

# DuraForm® ProX™ PA

## Guía de materiales

Instrucciones originales



# CONTENIDO

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>IMPRIMIR PIEZAS CON MATERIAL DURAFORM® PROX PA</b> .....               | <b>4</b>  |
|          | <b>AVISO DE SEGURIDAD: MATERIALES</b> .....                               | <b>4</b>  |
|          | <b>CÓMO FUNCIONA EL PROCESO DE DURAFORM PROX PA</b> .....                 | <b>4</b>  |
|          | Etapa de calentamiento .....  | 5         |
|          | Sobrecalentamiento .....  | 5         |
|          | Etapa de impresión .....  | 5         |
|          | Posibles problemas de impresión .....                                     | 5         |
|          | Interacción de las variables .....  | 6         |
|          | Etapa de enfriamiento .....   | 6         |
|          | Condensación en el proceso .....  | 6         |
|          | <b>MODOS DE IMPRESIÓN CON DURAFORM PROX PA</b> .....                      | <b>6</b>  |
|          | <b>IMPRESIONES PRELIMINARES Y DE PIEZAS</b> .....                         | <b>7</b>  |
|          | Calibración sin conexión del infrarrojo .....                             | 7         |
|          | Escalado y desviación de la impresión .....                               | 7         |
|          | Calcular los valores de escalado y desviación .....                       | 7         |
|          | <b>CONFIGURACIÓN DE LA IMPRESIÓN</b> .....                                | <b>7</b>  |
|          | Orientar los archivos STL .....   | 8         |
|          | Definición de los detalles minuciosos .....                               | 8         |
|          | Compensación del haz del láser .....                                      | 8         |
|          | Resistencia de los detalles .....   | 8         |
|          | Acabado de la superficie .....  | 8         |
|          | <b>INSTRUCCIONES DE POSICIONAMIENTO Y ORIENTACIÓN DE LAS PIEZAS</b> ..... | <b>8</b>  |
|          | Cilindros .....   | 8         |
|          | Triángulos .....  | 9         |
|          | Secciones transversales .....   | 9         |
|          | Duplicación .....   | 9         |
|          | Características y "efecto escalera" .....                                 | 9         |
|          | Cajas cerradas, cilindros y formas .....                                  | 9         |
|          | Anidado .....   | 10        |
|          | Ensamblaje de superficies .....   | 10        |
|          | <b>ANTES DE CADA IMPRESIÓN</b> .....                                      | <b>10</b> |
|          | <b>REINICIAR UNA IMPRESIÓN TERMINADA</b> .....                            | <b>10</b> |
|          | <b>FILTRADO DEL MATERIAL</b> .....  | <b>10</b> |
|          | <b>RECICLADO DEL MATERIAL</b> .....                                       | <b>10</b> |
|          | Mezcla de material fresco y usado .....                                   | 11        |
|          | <b>LIMPIEZA DEL SISTEMA DE SLS</b> .....                                  | <b>11</b> |
| <b>2</b> | <b>POSTPROCESAMIENTO</b> .....  | <b>12</b> |
|          | <b>HERRAMIENTAS Y MATERIAL DE LIMPIEZA</b> .....                          | <b>12</b> |
|          | <b>PROCEDIMIENTOS DE LIMPIEZA</b> .....                                   | <b>12</b> |
|          | <b>REPARACIÓN Y UNIÓN DE PIEZAS</b> .....                                 | <b>12</b> |
|          | <b>LIJADO A MÁQUINA</b> .....   | <b>12</b> |
|          | <b>PROCEDIMIENTO DE LIJADO HÚMEDO</b> .....                               | <b>12</b> |
|          | <b>SELLADO E INFILTRACIÓN DE LAS PIEZAS</b> .....                         | <b>13</b> |
|          | <b>SELLADO CON POLIURETANO A BASE DE AGUA</b> .....                       | <b>13</b> |
|          | <b>SELLADO CON SELLADORES TÉRMICOS</b> .....                              | <b>14</b> |
| <b>3</b> | <b>PROPIEDADES Y MANIPULACIÓN</b> .....                                   | <b>15</b> |
|          | <b>HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD</b> .....                                   | <b>15</b> |

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
|          | <b>MANIPULACIÓN DE MATERIALES</b> .....                 | <b>15</b> |
|          | <b>ALMACENAMIENTO Y DESECHO DE LOS MATERIALES</b> ..... | <b>15</b> |
|          | Información general de almacenamiento .....             | 15        |
|          | Almacenamiento de DuraForm ProX PA.....                 | 15        |
|          | Desecho de los materiales .....                         | 15        |
| <b>4</b> | <b>SOLUCIÓN DE PROBLEMAS</b> .....                      | <b>16</b> |
|          | <b>INTRODUCCIÓN A LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS</b> .....    | <b>16</b> |
|          | Formato de la descripción de problemas.....             | 16        |
|          | <b>Z ADICIONAL</b> .....                                | <b>16</b> |
|          | <b>GRUMOS</b> .....                                     | <b>17</b> |
|          | <b>AGRIETAMIENTO DE LA PLACA DE IMPRESIÓN</b> .....     | <b>17</b> |
|          | <b>CRISTALES Y CONDENSACIÓN</b> .....                   | <b>18</b> |
|          | <b>DOBLECES: DURANTE LA IMPRESIÓN</b> .....             | <b>18</b> |
|          | <b>DOBLECES: DESPUÉS DE LA IMPRESIÓN</b> .....          | <b>19</b> |
|          | <b>ACRISTALAMIENTO: DURANTE LA IMPRESIÓN</b> .....      | <b>19</b> |
|          | <b>ACRECENTAMIENTO</b> .....                            | <b>20</b> |
|          | <b>DERRETIMIENTO: PLACA DE IMPRESIÓN</b> .....          | <b>20</b> |
|          | <b>ESCANEADO INCOMPLETO</b> .....                       | <b>21</b> |
|          | <b>SUPERFICIES RUGOSAS</b> .....                        | <b>21</b> |
|          | <b>SUMINISTRO INSUFICIENTE</b> .....                    | <b>22</b> |
|          | <b>VECTORES DESVIADOS</b> .....                         | <b>22</b> |
|          | <b>DESGASTE</b> .....                                   | <b>23</b> |
|          | <b>PIEZAS DÉBILES/POROSIDAD</b> .....                   | <b>23</b> |
| <b>5</b> | <b>APÉNDICE A – AVISO LEGAL</b> .....                   | <b>24</b> |
|          | <b>COPYRIGHT E IDENTIDAD CORPORATIVA</b> .....          | <b>24</b> |
|          | LIMITACIONES DE LA GARANTÍA Y RESPONSABILIDAD.....      | 24        |
|          | MARCAS COMERCIALES Y MARCAS REGISTRADAS .....           | 24        |

# 1 IMPRIMIR PIEZAS CON MATERIAL DURAFORM® PROX PA

DuraForm ProX PA es un plástico de producción diseñado para sistemas de SLS ProX de 3D Systems. También es un material de uso general, ideal para la impresión de piezas con detalles precisos y un acabado de la superficie liso. En esta guía se describe cómo utilizar el sistema de SLS ProX para imprimir piezas con el material DuraForm® ProX PA de 3D Systems. En este capítulo se detalla el proceso de impresión. Incluye los siguientes temas:

- [Aviso de seguridad: Materiales](#)
- [Cómo funciona el proceso del plástico DuraForm ProX PA](#)
- [Modos de impresión con el material DuraForm ProX PA](#)
- [Impresiones preliminares y de piezas](#)
- [Configuración de la impresión](#)
- [Instrucciones de posicionamiento y orientación de las piezas](#)
- [Antes de cada impresión](#)
- [Reiniciar una impresión terminada](#)
- [Filtrado del material](#)
- [Reciclado del material](#)
- [Limpieza del sistema de SLS](#)

## AVISO DE SEGURIDAD: MATERIALES

DuraForm ProX PA se diseñó y probó para los sistemas de SLS ProX de 3D Systems con 40 % de material fresco en el MQC. Consulte la sección "FILTRADO DEL MATERIAL" para obtener más información sobre el MQC. Puede acceder a las hojas de seguridad de los materiales (MSDS) en: <http://infocenter.3dsystems.com/production-printer-material/laser-sintering-sls>.



**Precaución:** Usar cualquier material que no sean los materiales certificados por 3D Systems puede provocar peligros para la salud y limitar la garantía del sistema de SLS.

## CÓMO FUNCIONA EL PROCESO DE DURAFORM PROX PA

El proceso del material DuraForm ProX PA presenta las siguientes características:

- El material se calienta ligeramente por debajo de su punto de derretimiento.



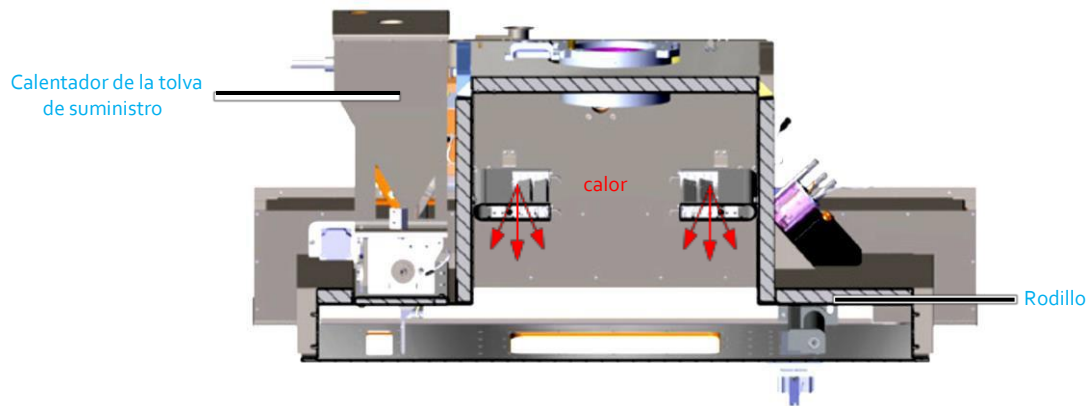
**NOTA:** Los puntos de temperatura pueden variar un poco de máquina a máquina, debido a las diferencias en las condiciones del material y los sensores.

- El material se procesa en una atmósfera inerte, rica en nitrógeno (máximo de 5,5 % de oxígeno).
- La transición de derretimiento del material permite que este se transforme de un estado sólido a uno líquido de baja viscosidad con una pequeña cantidad de energía láser.
- Imprimir con este material implica 3 etapas:
  - [ETAPA DE CALENTAMIENTO](#)
  - [ETAPA DE IMPRESIÓN](#)
  - [ETAPA DE ENFRIAMIENTO](#)



**ADVERTENCIA** El operario debe utilizar un aspirador aprobado para limpiar el exceso de material. 3D Systems recomienda un modelo ESD o a prueba de explosiones. Póngase en contacto con el Servicio al cliente de 3D Systems para obtener información sobre las opciones de compra.

## Etapa de calentamiento



Vista frontal de la cámara de impresión durante la etapa de calentamiento

- En la etapa de calentamiento, se estabiliza la temperatura de la cámara de impresión, la placa de impresión y la tolva de suministro.
- Esta etapa dura aproximadamente 60 minutos. Durante ese tiempo, los pistones de la placa de impresión se desplazan hacia abajo en pequeños incrementos (0,102 mm [0,004 pulgadas]) y el rodillo suministra material.
- Durante esta etapa, el sistema aumenta gradualmente la temperatura de la placa de impresión hasta el punto necesario (ligeramente por debajo del punto de derretimiento del material).
- En la tolva de suministro, se aumenta la temperatura del material gradualmente a la temperatura más alta posible en la que el material aún fluye libremente. Esto limita el choque térmico (enfriamiento) que se produce cuando el material suministrado entra en contacto por primera vez con la placa de impresión.

## Sobrecalentamiento

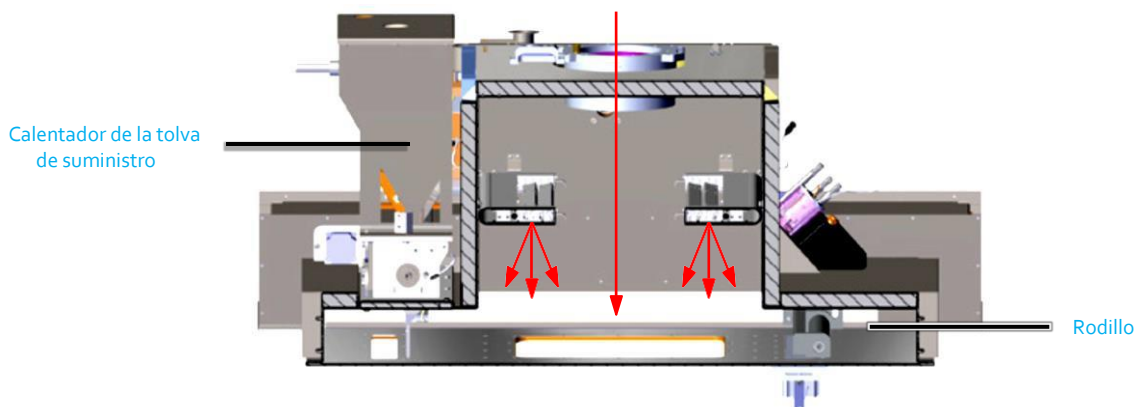
El perfil de impresión predeterminado del sistema de SLS ProX utiliza una técnica de "sobrecalentamiento". Esta técnica permite realizar la impresión más rápidamente y reduce posibles problemas como los dobleces. El sobrecalentamiento comienza durante la etapa de calentamiento. La placa de impresión alcanzará la temperatura de sobrecalentamiento que se necesita durante la impresión. Esta temperatura se mantendrá estable durante la transición a la etapa de impresión (más información a continuación). Una vez en la etapa de impresión, la temperatura disminuirá ligeramente y se mantendrá durante el resto de la impresión.

## Etapa de impresión

- Durante la etapa de impresión, la temperatura de la placa de impresión y la tolva de suministro se mantienen estables.
- Se utiliza energía láser para derretir el material en cada sección transversal sucesiva de la impresión.



**NOTA:** Los valores de energía láser varían según el resultado de impresión deseado.



Etapa de impresión

## Posibles problemas de impresión

- **Una cantidad excesiva de energía láser** afectará el material fuera de la sección transversal de la pieza y ocasionará un acrecentamiento.
- **Con una cantidad insuficiente de energía láser** no se logrará fusionar la pieza lo suficiente. Esto resultará en una pieza débil y porosa.
- Si la **temperatura de la placa de impresión es muy baja**, las piezas se doblarán cuando el láser las escanee.
- Si la **temperatura de la placa de impresión es muy alta**, será difícil extraer las piezas del bloque de impresión.

- Si la **temperatura del material suministrado es muy baja**, las piezas se enfriarán muy rápido cuando se aplique el material en la placa de impresión y se doblarán.
- Si la **temperatura del material suministrado es muy alta**, no se expulsará correctamente el material de la tolva y el conducto de suministro frente del rodillo.

## Interacción de las variables

Muchos de los problemas que se describieron anteriormente involucran variables que interactúan entre sí. Por ejemplo, un calor excesivo en la placa de impresión o una potencia excesiva del láser podrían ocasionar el acrecentamiento de la pieza. Consulte las secciones ["Acrecentamiento"](#) y ["Piezas débiles/Porosidad"](#) para obtener más información.

### Durante la impresión

- A medida que los pistones de la placa de impresión se desplazan hacia abajo, las piezas se cubren y comienzan a enfriarse lentamente.
- La masa y la geometría de las piezas influyen en la velocidad de enfriamiento. Si la velocidad de enfriamiento es demasiado alta, se pueden producir dobleces o deformaciones en las piezas después de la impresión. Si la velocidad de enfriamiento es demasiado baja, se puede producir un acrecentamiento de la pieza.
- El posicionamiento de la pieza en la impresora también influye en la velocidad de enfriamiento. Las primeras piezas impresas se enfrían más rápidamente. Los cambios de fase de primer orden, como la solidificación, se producen de forma isotérmica. La parte superior de las piezas no se enfriará hasta que toda la pieza se haya solidificado. Esto disminuye la velocidad de enfriamiento de las piezas construidas posteriormente.



**NOTA:** Un calentador de pistones calienta la parte inferior del pistón de la placa de impresión para disminuir la velocidad de enfriamiento. El calentador del cilindro del pistón se utiliza para ralentizar la velocidad de enfriamiento y mantener una temperatura constante en la placa de impresión.

Después de la purga de nitrógeno inicial, gas de reposición de nitrógeno fluye a un ritmo constante a través de la cámara de impresión durante el proceso de impresión. También fluye gas de nitrógeno a través de la ventana del láser y el cabezal del sensor infrarrojo. Además, se usa gas de nitrógeno para transportar el material desde el suministro de desbordamiento a la tolva de suministro.

## Etapa de enfriamiento

- La etapa de enfriamiento permite que el material, las piezas y el sistema de SLS se enfríen lo suficiente para quitar el bloque de impresión de la cámara de impresión.
- Es necesario usar nitrógeno en este proceso y la atmósfera inerte de la cámara se debe mantener.
- La duración de esta etapa depende del tamaño de la impresión. Una impresión de mayor tamaño demorará más tiempo en enfriarse. La etapa de enfriamiento dura aproximadamente entre una y dos horas.
- Una vez que finaliza esta etapa, el material y el sistema de SLS todavía están calientes.
- Debe dejar enfriar lentamente el bloque de impresión a temperatura ambiente antes de extraer las piezas. El núcleo del bloque de impresión debe estar a una temperatura inferior a 50 °C.
- Si extrae las piezas del bloque de impresión demasiado rápido, estas se pueden deformar o decolorar.
- Algunas geometrías de las piezas son más susceptibles a deformarse después de la impresión que otras.

## Condensación en el proceso

El plástico DuraForm ProX PA contiene una pequeña cantidad de material volátil que se evapora durante el procesamiento. Este material se condensa en las superficies frías de la cámara de impresión del sistema de SLS. Consulte la sección ["Cristales y condensación"](#) para obtener más información sobre cómo solucionar problemas de condensación.

- Al calentar el flujo de gas de nitrógeno que circula a través de la ventana del láser se evita que el material condensado se deposite en la ventana del láser.



**NOTA:** Es normal ver cierta condensación leve (o una película) en la ventana del láser después de una impresión. Sin embargo, una condensación excesiva en la ventana del láser podría bloquear la energía del láser y resultar en piezas débiles o porosas.

- Calentar el núcleo del sensor infrarrojo y el flujo de gas de nitrógeno que circula alrededor del cabezal del sensor infrarrojo ayuda a prevenir la condensación en los lentes del sensor infrarrojo. Una condensación excesiva en los lentes podría ocasionar lecturas incorrectas de la temperatura, lo cual podría resultar en material duro o derretido en la placa de impresión. Antes de cada impresión se debe inspeccionar el sensor infrarrojo y limpiarlo si es necesario.

La ventana del láser se debe limpiar antes de cada impresión. Consulte la sección ["Limpieza de la ventana del láser"](#) para obtener más información.

## MODOS DE IMPRESIÓN CON DURAFORM PROX PA

DuraForm ProX PA está disponible para el modo de producción estándar (SP), el modo de alta producción (HP) y el modo avanzado. 3D Systems ofrece archivos de configuración del material para los modos SP, HP y avanzado. Los ajustes del proceso en los archivos de configuración del modo de **SP** controlan los límites del sistema de SLS ProX para garantizar que el cliente obtenga el rendimiento que desea y eliminan las variaciones que pueden ocurrir durante el proceso de impresión estándar. El modo de **HP** ofrece a los usuarios tiempos de procesamiento más rápidos. Un buen punto de partida para comenzar a operar con este modo. Los ajustes del proceso para los archivos de configuración **avanzada** ofrecen a los usuarios avanzados mayor longitud de procesamiento.

El modo predeterminado y recomendado por 3D Systems es el modo de SP. Los ajustes del proceso en estos archivos de configuración optimizados proporcionan un buen punto de partida para comenzar a operar con este modo.

Consulte el [Boletín de información para los clientes \(Consejos e información\)](#) para obtener información más detallada sobre los modos de SP y HP. El CIB también incluye una lista de parámetros clave del proceso para imprimir sin inconvenientes. En el centro de información de 3D Systems puede encontrar información sobre las propiedades mecánicas y las densidades.

## IMPRESIONES PRELIMINARES Y DE PIEZAS

Antes de realizar la primera impresión, debe realizar la calibración sin conexión del infrarrojo. Consulte la [Guía del usuario de la impresora ProX SLS](#) para obtener instrucciones detalladas.

### Calibración sin conexión del infrarrojo

1. Coloque el sistema en modo de Operación manual. Cierre y trabe las puertas de la cámara de impresión.
2. Haga clic en el botón de calibración del infrarrojo.

### Escalado y desviación de la impresión

Al imprimir piezas con plástico DuraForm ProX PA, deberá realizar al menos una impresión preliminar para ajustar los parámetros predeterminados que utilizará cuando imprima las piezas.

El ingeniero o el operador deberá imprimir una pieza preliminar para verificar que se utilicen los parámetros de escalado y desviación adecuados. Para obtener más información, consulte las opciones de escalado y desviación del software de preparación de la impresión correspondiente.

Utilice los parámetros de las impresiones preliminares para imprimir las piezas reales. Durante la impresión, controle los puntos de referencia del láser y el calentador y compruebe la calidad de las piezas y el material durante el proceso de extracción.

### Calcular los valores de escalado y desviación

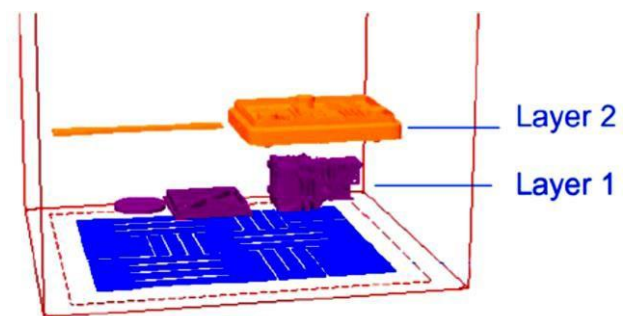
Consulte la sección de [Ayuda](#) en el software de preparación de la impresión correspondiente.

## CONFIGURACIÓN DE LA IMPRESIÓN

Consulte la sección de [Ayuda](#) en el software de preparación de la impresión correspondiente.

### Consejos para la preparación de la impresión

- El área de impresión óptima para las piezas es un rectángulo de 341 mm x 290 mm (13,5 pulgadas x 11,5 pulgadas).
- Le puede resultar útil organizar los archivos STL en capas para el trabajo de impresión. Separe las capas de las piezas en Z en 1,25 mm (0,05 pulgadas).
- Debido a las temperaturas altas de procesamiento, es posible que las piezas colocadas en la capa inferior de la impresión no se enfríen uniformemente y tiendan a doblarse durante la impresión. Consulte las secciones "[Dobleces: Durante la impresión](#)" y "[Dobleces: Después de la impresión](#)" para obtener más información.
- Si un archivo STL tiene una sección transversal gruesa, lo puede colocar más alto en el cilindro de impresión, por ejemplo, Z = 127 mm (5 pulgadas).
- Las secciones transversales gruesas que tienen características con cortes en X-Y o una profundidad de Z superior a 12,7 mm (0,5 pulgadas) son más propensas a experimentar dobleces después de la impresión. Para obtener más información, consulte la sección "[Dobleces: Durante la impresión](#)".



Archivos STL en diferentes capas



## Orientar los archivos STL

La aplicación de preparación de la impresión correspondiente se puede utilizar para orientar los archivos STL para mejorar ciertas características, por ejemplo, paredes delgadas, ganchos pequeños, texto, pequeños relieves o cortes.

## Definición de los detalles minuciosos

Si bien se puede lograr buena definición de las piezas en la superficie orientada hacia abajo y en la orientada hacia arriba, en general, la superficie orientada hacia arriba tendrá mejor definición.

## Compensación del haz del láser

Las compensaciones del haz del láser para el contorno y el relleno modelan el contorno de la pieza para compensar el ancho del haz del láser. Esto no compensa la contracción normal. Por el contrario, la compensación del haz del láser realiza un desplazamiento topológico y mueve las capas exteriores hacia el interior de la pieza. Ciertas características en relieve se hacen más pequeñas y otras, como los agujeros, más grandes. La compensación del láser se lleva a cabo en cada capa de la pieza, cuando se moldea.

Los valores de compensación del haz del láser se definen mediante los siguientes parámetros de compensación: compensación de relleno de X, compensación de relleno de Y, compensación de contorno de X y compensación de contorno de Y. Estos parámetros se establecen con el editor de escalado y desviación del software de preparación correspondiente.

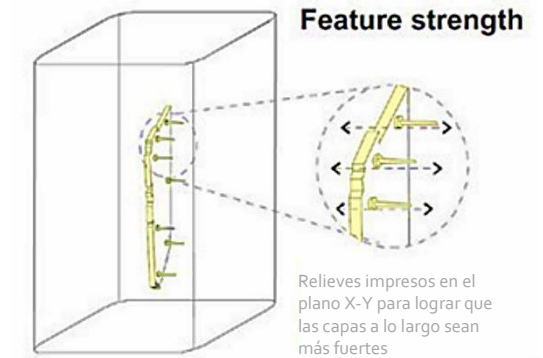
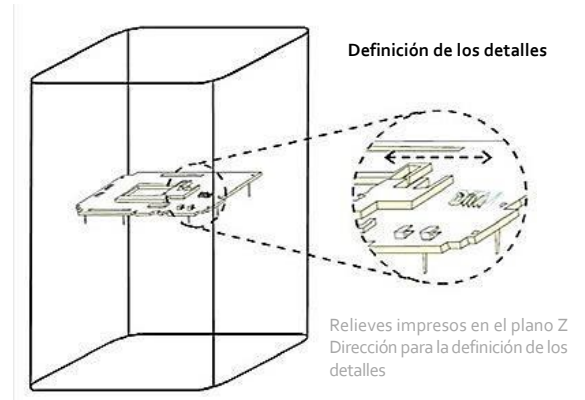
Si los valores de compensación son muy grandes, es posible que no se impriman los detalles muy pequeños (menos de 0,5 mm). Utilice la opción de vista previa para inspeccionar los cortes de la impresión.

## Resistencia de los detalles

Orientar las características que pueden no resistir el esfuerzo de flexión (tales como los broches y ganchos) en el plano X-Y, para que las capas de estas características estén orientadas a lo largo.

## Acabado de la superficie

En las superficies curvas que se imprimen en dirección Z se puede producir un "efecto escalera" a causa del proceso por capas.

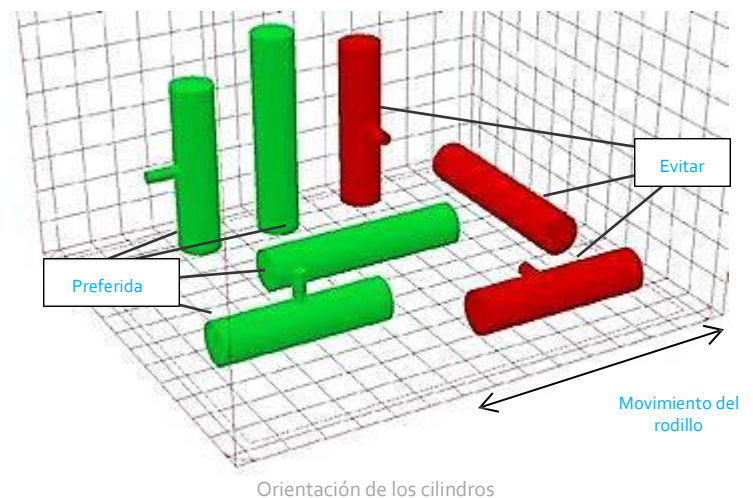


## INSTRUCCIONES DE POSICIONAMIENTO Y ORIENTACIÓN DE LAS PIEZAS

Hay varias reglas que se deben seguir, en lo posible, para garantizar que las piezas se impriman correctamente y el material tenga una mayor vida útil.

### Cilindros

Para imprimir cilindros, es mejor colocarlos verticalmente en el área de impresión. Esto evita que se produzca el "efecto escalera en Z" en los laterales del cilindro. Si el cilindro es muy largo y tiene un diámetro pequeño, se puede posicionar de costado. Imprimir un cilindro en posición horizontal es más rápido. Al imprimirlo en posición vertical se logra un mejor acabado de la superficie. Si el cilindro tiene un cilindro más pequeño unido y está en posición horizontal, asegúrese de que el cilindro más pequeño esté orientado hacia arriba. Si está en posición vertical, oriente el cilindro más pequeño en dirección al rodillo.





## Triángulos

Intente posicionar las piezas triangulares de manera tal que ninguno de los 3 lados quede perpendicular a la dirección del movimiento del rodillo y la base no esté en la parte superior. Esto genera menor resistencia para el material a medida que fluye en la placa de impresión, reduce la posibilidad de alteraciones y se logra una base más plana.

## Secciones transversales

Las secciones transversales grandes se deben colocar en la parte superior de la impresión para reducir la posibilidad de que se produzcan dobleces después de terminada la impresión. Si la sección transversal ocupa más de la mitad del área de impresión, se debe girar en relación con el eje Y lo suficiente para que se reduzca el área total a escanear. Esto reducirá la posibilidad de que se produzca un suministro insuficiente en una sección grande. Al rotar la pieza en relación con el eje Y se obtendrá mayor potencia de suministro que en relación con el eje X. Sin embargo, es posible que se produzca un suministro insuficiente si la sección en X es muy grande.

Rotar la pieza en relación con el eje Z también ayuda a reducir la distorsión. Por lo tanto, para piezas propensas a distorsionarse, tenga en cuenta que puede rotarlas en relación con el eje Z.

## Duplicación

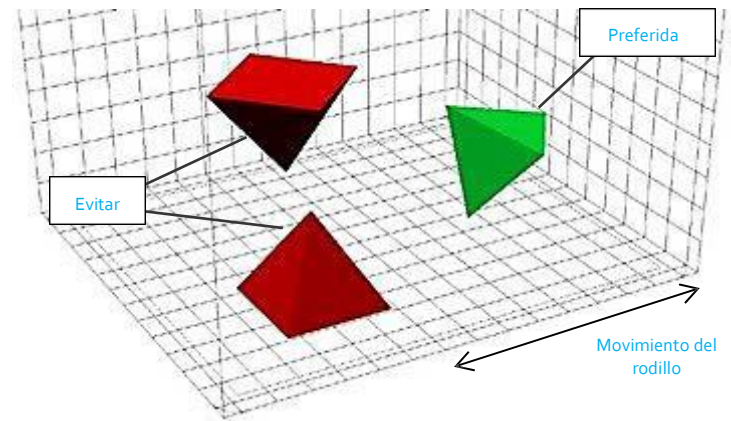
Si desea duplicar una pieza, para crear varias piezas iguales, preste especial atención a las secciones transversales totales de las piezas. Si hay un área de la pieza con una sección transversal medianamente grande, asegúrese de que las piezas no estén alineadas verticalmente, así las secciones transversales grandes se ubican en diferentes capas. Esto reducirá la posibilidad de que se produzca un suministro insuficiente en la placa de impresión de la pieza. Para mejorar la calidad de impresión, le recomendamos que se asegure de que los tiempos para cada capa sean lo más similares posible. También se pueden duplicar los parámetros. Para obtener más información, consulte la documentación disponible en la sección de ayuda del menú del software de preparación.

## Características y "efecto escalera"

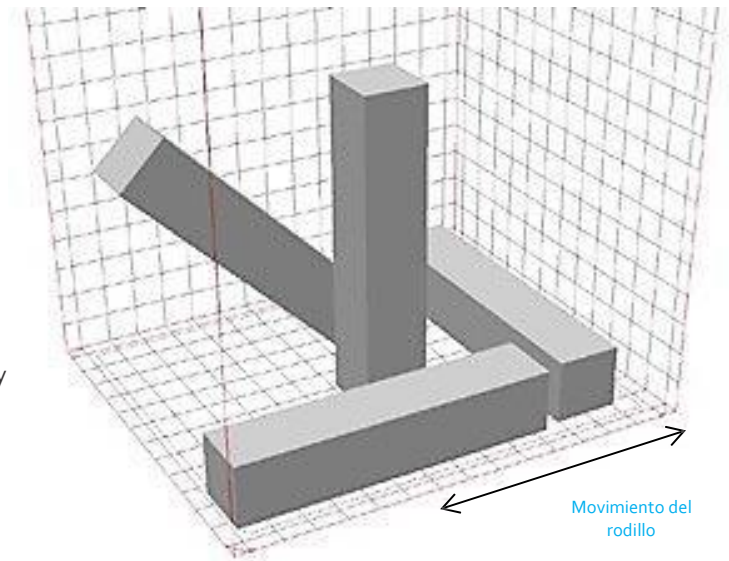
Oriente las piezas para lograr las características deseadas. Las características muy detalladas y las rotulaciones se imprimen mejor en las superficies de las piezas orientadas hacia arriba. En las superficies orientadas hacia abajo se produce un "efecto escalera" reducido o suavizado.

## Cajas cerradas, cilindros y formas

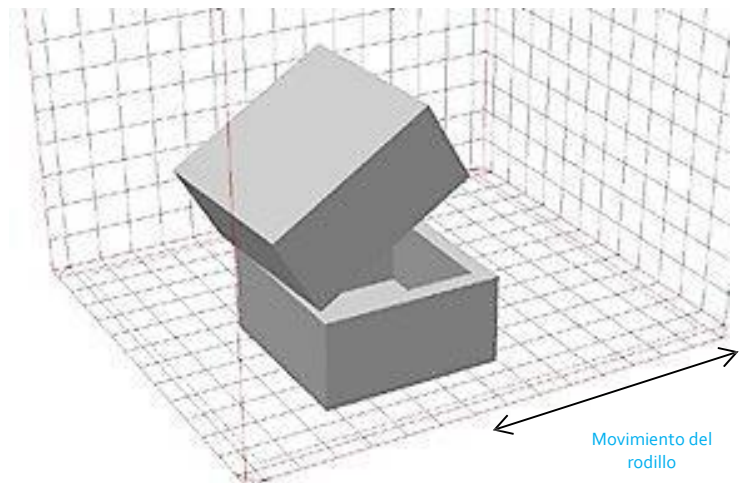
Las piezas geométricas cerradas en todos los laterales excepto uno se deben imprimir con el lateral abierto hacia arriba. Esto reduce la acumulación de calor en el bloque de impresión y la pieza, lo cual facilita la extracción de la pieza y extiende la vida útil del material.



Orientación de los triángulos



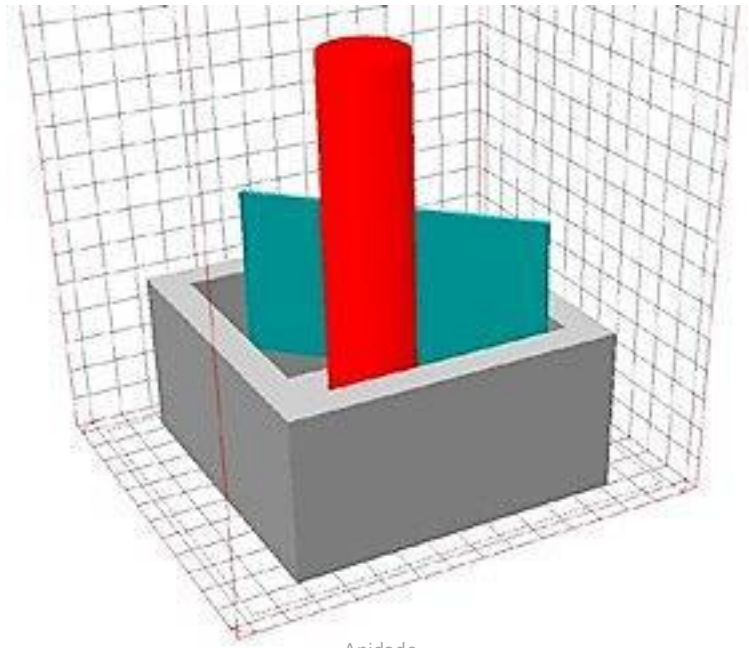
Orientación de las secciones transversales



Orientación para duplicar piezas

## Anidado

Puede anidar piezas más pequeñas dentro de piezas más grandes para aprovechar más el área de impresión, siempre y cuando sea posible extraer las piezas más pequeñas una vez finalizada la impresión. Si anida piezas, debe mantener una separación mínima de 0,250 pulgadas (6,35 mm) entre las paredes de cada pieza. La pieza de mayor tamaño que contiene las piezas anidadas debe estar orientada con el lateral abierto hacia arriba.



Anidado

## Ensamblaje de superficies

Las piezas compuestas por más de una pieza o que tienen superficies para ensamblar siempre se deben colocar de manera tal que las superficies para ensamblar se impriman con la misma orientación. Para lograr mayor planitud, es preferible que las superficies para ensamblar estén orientadas hacia arriba. Si no es posible, imprima las superficies para ensamblar en el eje Z. Imprimir las piezas con las superficies para ensamblar orientadas hacia abajo es la opción menos conveniente.

## ANTES DE CADA IMPRESIÓN

1. Compruebe que haya suficiente material en el sistema de MQC.
2. Revise los ajustes del flujo. Estos están disponibles en el panel colector del sistema principal, detrás del panel exterior.
3. Verifique que la temperatura del sensor infrarrojo sea de 77 °C. La temperatura se muestra en la ventana de estado. Si las puertas de la cámara de impresión están abiertas o no están bloqueadas, los calentadores del núcleo del infrarrojo estarán apagados.
4. Compruebe que la configuración del flujo de nitrógeno de la ventana del láser sea de 5 litros por minuto.



**NOTA:** Si cree que hay algún inconveniente con la temperatura del núcleo del infrarrojo, póngase en contacto con el Servicio al cliente de 3D Systems.

5. Inspeccione la ventana del láser antes de cada impresión y límpiela si es necesario. Consulte la sección “[Limpieza del sistema de SLS](#)” para obtener más información.

## REINICIAR UNA IMPRESIÓN TERMINADA

Si se terminó una impresión, es posible que no pueda reiniciarla con éxito. Las condiciones térmicas necesarias del material plástico DuraForm ProX PA, en general, no permiten que se reinicie con éxito una impresión terminada.

## FILTRADO DEL MATERIAL

Para usar el sistema de Control de calidad del material (MQC), consulte la [Guía del usuario de la impresora ProX SLS](#).

3D Systems sugiere las siguientes técnicas de filtrado para el material plástico DuraForm ProX PA:

- No retire el bloque de impresión de la cámara de impresión hasta que la temperatura de la placa de impresión sea de aproximadamente 85 °C. Permita que el bloque de impresión se enfríe hasta 50 °C antes de intentar extraer las piezas.
- Extraiga el material suelto del bloque de impresión con un cepillo. Separe el material suelto y blando en el contenedor de material usado del MQC y deseche el material duro o grumoso de la etapa final de extracción y limpieza de la pieza.
- Separe el material blando y suelto del bloque de impresión entre cada impresión.



**NOTA:** Al recoger el material del bloque de impresión, recupere únicamente el polvo suave del borde exterior. El polvo duro que tiene que desgranar se debe desechar.

## RECICLADO DEL MATERIAL

Para usar el sistema de Control de calidad del material (MQC), consulte la [Guía del usuario de la impresora ProX SLS](#).

Después de la impresión, el material suelto se puede filtrar y reutilizar para otra impresión. Es importante realizar los procedimientos de reciclado con frecuencia para conservar las propiedades del material. Si no se realizan los procedimientos de reciclado, las piezas se pueden contraer y se pueden producir imperfecciones en la superficie, por ejemplo, rugosidad. Además, se pueden reducir las propiedades mecánicas.

El material plástico DuraForm ProX PA es una fina mezcla de pequeñas partículas. A medida que se lleva a cabo la impresión, se expone el material al calor y la energía, y las partículas tienden a unirse a otras para formar partículas más grandes. Puede compensar esta tendencia a través del filtrado y la mezcla. El filtrado quita las partículas indeseadas, y la mezcla incorpora partículas nuevas de un tamaño adecuado.

### **Mezcla de material fresco y usado**

El sistema de MQC inicia un ciclo de mezclado cuando tiene suficiente material para generar un total de aproximadamente 40 litros de mezcla. Por ejemplo, para una proporción del 80 % de polvo fresco, necesita aproximadamente 32 litros en el recipiente de material fresco y 8 litros en el de material usado para iniciar un nuevo ciclo de mezclado. Para cualquier proporción de polvo fresco, el volumen mínimo necesario de polvo fresco y usado para iniciar un ciclo de mezclado se muestra en la pantalla de inicio del MQC.

**La proporción de polvo fresco predeterminada para el material DuraForm ProX PA es del 40 %.**

### **LIMPIEZA DEL SISTEMA DE SLS**

El material se puede acumular en el rodillo y en otras áreas de la cámara de impresión, así como en el sistema de MQC. Consulte los procedimientos en la [Guía del usuario de la impresora ProX SLS](#) para explorar la siguiente información sobre la limpieza:

- Limpiar el sistema de SLS entre impresiones
- Limpiar la ventana del láser
- Limpiar la sección del cuerpo negro
- Limpiar la pantalla de desbordamiento
- Limpiar el filtro de calcetín

En este capítulo se abordan varias técnicas para mejorar el acabado de las superficies después de la extracción. No se pretende presentar una lista exhaustiva de todas las técnicas de postprocesamiento. Muchas empresas desarrollan sus propias técnicas dependiendo de sus necesidades específicas. Este capítulo ofrece únicamente información básica sobre el acabado de las piezas impresas con material DuraForm ProX PA. Incluye lo siguiente:

- [Herramientas y material de limpieza](#)
- [Procedimientos de limpieza](#)
- [Lijado a máquina](#)
- [Procedimiento de lijado húmedo](#)
- [Sellado e infiltración de las piezas](#)
- [Sellado con poliuretano a base de agua](#)
- [Sellado con Superseal de Imprex](#)

## HERRAMIENTAS Y MATERIAL DE LIMPIEZA

A continuación, se ofrece una lista de las herramientas y los materiales de limpieza más comunes que puede usar para el postprocesamiento:

- Limas de mano
- Lijas curvas
- Lijas planas
- Papel de lija (grano de 150 aproximadamente)
- Granallado de vidrio de un tamaño recomendado de 70 a 140 µm.
- Paño de limpieza
- Tornillo de perno con brocas pequeñas
- Lijadora pequeña con bandas de papel de lija de grano 120

## PROCEDIMIENTOS DE LIMPIEZA

Antes de realizar cualquier otra técnica de postprocesamiento, limpie exhaustivamente las piezas. Para limpiar una pieza de plástico DuraForm ProX PA, siga estas instrucciones:

1. Quite el bloque de impresión de la cámara de impresión.



**Precaución:** 3D Systems le recomienda que deje que el bloque de impresión se enfríe a temperatura ambiente antes de extraer las piezas.

2. Elimine todo el material suelto para exponer la pieza.
3. Utilice herramientas apropiadas para quitar todo el material restante de las esquinas y los agujeros. Utilice una broca para limpiar los agujeros.
4. Con una granalladora para vidrio en 4,8 bar (70 psi), sostenga la pieza a aproximadamente 127 mm (5 pulgadas) de la boquilla y realice el granallado.



**NOTA:** Si coloca la pieza muy cerca de la boquilla, esta se puede "quemar" (decoloración superficial y desgaste).

Para lograr un mejor acabado de la superficie de la pieza, continúe con el "[Procedimiento de lijado húmedo](#)".

## REPARACIÓN Y UNIÓN DE PIEZAS

3D Systems recomienda los adhesivos EP90FR-V o EP21FRNS-2 para la reparación o unión de piezas impresas con material plástico DuraForm ProX PA.

## LIJADO A MÁQUINA

De ser necesario, puede utilizar una lijadora de banda pequeña (con banda de 5/16 pulgadas, de grano 120 y velocidad media) para eliminar capas de las paredes laterales de las piezas impresas con material plástico DuraForm ProX PA.

## PROCEDIMIENTO DE LIJADO HÚMEDO

Herramientas y equipos necesarios

- Papel de lija (grano de 220 a 1200)
- Agua corriente
- Paño o toalla de papel para secar la pieza

Complete los siguientes pasos para realizar el lijado húmedo de la pieza:

1. Sumerja la pieza limpiar en agua.
2. Lije la superficie hasta lograr el acabado deseado. Comience con una lija de grano 220 y, luego, de 320, 400, 600 y 1200.



**NOTA:** Después de usar la lija de grano 320, asegúrese de cambiar el agua con frecuencia.

## SELLADO E INFILTRACIÓN DE LAS PIEZAS

Las piezas impresas con material plástico DuraForm ProX PA se pueden sellar o infiltrar con una variedad de productos. Estos pueden ser: tapaporos, pintura, poliuretano, cianoacrilato (superpegamento) y epoxi.

Las piezas tienden a ser densas, por lo que es mejor usar productos de baja viscosidad o productos que se puedan rebajar, en especial, si no quiere que se modifiquen las dimensiones de la pieza.

Para lograr una infiltración completa, 3D Systems recomienda que utilice una cámara de vacío para infiltrar las piezas. Si solo necesita una capa de sellador superficial, el cepillado o la inmersión serán suficientes.



**Precaución:** Cuando trabaje con infiltrantes, hágalo en un área bien ventilada, tome las precauciones de seguridad adecuadas y use guantes resistentes a los disolventes.

Algunos productos sugeridos:

- **Selladores térmicos: Godfrey & Wing Inc.**

220 Campus Drive Aurora, OH 44202

Teléfono: +1.330.562.1440

Línea gratuita: +1.800.241.2579

Fax: +1.330.562.1510

<http://www.godfreywing.com/vacuum-impregnation/sealants/types-of-gw-sealants>

Referencia: 95-1000A + catalizador

- **Emulsión de acrílico UCAR Vehicle 443:**

Producto de Union Carbide: mezcle 72 % de la emulsión con un 28 % de agua para crear una mezcla sólida de 32 %. Sumerja las piezas en esta mezcla para recubrirlas. Luego, use un horno industrial a 70 °C para secar las piezas.

- **Cianoacrilatos:**

3D Systems recomienda Loctite 408. Cuando use cianoacrilatos, no se recomienda el uso de un horno industrial o una cámara de vacío. Consulte la sección "Reparación y unión de piezas" para obtener más información.

## SELLADO CON POLIURETANO A BASE DE AGUA

Puede utilizar cualquier sellador de poliuretano a base de agua para infiltrar y sellar piezas impresas con material plástico DuraForm ProX PA.

### Herramientas y equipos necesarios

- Bandejas de metal con la profundidad necesaria para sumergir las piezas
- Cepillo de espuma o aplicador (opcional)
- Horno industrial (opcional)
- Cámara de vacío (opcional)

### Procedimiento

1. Si lo desea, lije la pieza antes del sellado. Consulte la sección titulada "Procedimiento de lijado húmedo" para obtener más información.
2. Para recubrir e infiltrar la pieza con sellador, use uno de los siguientes métodos:
  - Coloque el sellador con un cepillo de espuma.
  - Sumerja las piezas en un recipiente con sellador durante 5 minutos. Si las piezas flotan, manténgalas sumergidas,
  - Para infiltrar completamente las piezas con paredes gruesas de más de aproximadamente 7,5 mm (0,3 pulgadas de espesor), colóquelas en un recipiente con sellador en una cámara de vacío hasta que el sellador deje de hacer burbujas.
3. Retire la pieza del recipiente con sellador y quite el excedente.
4. Utilice aire comprimido para soplar el exceso de sellador del interior de las características y las cavidades.
5. Deje secar la pieza al aire durante 4 a 24 horas, según la densidad y el tamaño de la pieza. Si utiliza un horno a una potencia baja (50 °C), la pieza se secará más rápido.

## SELLADO CON SELLADORES TÉRMICOS

### Herramientas y equipos necesarios

- Cepillo de espuma o aplicador
- Sellador térmico
- Horno de convección que alcance una temperatura de al menos 100 °C
- Cámara de vacío (opcional)

### Procedimiento

1. Coloque la pieza limpia en una bandeja para quitar el excedente de sellador.
2. Con el cepillo de espuma, aplique el sellador en un lateral de la pieza. Asegúrese de recubrir todo el lateral.
3. Después de cubrir el lateral de la pieza, permita que el sellador se asiente durante 5 a 10 minutos para saturar la superficie de la pieza.
4. Voltee la pieza y aplique sellador en la parte trasera de la pieza.
5. Caliente el horno a 100 °C. Retire cualquier excedente de sellador y coloque la pieza en el horno entre 1 hora y 1:30 horas o más para las piezas con secciones gruesas.
6. Quite la pieza del horno y aplique una segunda capa de sellador. Para hacerlo, repita los pasos 2 a 5.

Este capítulo contiene información general sobre el plástico DuraForm ProX PA, sus propiedades y cómo se debe manipular. Incluye los siguientes temas:

- [Hojas de datos de seguridad](#)
- [Manipulación de materiales](#)
- [Almacenamiento y desecho de los materiales](#)

## HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

3D Systems proporciona hojas de datos de seguridad (SDS) con información sobre la seguridad y la manipulación del material plástico DuraForm ProX PA. El número de control del documento (DCN) para la SDS del plástico DuraForm ProX PA está disponible en:

<http://infocenter.3dsystems.com/materials/production-printer-materials/laser-sintering-sls>

- **Plástico DuraForm ProX PA:** DCN 24168-S12-00-A

## Manipulación de materiales

Para obtener más información, consulte a la hoja de datos de seguridad (SDS) del plástico DuraForm ProX PA.

**Tenga en cuenta lo siguiente:**

- Evite derramar material en el piso y, si llegara a suceder, límpielo rápidamente. El material derramado puede hacer que el suelo se vuelva muy resbaladizo.



**NOTA:** El operario debe utilizar un aspirador aprobado para limpiar el exceso de material. 3D Systems recomienda un modelo ESD o a prueba de explosiones. Póngase en contacto con el Servicio al cliente de 3D Systems para obtener información sobre las opciones de compra.

- Después de aspirar al material derramado, use un trapo húmedo para limpiar el suelo.
- Debido a que las partículas del material plástico DuraForm ProX PA son pequeñas, es probable que se dispersen en el aire durante su manipulación. Si va a estar expuesto al polvo, 3D Systems recomienda usar un respirador aprobado por NIOSH adecuado para la concentración de polvo en suspensión. Estas condiciones incluyen la manipulación del material en el sistema de SLS o el sistema de Control de calidad del material (MQC).



**NOTA:** Una concentración suficiente de polvo fino en suspensión en el aire puede ocasionar una explosión en presencia de una fuente de ignición. A modo de referencia, el valor de desintegración del polvo ( $K_{st}$ ) es de 79 bar m/s.

## ALMACENAMIENTO Y DESECHO DE LOS MATERIALES

Esta sección contiene información sobre cómo almacenar y desechar el plástico DuraForm ProX PA.

### Información general de almacenamiento

Para obtener información sobre el sistema de MQC, consulte la [Guía del usuario de la impresora ProX SLS](#).

Para evitar contaminar, derramar, ocasionar nubes de polvo o mezclar diferentes materiales, siga estas instrucciones:

- Almacene el material que no usa en botellas debidamente etiquetadas. Tenga en cuenta que, al menos que las cierre de alguna manera, estas son propensas a la contaminación.
- No mezcle un tipo de material con otro.
- Limpie minuciosamente el sistema de MQC cuando cambie el material.
- Limpie minuciosamente la máquina del sistema de SLS cuando cambie de material.

### Almacenamiento de DuraForm ProX PA

Si el material se contamina, pueden cambiar sus características de procesamiento. Esto puede generar resultados no deseados en la calidad de las piezas. Las siguientes instrucciones de almacenamiento sugieren diferentes maneras para minimizar la contaminación y mantener el polvo en óptimas condiciones:

- Almacenar el polvo a una temperatura de 40 °C o menos.
- Sellar el recipiente.

### Desecho de los materiales

Cuando deseche DuraForm ProX PA, siga las ordenanzas locales y las indicaciones en la hoja de datos de seguridad (SDS).



Este capítulo está organizado alfabéticamente según el nombre del problema. Aborda los siguientes temas:

- [Introducción a la solución de problemas](#)
- [Z adicional](#)
- [Grumos](#)
- [Agrietamiento de la placa de impresión](#)
- [Cristales y condensación](#)
- [Dobleces: Durante la impresión](#)
- [Dobleces: Después de la impresión](#)
- [Acristalamiento: Durante la impresión](#)
- [Acrecentamiento](#)
- [Derretimiento: Placa de impresión](#)
- [Escaneo incompleto](#)
- [Superficies rugosas](#)
- [Suministro insuficiente](#)
- [Vectores desviados](#)
- [Desgaste](#)
- [Piezas débiles/Porosidad](#)

## INTRODUCCIÓN A LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Si bien optimizar los parámetros del perfil puede eliminar muchos problemas, a menudo es útil supervisar la impresión para establecer los parámetros del proceso.

**Hay dos razones por las que debe observar el proceso de impresión:**

- Algunas piezas pueden requerir atención y que realice ajustes durante la impresión.
- El ajuste de la configuración del perfil será más preciso mediante la observación. A medida que la configuración del perfil es más precisa, no será necesario observar la pieza tan a menudo.

## Formato de la descripción de problemas

Para cada problema encontrará la siguiente información:

- **Descripción:** Explica el problema y proporciona una representación visual. La descripción incluye cuestiones tales como "dónde" y "cuándo" puede ocurrir el problema.
- **Posible causa:** Contiene una breve explicación de qué podría haber ocasionado el problema.
- **Indicios visuales:** Incluye información visual que no se abordó en la sección de la descripción.
- **Consecuencias:** Detalla qué puede suceder con la calidad de impresión si no se soluciona el problema.
- **Acción correctiva:** Describe qué puede hacer para evitar un problema en particular o recuperarse.
- **Problemas relacionados:** Indica si el problema puede estar relacionado o interactuar con otro.

## Z ADICIONAL

**Descripción:** La "Z adicional" se produce cuando el láser derrite una parte de la pieza a una profundidad mayor que la especificada, generalmente de 0,1 mm (0,004 pulgadas), durante los primeros escaneos. Esto provoca un acrecentamiento vertical en el eje Z. La diferencia entre el acrecentamiento y la Z adicional es que el acrecentamiento puede ocurrir en cualquier lado de la pieza, mientras que la Z adicional ocurre únicamente en las superficies de la pieza orientadas hacia abajo.

**Posible causa:** Cuando se escanea la primera capa, el láser penetra el material sin derretir debajo de los límites de impresión. En los casos extremos, la Z adicional se producirá con desgaste.

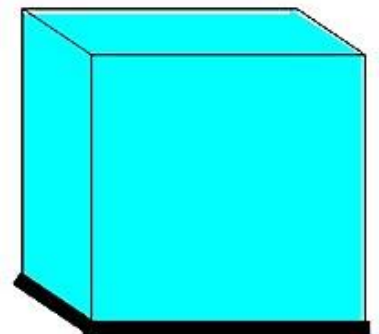
**Indicios visuales:** Esto no se puede observar durante la impresión.

**Consecuencias:** La pieza está fuera del nivel de tolerancia en el eje Z.

**Acción correctiva:** Durante la impresión, no puede tomar ninguna acción correctiva.

*Antes de comenzar el trabajo de impresión, tenga en cuenta:*

- Al reducir el parámetro de la **potencia del láser de relleno** para las primeras capas (de la primera a la cuarta) en el perfil de impresión, se disminuye la probabilidad de generar Z adicional.



Z adicional

- Use las funciones de compensación del acrecentamiento de Z en el software de preparación de la impresión. Consulte la ayuda del software de preparación de la impresión correspondiente.

Si se produce la Z adicional, puede limpiar la pieza durante el postprocesamiento. Para hacerlo, lije a mano o a máquina el excedente según sea necesario.

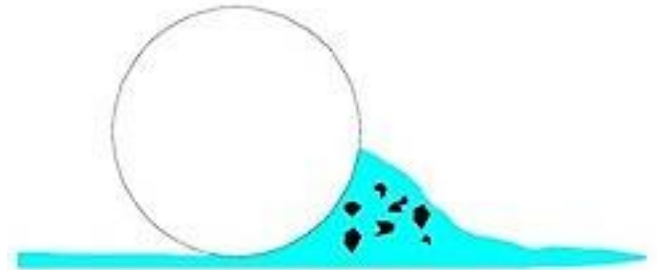
**Problemas relacionados:** Consulte la sección “[Desgaste](#)” para obtener más información.

## GRUMOS

**Descripción:** Se acumula material aglomerado en la placa de impresión frente al rodillo a medida que este se mueve en la placa de impresión, y aparecen rayas detrás del paso del rodillo.

**Posible causa:** En general, esto se debe a una de las siguientes razones.

- El material reciclado no se filtró correctamente.
- El material se sobrecalienta en la tolva de suministro.
- Hay contaminantes en el aire comprimido o el conducto de aire.



Vista lateral del rodillo y del polvo con grumos

**Indicios visuales:** El rodillo empuja los grumos a través de la placa de impresión, lo cual hace que aparezcan rayas después del paso del rodillo.

**Consecuencias:** El material no se suministra correctamente, lo cual genera piezas de baja calidad. Un suministro inadecuado del material resultará en un grosor desnivelado del material, lo cual producirá el acrecentamiento o derretimiento de las piezas. Las vetas pueden ser evidentes en las superficies de las piezas orientadas hacia arriba o hacia abajo.

**Acción correctiva:** Reducir los puntos de ajuste de la temperatura de la tolva de suministro.

Filtre exhaustivamente el material reciclado antes de usarlo. Consulte las secciones “[Reciclado del material](#)” y “[Filtrado del material](#)” para obtener más información.

Asegúrese de que los métodos de almacenamiento del material prevengan que entren contaminantes al material. La sección “[Almacenamiento y desecho de los materiales](#)” describe cómo se debe almacenar adecuadamente el material.

Asegúrese de que el suministro de aire limpio y seco cumpla con las especificaciones que se detallan en la Guía para las instalaciones de la impresora.

Si se producen grumos en un área de la placa de impresión que no contiene piezas, es posible que pueda continuar con la impresión. Si se producen grumos en el área de la placa de impresión que contiene las piezas, es posible que no pueda completar el trabajo de impresión con éxito.

**Si finaliza la impresión, haga lo siguiente:**

1. Deseche los grumos de material.
2. Limpie la cámara de impresión.
3. Limpie el rodillo.

**Problemas relacionados:** Consulte la sección “[Agrietamiento de la placa de impresión](#)” para obtener más información.

## AGRIETAMIENTO DE LA PLACA DE IMPRESIÓN

**Descripción:** La superficie de la placa de impresión se agrieta a medida que el rodillo se desliza sobre esta.

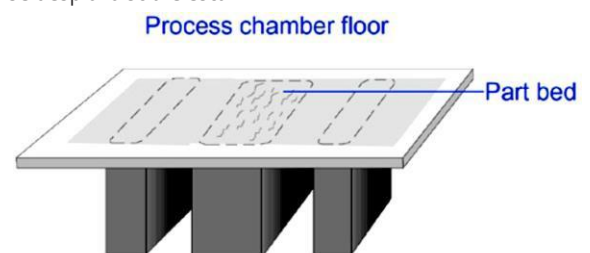
**Posible causa:** Una temperatura o velocidad de calentamiento excesiva de los calentadores ocasiona un derretimiento parcial del material en la placa de impresión. Los problemas mecánicos del rodillo también podrían causar el agrietamiento de la placa de impresión. Si cree que podría tratarse de problemas mecánicos, póngase en contacto con 3D Systems.

**Indicios visuales:** Aparecen grietas en la superficie de la placa.

**Consecuencias:** Si la pieza se imprime en la zona agrietada, esta también se agrietará.

**Acción correctiva:** Reducir el punto de ajuste PID del calentador de la impresora en incrementos de 2 °C hasta que desaparezca el agrietamiento.

Si el agrietamiento se produce durante la etapa de calentamiento, es posible que haya aumentado la temperatura demasiado rápido. No avance al punto de ajuste final hasta que se haya iniciado la calibración en tiempo real (6 mm en la etapa de calentamiento).



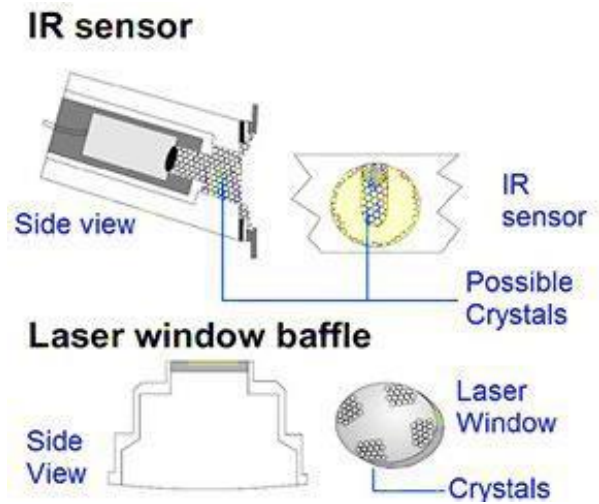
Agrietamiento de la placa de impresión

## CRISTALES Y CONDENSACIÓN

**Descripción:** Durante la impresión, en las superficies frías de la cámara de impresión, se forma una capa fina de cristales aciculares o una película de condensación. El flujo de nitrógeno en el sensor infrarrojo y la ventana del láser los mantendrá limpios. Sin embargo, el usuario debe inspeccionarlos antes de cada impresión.



**NOTA:** Es probable que se acumule una pequeña cantidad de condensación en la ventana láser en cada impresión. Si se acumula demasiada condensación en toda la ventana, póngase en contacto con el Servicio al cliente de 3D Systems. Esto se puede producir por un problema en el sistema de SLS.



Cristales y condensación

## DOBLECES: DURANTE LA IMPRESIÓN

**Descripción:** Los bordes o las esquinas de la pieza están más elevados que la superficie de la placa de impresión.

**Posible causa:** Durante la impresión, las variaciones de temperatura en las diferentes partes de la impresión generan una contracción despareja, que, a su vez, provoca dobleces. Esto generalmente ocurre cuando la temperatura de impresión baja demasiado después de que se agrega el material.

Durante la impresión, también se pueden producir dobleces si la temperatura de la placa de impresión es muy baja.

**Indicios visuales:** Los bordes de la impresión están más elevados que la superficie de la placa de impresión después de que se escanea una capa. Los dobleces, en general, aparecen inmediatamente después de que se agrega una capa de material, pero, a veces, transcurre más tiempo entre que se agrega la capa de material y se pueden observar los dobleces.

**Consecuencias:** Las piezas (especialmente aquellas con superficies de grandes secciones transversales) no tendrán una superficie plana. Si son severos, es posible que la impresión se mueva en la placa de impresión cuando pasa el rodillo.

**Acción correctiva:** Las acciones correctivas adecuadas dependen de si los dobleces son graves o de menor importancia. Para dobleces de menor importancia, realizar cambios durante la impresión puede solucionarlos.

*Cuando se producen dobleces moderados o graves, incluso después de realizar los ajustes necesarios, la pieza continuará teniendo dobleces.*

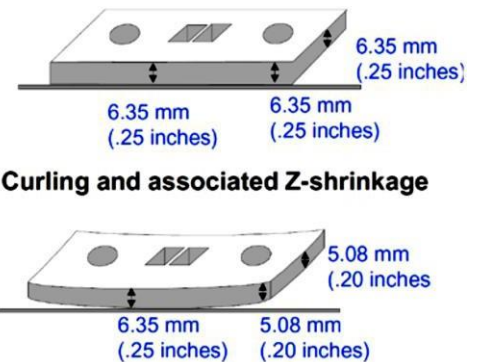
Aumentar significativamente la potencia del láser hará que se dejen de producir dobleces en la pieza, pero esto también causará un acrecentamiento.

*Si se produce dobleces graves, recomendamos que detenga la impresión y comience una nueva. Realice las siguientes modificaciones para prevenir que se repita el problema:*

- Asegúrese de que se complete toda la etapa de calentamiento del sistema.
- Revise el punto de ajuste de la tolva de suministro y del calentador de la impresora.
- Un suministro excesivo de material puede contribuir a que se produzcan dobleces durante la impresión, ya que es posible que parte del material no esté lo suficientemente caliente. Esto ocurre en particular cuando el tiempo de impresión de la capa es breve.
- Asegúrese de que la habilitación del calentador del cilindro de impresión esté en 1, y el punto de ajuste del calentador del cilindro de impresión esté correctamente configurado.



**NOTA:** Ajuste los parámetros cuidadosamente para evitar que se produzcan inconvenientes relacionados con un exceso de calor. Si aumenta mucho la temperatura y muy rápido, se pueden formar grumos en el material.



## DOBLECES: DESPUÉS DE LA IMPRESIÓN

**Descripción:** La pieza final no es plana y tiene dobleces similares a los que se producen en las piezas moldeadas por inyección.

**Posible causa:** Cuando se “entierra” la pieza durante la etapa de impresión, las tasas de enfriamiento y las variaciones térmicas excesivas producen un esfuerzo desequilibrado en la pieza. Las tasas de enfriamiento excesivas ocurren generalmente en las piezas que se imprimen primero en un trabajo de impresión (las piezas en los niveles más bajos de Z). También puede ocurrir si libera la presión de la cámara de impresión prematuramente.

**Indicios visuales:** La superficie de la pieza final no es plana. No puede observar esto hasta que se extrae la pieza.

**Consecuencias:** Las piezas presentan dobleces y no son planas (especialmente aquellas con superficies de grandes secciones transversales). Sin embargo, las dimensiones de Z son correctas.

**Acciones correctivas:** Puede intentar reparar las piezas dobladas. Además, puede modificar las impresiones para evitar que se produzcan dobleces en las siguientes impresiones.

**Reparar piezas con dobleces:** En ocasiones, los dobleces se pueden reducir o quitar de las piezas.

1. Sujete la pieza a una superficie plana.
2. Coloque la pieza en un horno durante una hora a 80 °C.
3. Saque la pieza del horno y déjela enfriar durante 2 a 4 horas o durante la noche. No quite las sujeciones.

## Cómo prevenir la aparición de dobleces en las impresiones

Para evitar que se produzcan dobleces en las piezas, puede realizar una o varias de estas acciones:

- La mejor opción es usar la técnica de sobrecalentamiento. Consulte la sección [“Sobrecalentamiento”](#) para obtener más información. Si esto no soluciona el problema, pruebe las siguientes opciones.
- **Agregue una barrera de calor:** Si aún no utiliza una barrera de calor, agregue una capa delgada de piezas desechables debajo de las piezas que desea imprimir.
- **Aumente el punto de ajuste de la placa de impresión:** Incremente el punto de ajuste de la placa de impresión en 1 o 2 °C. Aumentar demasiado el punto de ajuste PID de la placa de impresión podría dificultar la extracción de las piezas y reducir la cantidad de material disponible para reciclar.
- **Cambiar la orientación de la pieza:** Rotar la pieza 15° en relación con el eje Y reduce el esfuerzo de enfriamiento.
- **Impresión en capas:** Comenzar a imprimir las piezas en la tercera o cuarta capa del bloque de impresión. Para obtener información sobre cómo configurar una impresión en capas, consulte la sección [“Configuración de la impresión”](#).
- **Tiempo de enfriamiento:** Antes de extraer las piezas, permita que el bloque de impresión se enfríe durante más de una hora dentro del sistema de SLS y, luego, completamente (fuera del sistema de SLS).

## ACRISTALAMIENTO: DURANTE LA IMPRESIÓN

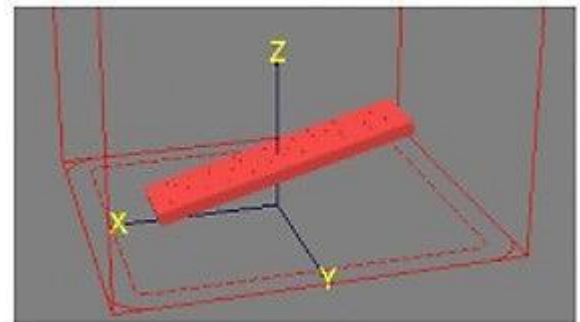
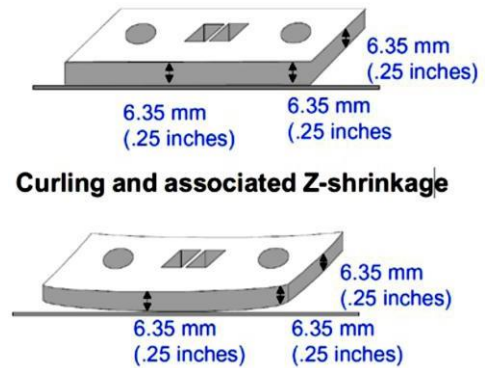
**Descripción:** Pequeñas cantidades localizadas de material se derriten en la placa de impresión, lo cual hace que la base brille. Esto ocurre durante la impresión y se debe diferenciar del punto de acristalamiento. El punto de derretimiento del plástico DuraForm ProX PA es entre 1 °C y 2 °C sobre el punto de acristalamiento.

**Posible causa:** Hay muchos motivos posibles que pueden generar acristalamiento.

- El sensor infrarrojo no está calibrado correctamente o está sucio.
- No se corrigió el suministro insuficiente.
- El punto de ajuste del calentador de las piezas en el perfil de impresión es muy alto.
- El sistema intenta alcanzar el punto de ajuste de la temperatura demasiado rápido.

**Indicios visuales:** Se produce acristalamiento en toda la placa de impresión o en una parte. En casos extremos, el material se derrite completamente.

**Consecuencias:** El acristalamiento puede afectar la uniformidad una capa de material y dificultar la extracción de las piezas del bloque de impresión. Además, el bloque de impresión se puede mover en la placa de impresión. En casos graves, este se podría llegar a derretir y convertir en un bloque sólido.



Orientación de la pieza para prevenir los dobleces

**Acción correctiva:** Si no se corrige esta condición y el acristalamiento se convierte en derretimiento grave, es posible que no pueda continuar con la impresión. Puede intentar reducir la temperatura de la placa de impresión hasta frenar el derretimiento. Si ocurre un derretimiento grave, detenga la impresión y retire el polvo derretido, ya que este modificará los puntos de referencia de impresión de las siguientes pulgadas. Hay varias medidas que puede tomar para prevenir el acristalamiento:

- En el perfil de parámetros de impresión, reduzca el punto de ajuste del calentador de las piezas.
- En la etapa de calentamiento del perfil de impresión, incremente los puntos de ajuste del calentador.
- Realice la calibración sin conexión para verificar que el sensor infrarrojo esté calibrado correctamente. Consulte la sección ["Calibración sin conexión del infrarrojo"](#) para obtener más información.
- Si realizó todas las acciones anteriores y aún se producen derretimientos, póngase en contacto con personal de servicio certificado para calibrar el sensor infrarrojo.

**Problemas relacionados:** Consulte las secciones ["Cristales y condensación"](#) y ["Derretimiento: Placa de impresión"](#).

## ACRECENTAMIENTO

**Descripción:** El acrecentamiento ocurre cuando se sinteriza el material en la pieza. Cuando esto sucede, se desdibujan las características y se alteran las dimensiones de la pieza.

El acrecentamiento es particularmente evidente en características o agujeros pequeños. La diferencia entre el acrecentamiento y la Z adicional es que el acrecentamiento puede ocurrir en cualquier lado de la pieza, mientras que la Z adicional ocurre únicamente en las superficies de la pieza orientadas hacia abajo.

**Posible causa:** La potencia del láser puede ser demasiada para las secciones transversales gruesas o la temperatura de la placa de impresión puede ser demasiado alta.

**Indicios visuales:** El acrecentamiento puede no ser aparente durante la impresión.

**Consecuencias:** Si la pieza tiene características detalladas, estas se pueden desdibujar. Además, las piezas pueden tener un tamaño mayor y pueden ser difíciles e incluso imposibles de extraer.

**Acción correctiva:** Reducir el parámetro del punto de ajuste PID del calentador de las piezas. Reducir el parámetro de la potencia del láser de relleno.

**Problemas relacionados:** Consulte la sección ["Desgaste"](#) para obtener más información.

## DERRETIMIENTO: PLACA DE IMPRESIÓN

**Descripción:** El material en la placa de impresión se derrite y se solidifica.

**Posible causa:** Las causas posibles incluyen:

- El sensor infrarrojo no está calibrado correctamente o está sucio.
- El punto de ajuste del calentador de las piezas es muy alto.
- El sistema intenta alcanzar el punto de ajuste de la temperatura demasiado rápido.

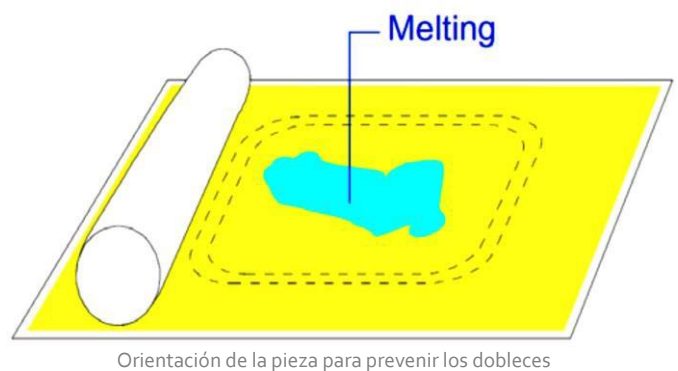
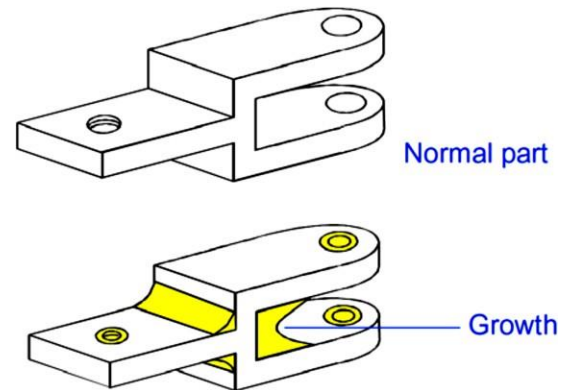
**Indicios visuales:** El derretimiento primero ocurre en pequeñas áreas en las zonas más calientes de la placa de impresión. Si observa qué áreas se derriten primero, podrá identificar las zonas más calientes de la placa de impresión.

**Consecuencias:** El derretimiento ocurre después del acristalamiento. La temperatura de la placa de impresión aumenta. El derretimiento es un problema mucho más grave que el acristalamiento.

**Acción correctiva:** Finalice la impresión. Hay varias medidas que puede tomar para prevenir el derretimiento:

- En el perfil de parámetros de impresión, reduzca el punto de ajuste del calentador de las piezas o use el incremento de los puntos de ajustes del calentador.
- Asegúrese de que la temperatura de bloqueo del sensor infrarrojo sea la correcta y que el calentador del núcleo funcione.
- Lleve a cabo la calibración sin conexión del sensor infrarrojo. Consulte la sección ["Calibración sin conexión del infrarrojo"](#) para obtener más información.
- Consulte la sección ["Limpieza del sistema de SLS"](#) para obtener más información.
- Si ninguna de las acciones anteriores evita el derretimiento, póngase en contacto con personal de servicio certificado para calibrar el sensor infrarrojo.

**Problemas relacionados:** Consulte las secciones ["Agrietamiento de la placa de impresión"](#), ["Cristales y condensación"](#) y ["Acristalamiento: Durante la impresión"](#).



## ESCANEO INCOMPLETO

**Descripción:** El laser no escanea completamente el área de relleno de una pieza.

**Possible causa:** El archivo STL es incorrecto. Este problema no está relacionado con el material.

**Indicios visuales:** Se puede observar que el área de escaneado es incorrecta.

**Consecuencias:** La geometría de la pieza es incorrecta y puede tener propiedades de baja calidad.

**Acción correctiva:** Dependiendo de la severidad del problema, es posible que deba detener la impresión y comenzar de nuevo. Si el escaneo incorrecto ocurre únicamente en una capa o un corte, es posible que pueda completar la impresión.

Si se producen escaneos incompletos, adopte el hábito de verificar que el archivo STL tenga todas las facetas y los valores normales sean los correctos antes de comenzar la impresión. Para hacerlo, use la aplicación de vista previa. Si el archivo STL es incorrecto, deberá verificar que el archivo CAD original sea el correcto.

*Si el archivo CAD original es correcto*, es posible que el archivo STL esté dañado. Genere uno nuevo y verifique nuevamente la vista previa de la impresión. Si el problema persiste, póngase en contacto con el Servicio al cliente de 3D Systems.

*Si el archivo CAD original es incorrecto*, haga los cambios necesarios en el archivo CAD y guárdelo en formato STL. Configure un paquete de impresión con el archivo nuevo y vuelva a imprimir la pieza.

**Problemas relacionados:** Consulte la sección "[Vectores desviados](#)" para obtener más información.

## SUPERFICIES RUGOSAS

**Descripción:** Las superficies verticales de la pieza tienen orificios o hendiduras que crean una textura rugosa. Este problema suele aparecer en las superficies impresas paralelas al frente del sistema.

**Possible causa:** Densidad insuficiente en la superficie de la pieza, causada por una excesiva reutilización del material o problemas de temperatura en cámara de impresión.

**Indicios visuales:** Ninguno.

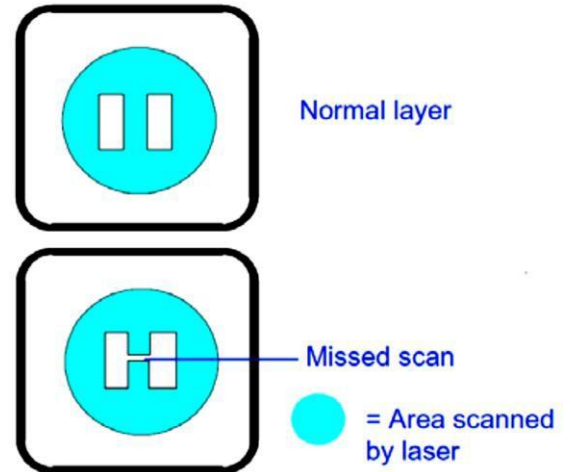
**Consecuencias:** Si bien no se producen alteraciones en las demás propiedades de la pieza, el acabado de la superficie y la apariencia se ven afectadas.

**Acción correctiva:** Realice una de las siguientes acciones:

- Verifique que esté siguiendo los procedimientos correctos de reciclado y filtrado del material y solucione cualquier problema. Consulte las secciones "[Reciclado del material](#)" y "[Filtrado del material](#)" para obtener más información.
- Utilice una proporción más alta de polvo fresco en relación con el polvo usado.
- Incremente el tiempo de espera posterior o previo a la adición del polvo.
- En el perfil de las piezas, aumente la potencia del láser.
- En el perfil de impresión, aumente el punto de ajuste del calentador de las piezas.

**Problemas relacionados:** Consulte la sección "[Piezas débiles/Porosidad](#)".

## Part cross-section





## SUMINISTRO INSUFICIENTE

**Descripción:** El rodillo no suministra suficiente material para cubrir la capa anterior.

**Posible causa:** Un suministro insuficiente ocurre cuando el suministro es insuficiente. La sección transversal de la pieza cambia de pequeña a grande.

**Indicios visuales:** Consulte la descripción.

**Consecuencias:** En general, las piezas serán débiles, se podrían deslaminar las capas a causa de un suministro insuficiente de material o podrían tener imperfecciones en la superficie.

**Acción correctiva:** Aumentar los parámetros del suministro en el perfil de los parámetros de impresión o con el botón del ciclo de imprimado.



**Precaución:** Tenga cuidado al variar los parámetros de la cantidad de suministro. El material suministrado durante la impresión es considerablemente más frío que el material en la placa de impresión. Un suministro excesivo puede hacer que la pieza se enfríe demasiado mientras se suministra el material. Esto, a su vez, ocasionará dobleces durante la impresión y que el material se agote más rápido.

También puede utilizar el botón del ciclo de imprimado para cubrir la pieza.

**Problemas relacionados:** Consulte las secciones "[Derretimiento: Placa de impresión](#)" y "[Piezas débiles/Porosidad](#)".

## VECTORES DESVIADOS

**Descripción:** Se produce un conducto entre dos áreas de relleno.

**Posible causa:** El archivo STL es incorrecto. Los vértices de la faceta no coinciden. El problema no está relacionado con el material.

**Indicios visuales:** El láser escanea un área en la sección transversal que no debería. Esto resulta generalmente en uno o más conductos que conectan las áreas de relleno.

**Consecuencias:** Los vectores desviados hacen que sea más difícil limpiar y extraer las piezas.

**Acción correctiva:** Antes de comenzar la impresión, revise el archivo STL y verifique los vectores de desviación a través de la pestaña de la vista previa en el software de preparación de la impresión. Gire ligeramente la orientación de la pieza. Revise nuevamente la vista previa de la pieza. Verifique el archivo CAD original.

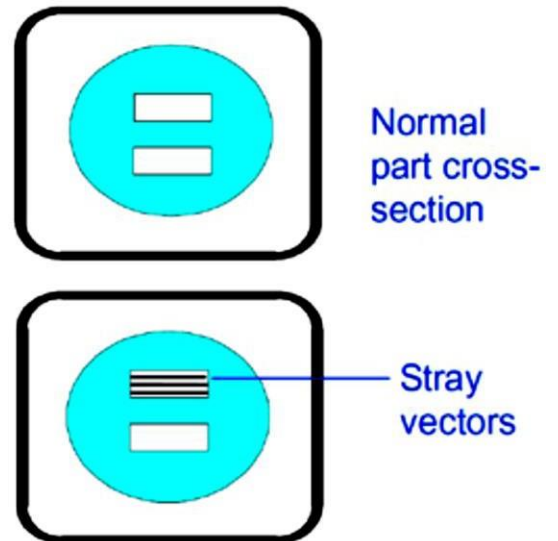
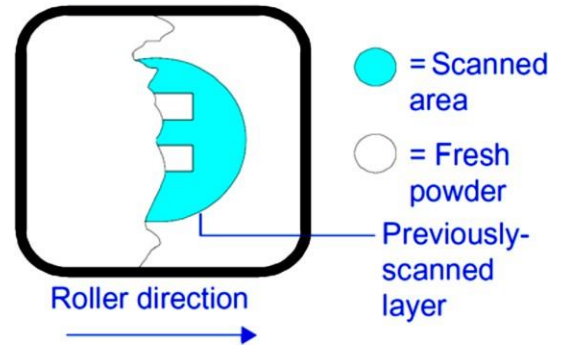
Si el archivo CAD original es correcto, es posible que el archivo STL esté dañado y tenga que crear uno nuevo. Repita el proceso para guardar el archivo en formato STL, copie el archivo nuevo a la computadora del sistema SLS y, con el archivo nuevo, configure un paquete de impresión y verifique la vista previa nuevamente. Si el problema continúa, póngase en contacto con el Servicio al cliente de 3D Systems.

Si el archivo CAD original es incorrecto, haga los cambios necesarios en el archivo CAD y guárdelo en formato STL. Copie el archivo nuevo a la computadora del sistema de SLS. Configure un paquete de impresión con el archivo nuevo y vuelva a imprimir la pieza.

Si los vectores desviados no son demasiado graves, límelos o córtelos. Si el problema es demasiado grave, es posible que deba detener la impresión. Tratar de eliminar vectores desviados de la pieza durante la extracción puede resultar en la ruptura de la pieza.

**Problemas relacionados:** Consulte la sección "[Escaneo incompleto](#)" para obtener más información.

## Top view of part bed





## DESGASTE

**Descripción:** Las esquinas de las superficies de las piezas orientadas hacia abajo pierden definición y se redondean.

**Posible causa:** A medida que una pieza derretida se enfría, el calor se transfiere al material que la rodea. Esto hace que el material se adhiera a las superficies de la pieza (acrecentamiento). Las esquinas de la pieza se enfrían más rápidamente que las superficies planas. Es por ello que las esquinas tienen menos acrecentamiento que las superficies planas y pueden parecer redondeadas.

**Indicios visuales:** Se puede observar el desgaste cuando se rellenan pequeñas ranuras con material derretido o después de la extracción de las piezas.

**Consecuencias:** Las características de las piezas se redondean, principalmente en las superficies orientadas hacia abajo. El desgaste puede estar seguido de un acrecentamiento. Si corrige el desgaste de las piezas lo suficientemente rápido, puede continuar la impresión y solo se producirá un pequeño acrecentamiento observable. Sin embargo, la pieza aún tendrá signos de desgaste.

**Acción correctiva:** Reducir el parámetro de la potencia del láser de relleno. A menudo, realice un conjunto de piezas con detalles precisos a diferentes potencias del láser para optimizar el parámetro del láser de relleno.

**Problemas relacionados:** Consulte la sección ["Z adicional"](#), ["Acrecentamiento"](#) y ["Derretimiento: Placa de impresión"](#) para obtener más información.

## PIEZAS DÉBILES/POROSIDAD

**Descripción:** Las piezas parecen porosas y opacas en lugar de translúcidas. Son ligeras y frágiles y al extraerlas aparece polvo sin sinterizar.

**Posible causa:** Hay mucha condensación en la ventana del láser o la potencia del láser no es lo suficientemente alta. Cuando se recicla el plástico DuraForm ProX PA es posible que se necesite mayor potencia del láser para lograr la densidad adecuada.

**Indicios visuales:** No hay un contraste observable claramente definido entre las áreas de material derretido y no derretido en la placa de impresión.

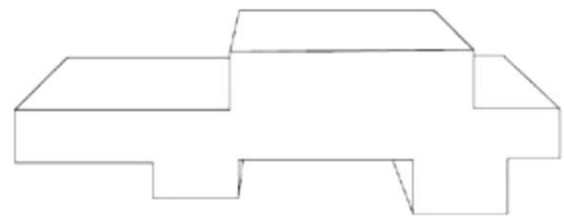
**Consecuencias:** La pieza tendrá densidad baja y poca resistencia. Se pueden producir dobleces durante la impresión. Las piezas impresas en material plástico DuraForm ProX PA pueden tolerar cierta porosidad, si quiere imprimir piezas con detalles y bordes extremadamente definidos y precisos. Las propiedades mecánicas (como la resistencia a la tensión y las deformaciones) de las piezas porosas son aproximadamente entre un tercio y la mitad de las propiedades mecánicas de las piezas de densidad completa.

**Acción correctiva:** Para minimizar el problema, puede:

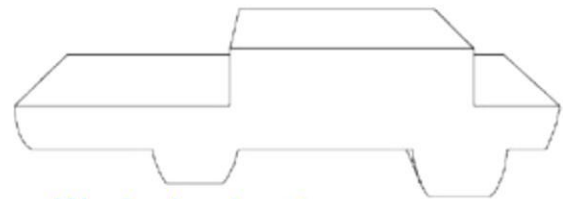
- Limpiar la ventana del láser. Consulte ["Limpieza de la ventana del láser"](#) para obtener más información.
- Aumentar el parámetro de la potencia del láser de relleno durante la impresión.
- Incremente el parámetro del punto de ajuste PID de la temperatura de la placa de impresión.
- Deseche el material viejo y reemplácelo con material sin usar.

Si estas acciones no mejoran la densidad de la pieza, póngase en contacto con el personal de servicio para que revise el láser y el enfoque del láser.

**Problemas relacionados:** Consulte la sección ["Cristales y condensación"](#) para obtener más información.



Normal part



Washed-out part

**COPYRIGHT E IDENTIDAD CORPORATIVA**

© 2018 3D Systems, Inc. Todos los derechos reservados. Este documento está sujeto a cambio sin previo aviso. El logotipo de 3D Systems es una marca comercial registrada de 3D Systems, Inc. Este documento está sujeto a derechos de autor y contiene información patentada de propiedad de 3D Systems. El usuario con licencia en nombre de quien se registra este documento (el "Usuario con licencia") no tiene el derecho de copiar, reproducir ni traducir este documento de ninguna forma ni en ningún medio sin el consentimiento previo por escrito de 3D Systems. No está permitido vender ni entregar copias de este documento a ninguna persona o entidad.

**LIMITACIONES DE LA GARANTÍA Y RESPONSABILIDAD**

3D Systems proporciona esta información para beneficio de sus clientes. Dicha información se considera confiable, sin embargo NO CONTIENE REPRESENTACIONES, HACE PROMESAS NI CONCEDE GARANTÍAS DE NINGÚN TIPO EN LO REFERENTE A SU EXACTITUD E IDONEIDAD PARA UN USO CONCRETO O CON RESPECTO A LOS RESULTADOS QUE SE OBTENGAN DE ELLA. La información se basa en su totalidad o en gran parte en trabajo de laboratorio y no implica necesariamente determinado rendimiento en todas las condiciones. Independientemente de toda la información que 3D Systems o sus filiales hayan aportado, el cliente asume la responsabilidad total a la hora de determinar qué leyes federales, estatales o locales, regulaciones o prácticas de la industria son relevantes para la actividad que realiza, así como de cerciorarse de que tales leyes, regulaciones o estándares se cumplan en las condiciones de funcionamiento reales. 3D Systems no asume ninguna responsabilidad en dichas áreas.

3D SYSTEMS NO SE RESPONSABILIZARÁ EN NINGÚN CASO POR DAÑOS DE CUALQUIER ÍNDOLE, INCLUIDOS LOS DAÑOS ESPECIALES O CONSECUENTES, QUE RESULTEN DEL USO DE LA PRESENTE INFORMACIÓN O DE HABER CONFIADO EN ELLA. EL CLIENTE ASUME LA RESPONSABILIDAD POR TODOS LOS RIESGOS QUE PUEDAN RESULTAR DEL USO DE ESTA INFORMACIÓN.

El uso por parte del cliente de los materiales que se indican a continuación sirve de reconocimiento de la aceptación de lo indicado anteriormente. Los clientes que no deseen asumir estas obligaciones deben devolver este material a 3D Systems. Ninguna sección del contenido del presente documento se debe considerar como un permiso, una recomendación o una invitación a poner en práctica cualquier invento patentado sin el permiso del propietario de la patente.

**MARCAS COMERCIALES Y MARCAS REGISTRADAS**

DuraForm es una marca comercial registrada y ProX es una marca registrada de 3D Systems, Inc.



3D Systems, Inc. 333 Three D Systems Circle Rock Hill, SC 29730  
[www.3dsystems.com](http://www.3dsystems.com)

Copyright © 2018 3D Systems, Inc. Todos los derechos reservados. P/N 134015-00 REV. B