoyos salen listas para su uso o para recibir un tratamiento posterior cuando haya acabado el proceso de impresión.

Los apoyos en las piezas de MDF se han de quitar a mano o ser disueltos en agua, según las características del material. Las impresoras de MDF pueden imprimir capas más gruesas y usar un relleno menor para los apoyos, lo que supone una impresión 3D más rápida y apoyos más fáciles de retirar.

Esto la hace ideal para aplicaciones como el prototipado rápido, con el que permite al usuario evaluar si la pieza es apta y pasar a otra impresión o proyecto.

## Minimizar los apoyos

- El primer paso para abordar los apoyos se toma antes de comenzar la impresión.
- En el proceso de diseño deberían minimizarse los apoyos necesarios. Entonces en el programa de corte, se debería elegir aquella orientación que usa menos apoyos estructurales.
- El objetivo es minimizar la cantidad de apoyos y, por tanto, la cantidad de trabajo y tiempo empleado en el postprocesado.

## Evaluar el material

- Para distintos métodos de procesado se necesitan distintas cantidades de tiempo según los materiales y tecnologías que se usen.

## Proceso de eliminación de apoyos

El procedimiento de postprocesado general del MDF para el **mismo material de apoyo** incluye:

- La retirada de las estructuras de apoyo (manual, en serie)
- Un lijado suave para eliminar los restos de las estructuras de apoyo (manual, en serie)

Cuando se usa un material de **apoyo soluble**, el postprocesado incluye:

- La retirada del apoyo en bruto (manual, en serie)
- El remojo para disolver apoyos (automáticos, en lotes).
- Detectar y eliminar cualquier resto que no se haya disuelto (manual, en serie)
- Limpieza y secado (manual, en serie)



*Figura 3: Ejemplo de retirada manual de un apoyo impreso. [1]*



# Postprocesado de ABS

Aunque la tecnología MDF consigue piezas listas para su uso, la calidad superficial de la impresión podría mejorar mucho.

Para el ABS, la forma más sencilla y eficaz de alisar la superficie de las piezas es con vapor de acetona.



*Figura 4: Limpieza del ABS con vapor de acetona [3]*

## ¿Qué hace falta?

1. Papel de cocina
2. Acetona
3. Papel de aluminio
4. Un recipiente sellado

## Para alisar la pieza impresa:

- Elimine todo el material sobrante que pueda de la impresión.
- Coloque papel de cocina en todas las paredes del recipiente de plástico.
- En un área bien ventilada, rocíe una pequeña cantidad de acetona en el suelo del recipiente y ponga papel de aluminio encima.
- Coloque la pieza impresa en el recipiente y déjela reposar unas horas, hasta que vea que la pieza se haya alisado como desee.
- Saque la pieza y déjela reposar unos minutos fuera para que se evapore la acetona.
- Ya tiene su pieza alisada y lista para exponerla.



*Figura 5: Ejemplo de pieza alisada con vapor de acetona*

# Postprocesado de PLA

La alternativa equivalente a la acetona para el PLA es el pulido a mano con tetrahidrofurano (THF), ya que la acetona no disuelve el PLA.



*Figura 6: Materiales para el pulido del PLA [3]*

## ¿Qué hace falta?

1. Guantes que no son de látex
2. Un paño para pulido incoloro sin pelusa
3. Tetrahidrofurano (THF)

## Pulir las piezas:

- Elimine todo el material sobrante que pueda de la impresión.
- Póngase los guantes sin látex y coja el paño para pulido.
- En un área bien ventilada, moje el paño en su THF y pula la pieza como si aplicara betún a sus zapatos. Hacer círculos es una buena forma de hacerlo.
- Deje que se seque la pieza una vez pulida (manténgala en un área bien ventilada) para que se evapore cualquier exceso de THF.

## Sinterizado selectivo por láser (SLS)

- El SLS funde material en polvo con un láser para conseguir piezas de alta precisión y buena resistencia.
- El SLS no necesita apoyo, ya que el propio polvo hace que la pieza esté en su sitio.
- Las piezas impresas presentan un acabado polvoroso y granuloso. El postprocesado de las piezas de SLS es una práctica frecuente.
- Los acabados se suelen añadir a las piezas de SLS para mejorar también su rendimiento.



*Figura 7: Tubos de ventilación fabricados con SLS que incluyen partes internas críticas para su diseño que no se podrían ejecutar tan fácilmente con medios convencionales. [4]*



## Acabado estándar

El acabado estándar del SLS es intrínsecamente áspero, parecido al de un papel de lija medio, puesto que la naturaleza del proceso de fusión se basa en el polvo.

Una de las ventajas de este acabado es que es muy adecuado para la pintura o el lacado.

- Acabado: ★ ★ ☆ ☆ ☆
- Tolerancia: ★ ★ ★ ★ ★
- Velocidad: ★ ★  
★ ★ ★

VENTAJAS	INCONVENIENTES
Todas las partes de SLS presentan este acabado (a no ser que se indique lo contrario)	Acabado con superficie granulada y mate
Buena precisión, pues la geometría general no se ve alterada	Opciones de color limitadas al color del polvo (suele ser blanco)
Bajo coste	

## Tambor vibrador (pulido por abrasión)

Para conseguir una textura más lisa, las piezas de SLS de nylon se pueden pulir en tambores o máquinas vibadoras.

Dentro del tambor, la pieza se mezcla con material abrasivo cerámico que vibra contra el objeto y gradualmente erosiona su superficie hasta conseguir un acabado pulido.

Este proceso tiene otro efecto pequeño en las dimensiones de la pieza pues termina por redondear los bordes más rectos.

- Acabado: ★ ★ ★ ★ ☆
- Tolerancia: ★ ★ ★ ☆ ☆
- Velocidad: ★ ★  
★ ☆ ☆

VENTAJAS	INCONVENIENTES
Superficie lisa excelente	No es adecuado para piezas frágiles
Se puede hacer con varias piezas al mismo tiempo	Elimina bordes rectos lo que puede afectar negativamente a la geometría



Figura 8: Pieza de SLS en el proceso de pulido por abrasión. [4]

## Tintado

El tintado es el método más rápido y económico para pintar las piezas impresas de SLS.

La porosidad de las piezas de SLS las convierte en ideales para este proceso. La pieza se sumerge en un baño de color caliente, lo que asegura la cobertura de todas las superficies interiores y exteriores. La variedad de colores es grande. El color solo penetra hasta una profundidad de 0,5 mm, es decir, el desgaste continuado de la superficie expondrá el color original del polvo tarde o temprano.

- Acabado: ★ ★ ★ ☆ ☆
- Tolerancia: ★ ★ ★ ★ ★
- Velocidad: ★ ★  
★ ★ ☆

VENTAJAS	INCONVENIENTES
Gran variedad de colores disponibles	Penetración del color solo a 0,5 mm
No afecta a las dimensiones de la pieza	No es un resultado con brillo
Se puede hacer con varias piezas al mismo tiempo	
Económico comparado con otros métodos de color	
Bueno para geometrías complejas	

## Estereolitografía (SLA):

Las impresoras 3D de SLA crean uniones químicas mediante un proceso de reticularización de fotopolímeros en capas de resina que generan piezas densas, estancas y herméticas.

La impresión con SLA está considerada la regla de oro del acabado de superficies lisas, con apariencia comparable a un método de fabricación tradicional como la mecanización, el moldeo por inyección y la extrusión. Por eso, generalmente el postprocesado solo incluye el curado y la retirada del apoyo.



*Figura 9: MDF (izquierda) vs SLA (derecha)  
[1]*

## Limpieza y curado

Cuando el proceso de impresión ha terminado, la pieza impresa se ha de limpiar en un alcohol isopropílico (IPA) para eliminar las resinas sin curar de la superficie. Después de que se sequen las piezas, algunos materiales requieren un postcurado, un proceso que ayuda para que la pieza alcance su máxima resistencia y estabilidad.



*Figura 9: Piezas postcuradas con luz UV [5]*

## Eliminación de apoyos

Después del secado y el curado, los apoyos se pueden quitar con facilidad. Las marcas de apoyo restantes se deben lijar para conseguir un acabado limpio.

Aunque el acabado estándar suele ser bueno con SLA, las piezas se pueden someter a tratamientos con mucha facilidad para distintas aplicaciones, como el mecanizado, imprimación o pintado.

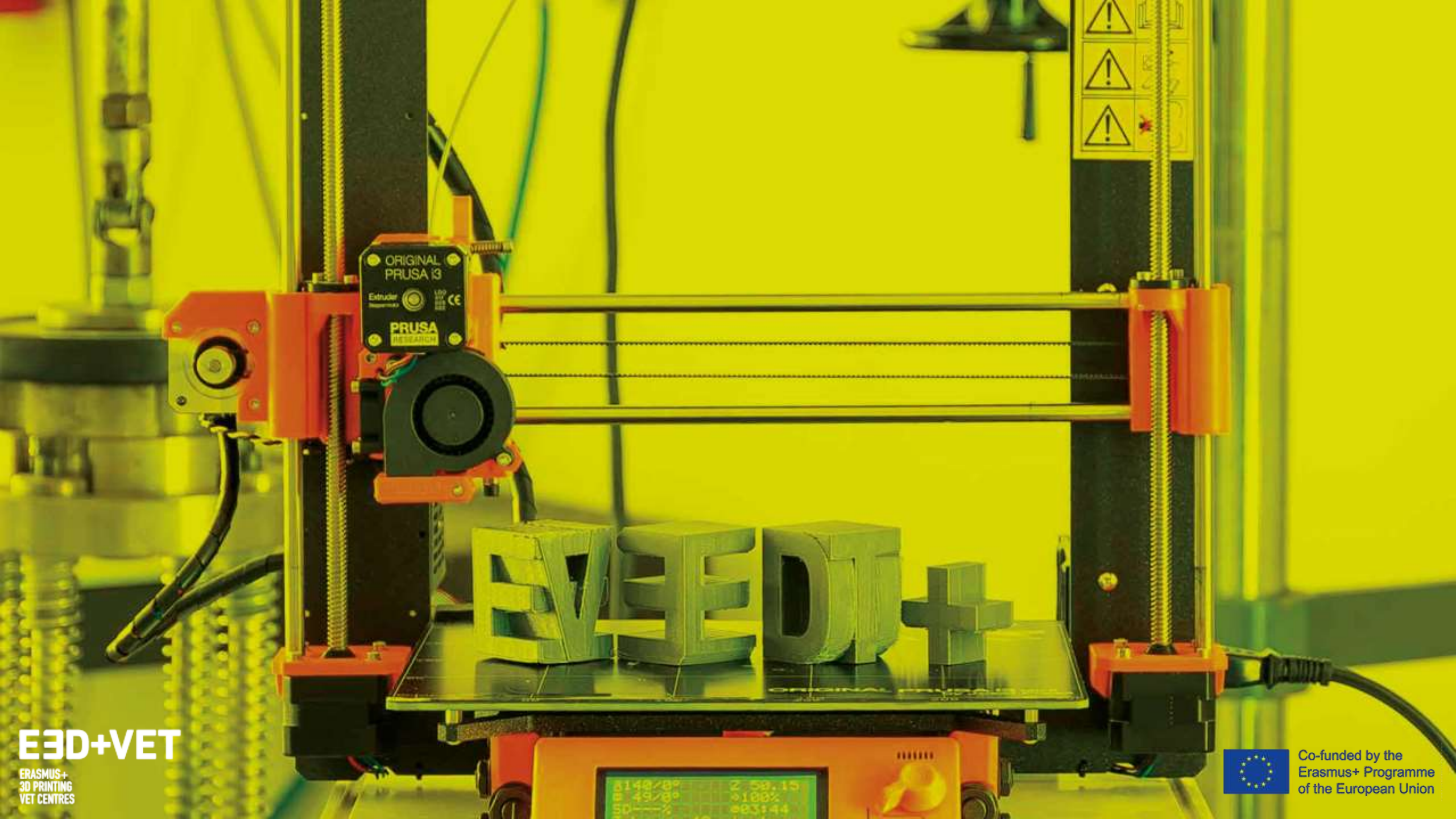


*Figura 10: Eliminación de apoyos con pinza de cizallamiento. [5]*



## Fuentes

- [1] Formlabs White Paper FDM vs. SLA. 2019. Fuente: <https://3d.formlabs.com/rs/060-UIG-504/images/FDM%20vs%20SLA.pdf>
- [2] Courtney Armstron (3D HUBS). Post processing for FDM printed parts. 2017. Fuente: <https://www.3dhubs.com/knowledge-base/post-processing-fdm-printed-parts>
- [3] Post Processing PLA and ABS Prints. 2017. Fuente: <https://pinshape.com/blog/post-processing-your-pla-and-abs-prints/>
- [4] Stratasys Direct Manufacturing, 3D Printing Materials: Choosing the right material for your application, 2015.
- [5] Post processing for SLA printed parts. 2017. Fuente: <https://www.3dhubs.com/knowledge-base/post-processing-sla-printed-parts>



ORIGINAL PRUSA i3  
Extruder  
PRUSA RESEARCH



**E3D+VET**

ERASMUS+  
3D PRINTING  
VET CENTRES

148/8° 2 58.15  
49/8° 5100%  
sumD ---% 803144

 Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union