

DOCUMENTO TÉCNICO

# Seleccione el nylon correcto para su aplicación

Descubra la innovación más reciente en copolímeros para impresión 3D de SLS



# Contenido

## 03 Introducción

## 03 La importancia de los materiales

03 Nylon PA12

04 Nylon PA11

## 05 Combine lo mejor de ambos mundos

05 El nuevo DuraForm PAX

## 05 Rentable y productivo

## 06 Mejore el acabado para uso final con el pulido a vapor

## 06 Alcance mayores niveles de sostenibilidad

## 07 Aplicaciones nuevas y mejoradas

07 Utilice juntas de elementos de ajuste y bisagras del mismo material

07 Material cotidiano para oficinas de servicios

08 Expanda las oportunidades de los equipos médicos

08 Habilite nuevas aplicaciones automotrices

09 Ortopedia más fuerte y más flexible

## 10 ¿Por qué SLS?

## Introducción

Durante décadas, las elecciones de materiales para la sinterización selectiva por láser (SLS) fueron en su mayoría una versión de PA11 y PA12. Habiendo decenas de variantes disponibles a nivel comercial, estos materiales de nylon han tenido buenos resultados en el mercado y representan la mayor parte de las elecciones de materiales de SLS. Ahora, con la introducción de DuraForm® PAX, la industria recibe un copolímero de nylon único que será el material de base para una familia nueva de materiales de SLS. PAX es un material novedoso de alto rendimiento que es fácil de procesar y tiene un precio significativamente bajo que permite aplicaciones nuevas.

Junto con las elecciones viene la necesidad de conocer más información acerca de qué material utilizar para determinadas aplicaciones. Esta guía se ha creado para ayudar en la elección de la combinación exacta de materiales para sus piezas de producción.

## La importancia de los materiales

Una de las ventajas de la tecnología de SLS es que ofrece una extensa matriz de materiales que imitan los plásticos de ingeniería, los elastoméricos y **los materiales compuestos. Los materiales rígidos, como el nylon, ofrecen resistencia y durabilidad, y los materiales compuestos pueden ampliar más la funcionalidad al respaldar aplicaciones que requieren materiales con mayor rigidez, resistencia a las altas temperaturas y que no sean conductores, entre otras características.**

### El nylon PA12 es muy competente y fácil de usar

El PA12 es uno de los materiales más comúnmente utilizados en la fabricación aditiva. Es un polímero termoplástico sintético fabricado a partir de monómeros laurolactama con 12 carbonos cada uno, y de allí deriva su nombre nylon poliamida (PA) 12.

Parte de la popularidad del PA12 es su punto de fusión bajo. El PA12 se funde a aproximadamente 176 °C, que es de las temperaturas más bajas entre los polímeros de nylon. Tener un punto de fusión bajo es una ventaja porque permite que las piezas se enfríen de manera más gradual, lo cual reduce la probabilidad de que se deformen.

El PA12 aprovecha el proceso de SLS y la falta de necesidad de estructuras de soporte, que son particularmente difíciles de extraer de superficies pequeñas y detalladas. Mientras se conserve el espesor de la pared de 0,08 mm, el diseño de la pieza es virtualmente ilimitado.

El PA12 también ofrece muchas ventajas más. Es muy fuerte y resistente a las grietas. De hecho, dadas sus propiedades, que incluyen una resistencia a la tensión de 48 MPa, una resistencia a la flexión de 41 MPa y una elongación a la rotura del 18 %, es más probable que se doble a que se rompa. El material también es muy estable con el paso del tiempo, absorbe muy poca humedad y posee resistencia a los químicos. Además, es uno de los materiales más simples para darle un acabado con arenado, teñido, recubrimientos y más.



## El nylon PA11 ofrece un mejor rendimiento a un costo más alto

El poliamida 11, que se conoce comúnmente como nylon PA11, es un polímero 100 % biodegradable que se utiliza en una amplia variedad de industrias hace más de 70 años. Dado que la fabricación aditiva ha hecho una transición de la creación de prototipos a la producción en serie, el PA11 se viene utilizando cada vez más gracias a las propiedades del material y a su naturaleza biodegradable.

Desde una perspectiva química, el PA11 es muy similar al PA12, con solo un átomo de carbono menos en su cadena de polímeros. No obstante, un carbono menos marca una diferencia significativa en la manera en que responde el material a la fabricación aditiva. Con su morfología cristalina única, el PA11 ofrece propiedades mecánicas mejoradas, lo cual incluye una ductilidad superior, resistencia al impacto, resistencia a la abrasión y al desgaste, en particular a temperaturas más bajas. También proporciona un mejor rendimiento isotrópico, que aumenta aún más su resistencia en el eje Z.

La desventaja es que el material PA11 suele ser más costoso que el PA12. Además, necesita una temperatura más alta, y su punto de fusión es aproximadamente a los 200 °C. Para evitar las deformaciones, las piezas se deben enfriar más lentamente. Por otra parte, el PA11 se sublima, lo cual crea un esfuerzo adicional en la máquina. Con el fin de garantizar la durabilidad del dispositivo, se requiere más tiempo de inactividad para el mantenimiento y la limpieza. En conjunto, estos factores aumentan el costo y el tiempo que se necesitan para fabricar piezas.





## Combine lo mejor de ambos mundos – Innovaciones que no querrá perderse

El recientemente anunciado DuraForm PAX Natural está ahora disponible. Este copolímero de nylon único combina los beneficios de PA12 y PA11, y ofrece una estabilidad a largo plazo, además de una resistencia extrema y durabilidad a un costo asequible para todos los días.

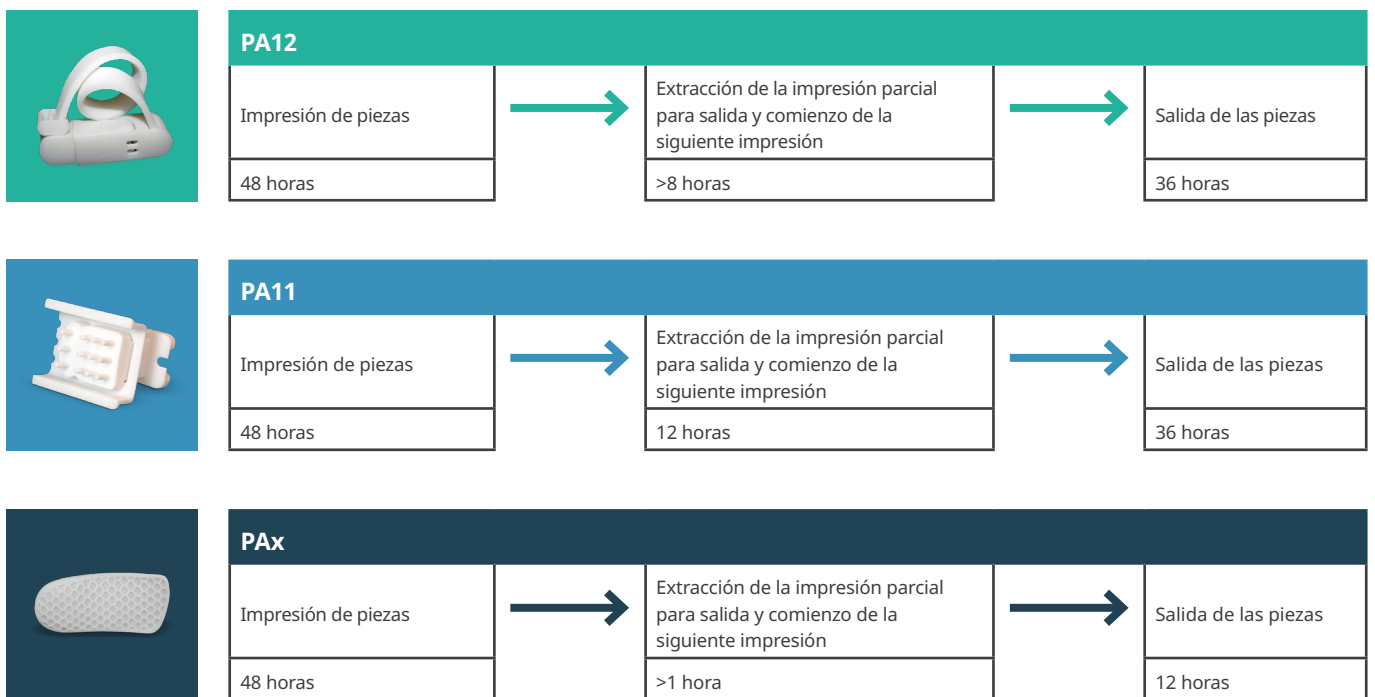


DuraForm PAX tiene propiedades similares a las de los plásticos moldeados por inyección, lo cual incluye una alta resistencia, durabilidad y flexibilidad. Posee una alta resistencia al impacto y una alta elongación a la rotura en cualquier dirección, incluido el eje Z. Este material también ofrece un alto índice de reciclaje y se enfría más rápidamente que otros materiales termoplásticos, lo cual genera una ventaja de costos y mejora la productividad de las máquinas. El PAX está calificado para su uso con impresoras SLS de los fabricantes líderes de la industria, así como también para equipos de limpieza automatizada y de postprocesamiento.

Diseñado para un procesamiento simple y un alto nivel de reciclaje, DuraForm PAX es ideal para prototipos funcionales, así como para piezas de uso final.

## Rentable y productivo

DuraForm PAX Natural ofrece un índice de reciclaje muy alto, pero esa es solo una parte de sus ventajas económicas. También se funde a una temperatura más baja, por lo cual las piezas se enfrían más rápidamente y se ahorra valioso tiempo de la máquina a la vez que reduce los requisitos de mantenimiento.



La baja temperatura de impresión de DuraForm PAX también permite un rendimiento mayor y su denominación como material de funcionamiento limpio reduce el mantenimiento para el operador, lo cual crea una nueva ventaja productiva.

## Mejore el acabado para uso final con el pulido a vapor

### Obtenga translucidez con el pulido a vapor

El nylon es de color blanco roto naturalmente y es translúcido cuando se utiliza sobre superficies delgadas. DuraForm PAX Natural ofrece cierta translucidez directamente de la máquina, pero el efecto se puede mejorar considerablemente usando un proceso que se conoce como pulido a vapor. Se trata de una técnica de acabado que utiliza una limpieza de medios de baja presión para eliminar el material excedente y dar un pulido suave a las superficies de la pieza, después de lo cual la pieza se pule con vapor. El resultado es un termoplástico translúcido con propiedades y un acabado de la superficie que se comparan con los nylons y polipropilenos moldeados por inyección, lo cual lo vuelve apto para aplicaciones que requieren visualización del flujo de fluidos en temperatura baja a media.

### Logre la estética de la pieza moldeada con el pulido a vapor

Algunos clientes que utilizan nylon expresan su interés por diversos motivos en versiones en color negro de los polvos de SLS que utilizan. Muchos clientes finales tienen una preferencia por el color negro debido a su superioridad para ocultar arañazos. Además, hay casos en los que las piezas con acabado en negro eliminan el tiempo y los costos que se asocian con pintar piezas de nylon natural. En el caso de DuraForm PAX Black, el pulido con vapor mejora aún más el acabado de las piezas gracias a que aumenta el brillo y las vuelve casi imposibles de diferenciar de las piezas moldeadas. Agregar textura en el proceso de diseño de las piezas que se pulirán con vapor mejora todavía más el acabado y permite que las piezas se utilicen como piezas de uso final.

## Alcance mayores niveles de sostenibilidad

La fabricación aditiva ofrece muchos beneficios de sostenibilidad. La libertad de diseño que ofrece SLS, combinada con las propiedades mecánicas de DuraForm PAX, les ofrece a los ingenieros la capacidad de crear piezas optimizadas más ligeras y utilizar menos material. También ayuda con la consolidación de piezas e incluso puede ayudar a las organizaciones a expandir los inventarios digitales.

DuraForm PAX ofrece una excelente estabilidad a largo plazo y se ha puesto a prueba durante hasta ocho años en espacios interiores y 18 meses en espacios exteriores. Esta ventaja clave crea oportunidades de aplicaciones nuevas y aumenta la sostenibilidad mediante la expansión de la vida útil de las piezas terminadas.

Además, el bajo índice de renovación garantiza un reciclaje de hasta el 90 % o más del polvo sin usar.

**Estabilidad a largo plazo  
de 8 años en interiores**



## Aplicaciones nuevas y mejoradas disponibles

### Uso para juntas de elementos de ajuste y bisagras del mismo material

Las juntas de elementos de ajuste simplifican el proceso de ensamblaje de piezas al eliminar la necesidad de cierres y herramientas. Por lo general, son salientes pequeñas similares a un gancho, un pasador o un freno que se deforman o se parten para ocupar su sitio durante el ensamblaje.

Una bisagra del mismo material es un puente delgado y flexible del mismo material que las dos piezas rígidas que conecta. Son el modelo a inyección más frecuente y se fabrican con polietileno o polipropileno. Las bisagras del mismo material son asequibles para su incorporación y, por lo general, experimentan una fricción y un desgaste bajos, lo cual las vuelve útiles para muchas aplicaciones, desde los usos de defensa, militares y médicos hasta los productos para consumidores y embalaje.

Las propiedades mecánicas de DuraForm PAX lo convierten en una elección muy eficaz para las bisagras del mismo material y las juntas de elementos de ajuste impresas en 3D. La fuerza y durabilidad del material resiste el desgaste y mantiene la integridad de la pieza, al mismo tiempo que la alta elongación a la rotura da lugar a bisagras y ajustes muy flexibles.

### El material cotidiano definitivo para las oficinas de servicios

Mientras que las instalaciones específicas suelen enfocarse en los clientes internos con necesidades comunes, las oficinas de servicios de impresión 3D comercial trabajan con clientes cuyas aplicaciones abarcan muchos mercados, industrias y casos de uso. Aquellas que proporcionan tecnología de fabricación aditiva de SLS suelen ofrecer una cartera de materiales, pero promocionan uno o dos para múltiples propósitos. Las modificaciones de los materiales añaden gastos y, a menos que exista una necesidad específica, los clientes suelen elegir el material "local" del proveedor.

DuraForm PAX se diseñó con un material cotidiano para múltiples propósitos. Las oficinas de servicios que ofrecen SLS y la adoptan como su material de elección pueden reducir los costos mediante un mayor índice de reciclaje y un enfriamiento más rápido, a la vez que aumentan la disponibilidad de las máquinas y reducen el tiempo de inactividad, lo cual crea oportunidades nuevas de ingresos y beneficios.



## Amplíe las oportunidades de equipos médicos con propiedades isotrópicas y biocompatibilidad

Cuando se trata de desarrollar y vender dispositivos médicos, SLS es una de las tecnologías de fabricación aditiva más utilizadas. Las piezas suelen ser complejas y deben ser resistentes, duraderas y flexibles.

Actualmente se fabrican muchos tipos diferentes de dispositivos médicos utilizando SLS. Los médicos planifican procedimientos complejos con modelos médicos y se capacitan para ellos. Las guías e instrumentos quirúrgicos mejoran los resultados en pacientes gracias a que permiten que los médicos operen con una mayor precisión y un menor tiempo de intervención. Los accesorios y soportes especializados impresos en 3D permiten que los profesionales médicos amplíen su uso de equipos médicos costosos, y los comentarios de los médicos ofrecen a los fabricantes oportunidades de mejora continua, lo cual incluye la consolidación y la simplificación de piezas, los diseños ligeros y más.

DuraForm PAX puede admitir muchas de estas aplicaciones. Como se mencionó anteriormente, es altamente isotrópico y permite muchas aplicaciones que requieren la manipulación de gases y fluidos. También pasó exitosamente pruebas de biocompatibilidad (ISO 10993-5, Evaluación biológica de dispositivos médicos - Parte 5: Pruebas de citotoxicidad in vitro) y se puso a prueba (ASTM D543) para evaluar el contacto con la superficie y la compatibilidad prolongada con muchos químicos comunes, entre los que se incluye la lejía, el peróxido de hidrógeno, el alcohol y más.

### Aprobó las pruebas siguientes:

Biocompatibilidad, según la norma ISO 10933-5

Contacto con la superficie y compatibilidad prolongada con químicos comunes, ASTM D543

## Habilite aplicaciones automotrices nuevas con resistencia, durabilidad y translucidez

La industria automotriz también hace un uso generalizado de la tecnología de la fabricación aditiva. Durante muchos años se utilizó únicamente para la creación de prototipos, sin embargo, también se ha utilizado para fijaduras, plantillas, herramientas y, más recientemente, producción en serie de piezas terminadas. Los plásticos representan el 50 % del volumen de los vehículos nuevos, pero constituyen menos del 10 % de su peso. Los fabricantes de equipos originales (OEM) aprovechan los beneficios únicos de SLS para desarrollar y mejorar las piezas existentes, y también para crear diseños nuevos que ofrezcan un mejor rendimiento y un peso aún más ligero.

Como se mencionó anteriormente, DuraForm PAX puede ser una gran elección para las aplicaciones con fluidos. En el entorno automotriz se ha puesto a prueba con una variedad de combustibles de uso común. DuraForm PAX Natural con pulido con vapor se puede utilizar para diseñar, producir y poner a prueba depósitos translúcidos en menos tiempo y por un costo menor.

Por fuera de la manipulación de fluidos, DuraForm PAX tiene muchos otros usos dentro del sector automotriz. Ofrece la resistencia y durabilidad que se necesitan para muchas aplicaciones, lo cual incluye los conductos, las carcasas y los cerramientos. También se puede utilizar para crear plantillas y fijaduras, además de para la creación general de prototipos.





## Ortopedia más resistente y flexible con mayor durabilidad

Los ortopedistas y podólogos en todo el mundo están comenzando a considerar los beneficios de la ortopedia impresa en 3D. Como se describió anteriormente, la fabricación aditiva de SLS permite libertad en el diseño y la capacidad de crear estructuras complejas. No obstante, también ofrece muchas otras ventajas, entre las que se incluyen las siguientes:

- Un flujo de trabajo completamente digital
- Un proceso de desarrollo de productos optimizado donde todas las iteraciones, desde los prototipos y modelos iniciales hasta las piezas terminadas, se fabriquen utilizando la misma tecnología
- Rentabilidad, en particular con tiradas cortas
- Velocidad de comercialización
- Personalización



Ortopedia PAX de SLS

Con las mejoras recientes en el escaneo 3D, ahora es más fácil que nunca para los profesionales de la medicina capturar representaciones gráficas digitales de partes del cuerpo de sus pacientes. El poderoso software les permite diseñar ortopedia rápidamente y hacer pedidos para producción. La impresión 3D les permite fabricar dispositivos personalizados de gran calidad con una excelente precisión y capacidad de reproducción a pedido.

El nuevo DuraForm PAX es el material ideal para la producción de ortopedia. Proporciona el acabado de la superficie suave que los usuarios esperan de un producto orientado a los consumidores. Las propiedades mecánicas del PAX ofrecen la resistencia y flexibilidad necesarias para ortopedia, y la estabilidad a largo plazo del material garantiza que los dispositivos pueden funcionar como se espera durante muchos años. Por otro lado, el material ofrece muchos beneficios de sostenibilidad y es rentable para la fabricación de ortopedia a escala.



## ¿Por qué SLS?

Con SLS, las capas delgadas de polvo de polímeros se dispersan en una placa de impresión y, luego, un láser controlado por computadora traza las superficies de la pieza. Después, las capas delgadas se escanean y se fusionan a alta temperatura hasta que se termina la pieza.

El uso de un láser para fundir el polvo ofrece una excelente adhesión de las capas y, como resultado, las piezas fabricadas usando el proceso de SLS cuentan con propiedades mecánicas isotrópicas. Esto, junto con una amplia gama de materiales, permite a los ingenieros diseñar estructuras duraderas que ofrecen resistencia, rigidez y elongación superiores.

La SLS también ofrece otro beneficio importante. Gracias a que el polvo sin sinterizar permanece en la placa, ofrece soporte al rodear y estabilizar las piezas a medida que se producen. Como resultado, la SLS es altamente eficaz para la producción de objetos con geometrías complejas, lo cual permite una mayor libertad en el diseño. Adicionalmente, permite el "anidado" de muchas piezas dentro de un área de impresión y reduce el potencial de que ocurran daños durante el postprocesamiento. Con otras tecnologías de fabricación aditiva, las piezas se deben extraer cuidadosamente de sus soportes. Las piezas de SLS se pueden quitar directamente de la cama de polvo y, tras una limpieza rápida, están listas para usarse.

### Testimonios de las oficinas de servicios

**"DuraForm PAX básicamente altera la estructura de costos de la tecnología de SLS, y también nos permite producir de forma rentable piezas que antes eran difíciles de justificar usando material en polvo. Este material innovador ofrece propiedades mecánicas similares a las del polipropileno, tiene una alta elongación, un alto impacto y ofrece una alta tasa de reciclaje. Gracias a que DuraForm PAX utiliza temperaturas de impresión más bajas, lo cual acelera los procedimientos de impresión y postprocesamiento, el perfil de costos general de las piezas terminadas se reduce. Por ejemplo, tenemos un cliente que a menudo pide piezas grandes y únicas, y que no se adaptaba perfectamente al proceso con polvo. DuraForm PAX es el material perfecto para usar en este tipo de aplicación y tamaño de la impresión, y puede crear un producto bellamente terminado".**

**Mike Littrell, presidente, CIDEAS Inc ([buildparts.com](http://buildparts.com))**

# Prepárese para DuraForm PAX

Esperamos que haya disfrutado esta guía que analiza cómo las propiedades mecánicas únicas de DuraForm PAX crean una alternativa apasionante de PA12 y PA11, y los beneficios de la fabricación aditiva de SLS. Puede aprovechar las características únicas de rendimiento que ahora están disponibles a un costo competitivo, que lo convierten en el material multipropósito perfecto para su próximo proyecto.

**MÁS INFORMACIÓN**

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

Garantía/aviso legal: Las características de funcionamiento de estos productos podrían variar según la aplicación del producto, las condiciones de operación o el uso final. 3D Systems no ofrece garantía de ningún tipo, explícita ni implícita, incluidas, entre otras, la garantía de comerciabilidad o adecuación para un uso particular.

Nota: No todos los productos y materiales están disponibles en todos los países. Consulte la disponibilidad al representante de ventas local.

© 2022 de 3D Systems, Inc. Todos los derechos reservados. Las especificaciones están sujetas a cambios sin previo aviso.  
3D Systems, el logotipo de 3D Systems y DuraForm son marcas comerciales registradas de 3D Systems, Inc.