

Cómo elegir un Inserto Roscado para tu conjunto impreso en 3D

por Kathrine Ionkin - Ingeniera de aplicaciones
SPIROL Connecticut, EE. UU.

Al igual que en los conjuntos de plástico moldeados por inyección, los Insertos Roscados se utilizan habitualmente en los conjuntos impresos en 3D para proporcionar roscas reutilizables y mejorar la fuerza de las uniones. Este documento técnico ofrece recomendaciones, directrices de diseño y expectativas de rendimiento para diversos Insertos Roscados utilizados en los procesos de impresión 3D de modelado por deposición fundida (FDM), sinterización selectiva por láser (SLS) y estereolitografía (SLA), que son las tecnologías de fabricación aditiva más relevantes para los conjuntos que se benefician de las mejoras de rendimiento que proporcionan los Insertos Roscados.



Figura 1
Insertos de Instalación por Calor/Ultrasonido largos de la Serie 29 de SPIROL en un conjunto de yoyo impreso en 3D

3Descripción general de la impresión 3D

Extrusión de material: Modelado por deposición fundida

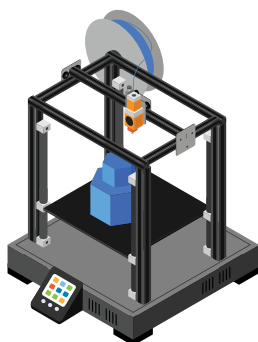


Figura 2
Tecnología de impresoras FDM

La impresión FDM consiste en extruir filamentos termoplásticos fundidos a través de una boquilla calentada y construir piezas capa por capa. Es el método de impresión 3D más utilizado debido a su asequibilidad y facilidad de uso. Los materiales habituales para FDM incluyen PLA, ABS y PETG.

Fusión en lecho de polvo: Sinterización selectiva por láser



Figura 3
Tecnología de impresoras SLS

La impresión SLS utiliza un láser para fusionar capas de termoplásticos en polvo. Este método es ideal para crear geometrías complejas y produce piezas con una excelente resistencia mecánica. El material más común en SLS es el nailon.

VAT Photopolymerisation - Stereolithography

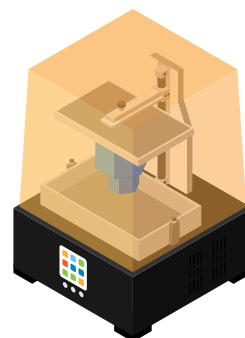


Figura 4
Tecnología de impresoras SLA

La impresión SLA utiliza un láser UV para curar resinas termoendurecibles líquidas capa a capa mediante fotopolimerización. Este proceso produce piezas con alta resolución y precisión.

Recomendaciones sobre Insertos Roscados

Los Insertos Roscados se presentan en diversos tipos, que suelen clasificarse según su método de instalación, como la instalación por calor o ultrasonidos tras el moldeo y la instalación por presión en frío. El tipo de Inserto óptimo para una aplicación de impresión 3D viene determinado por el material plástico del sustrato.

Para termoplásticos (FDM y SLS)

Los termoplásticos pueden calentarse y enfriarse varias veces con un cambio mínimo en sus propiedades. Por lo tanto, los Insertos Roscados pueden instalarse en conjuntos impresos en 3D de termoplástico utilizando calor (térmico) o ultrasonidos, o pueden simplemente presionarse o enroscarse en el conjunto:

- Insertos de Instalación por Calor/Ultrasonido: Recomendados para conjuntos que requieren el máximo rendimiento en tracción y par.
- Insertos a Presión: Ofrecen un rendimiento moderado en cuanto a tracción y par, y son los más sencillos de instalar, ya que no requieren equipo especializado.



Figura 5
Insertos de Instalación por Calor/Ultrasonido SPIROL de la Serie 19/20 (arriba) y de la Serie 29/30 (abajo)

Para plásticos termoendurecibles (SLA)

Los plásticos termoendurecibles permanecen permanentemente sólidos tras el curado y se descomponen en lugar de fundirse cuando se someten a altas temperaturas. Por lo tanto, es recomendable instalar los Insertos Roscados en estado «frío»:

- Insertos a Presión: La opción más eficaz para materiales termoestables.
- Insertos Autorroscantes: Una alternativa viable que puede requerir menos fuerza para su instalación, pero que limita el rendimiento en cuanto al par de desatornillado.
- Insertos de Expansión: son los más fáciles de instalar, pero ofrecen el peor rendimiento de todos los tipos de Insertos.



Figura 6

Insertos a Presión SPIROL de las Series 50 (arriba a la izquierda) y 51 (arriba a la derecha) e Insertos Autorroscantes SPIROL de la Serie 10 (abajo)

Propiedades del material

El rendimiento de los Insertos se ve muy influido por las propiedades del material de base.

- Resistencia a la tracción: Mide la capacidad del material para resistir la deformación plástica
- Módulo de flexión: influye en la rigidez del material y en su capacidad para distribuir las fuerzas de flexión, lo cual es fundamental para evitar la deformación y garantizar una distribución adecuada de la carga

Además, las propiedades térmicas afectarán al proceso de instalación, ya que los materiales de mayor conductividad favorecen una distribución más uniforme del calor, mejorando el flujo plástico y garantizando un relleno completo alrededor de los elementos de retención para una unión segura. Del mismo modo, la temperatura de deflexión térmica de un plástico determinado influirá en la temperatura para la instalación térmica o ultrasónica del Inserto Roscado.

Directrices de diseño

El rendimiento de un Inserto Roscado en materiales impresos en 3D se ve influido por varios factores clave. En esta sección se describen las directrices de diseño esenciales, centrándose en el tamaño del orificio de acogida, las propiedades del material, el espesor de la pared, el relleno y el espesor de la capa para garantizar un rendimiento óptimo del Inserto Roscado en aplicaciones de impresión 3D.

Tamaño del orificio

El tamaño del orificio es fundamental para el rendimiento de los Insertos Roscados. El Catálogo de Insertos Roscados de SPIROL ofrece directrices sobre el tamaño del orificio, pero las tolerancias de la impresión 3D suelen superar los +0,08 mm recomendados. Las tolerancias típicas son las siguientes:

- Impresión FDM industrial: $\pm 0,2$ mm
- Impresoras de escritorio: $\pm 0,3-0,5$ mm
- Impresoras SLA: $\pm 0,1$ mm
- Impresión SLS: $\pm 0,3$ mm

Para mitigar la variación, una opción es taladrar orificios en el soporte de plástico, lo que reduce la variación pero puede comprometer el refuerzo de las paredes exteriores impresas en FDM (como se analiza más adelante en este informe técnico). Como alternativa, se puede llevar a cabo un desarrollo iterativo hasta alcanzar el tamaño óptimo del orificio.

Espesor de la pared

Los Insertos Roscados requieren un espesor de pared sólido suficiente en la zona circundante para cumplir con las expectativas de rendimiento. Para un rendimiento óptimo del Inserto, diseñe el número de bucles de la pared exterior de manera que se cree una protuberancia (saliente) de al menos 1,5 veces el diámetro del moleteado del Inserto. Para un Inserto Roscado M6, esto se consigue con 6 bucles de pared (con un diámetro de boquilla de 0,4 mm). Se alcanza el máximo rendimiento cuando el saliente mide al menos el doble del diámetro del moleteado con Rebaba del Inserto.

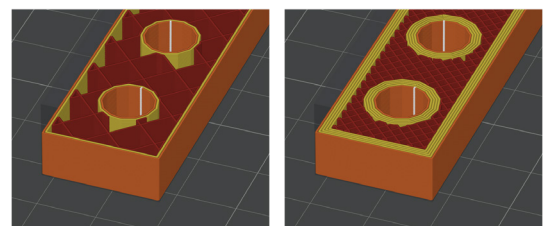


Figura 7

Relleno del 15 % con 2 bucles de pared (izquierda), relleno del 55 % con 5 bucles de pared (derecha)

Relleno (solo FDM)

El rendimiento del Inserto aumenta linealmente con la densidad de relleno. Para obtener un rendimiento óptimo del Inserto, diseñe con una densidad de relleno superior al 50 %.

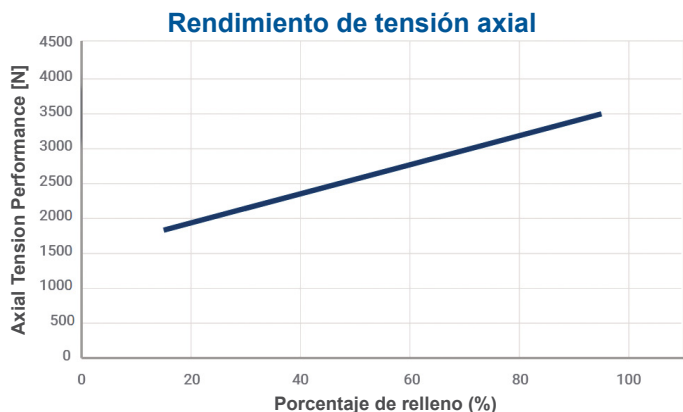
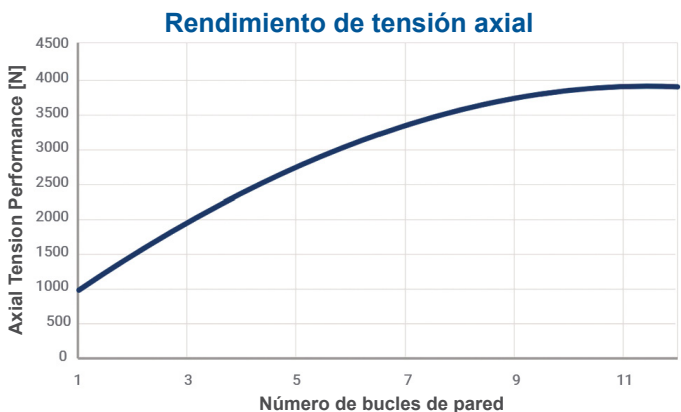
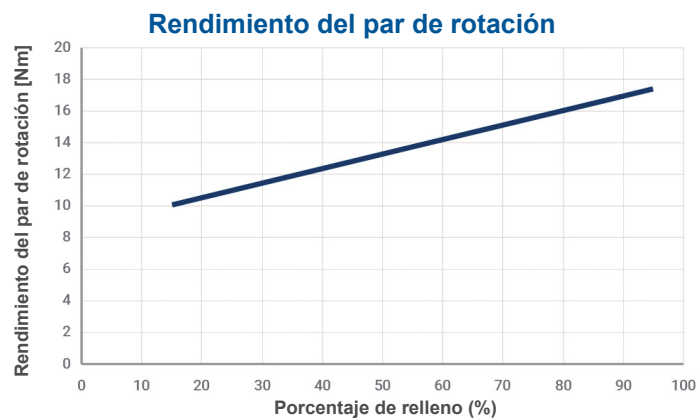
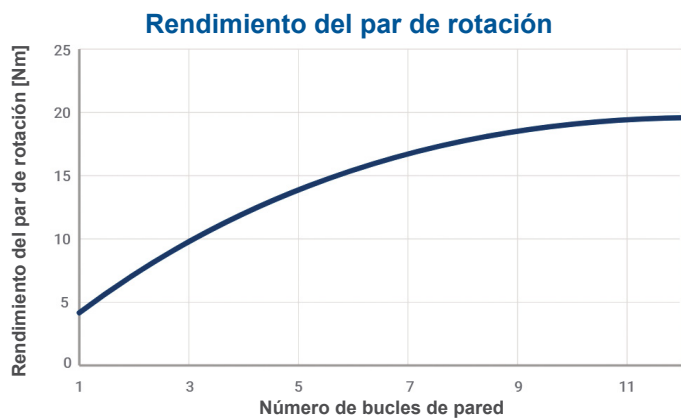


Figura 8

Rendimiento del Inserto en función de los bucles de pared (material PLA, relleno del 15 %, pruebas realizadas con SPIROL INS 29 M6 corto)

Figura 9

Rendimiento del Inserto en función del relleno (material PLA, 2 bucles de pared, prueba realizada con SPIROL INS 29 M6 corto)

Espesor de capa (FDM, SLS)

En general, las capas más gruesas dan lugar a una unión entre capas más débil, ya que hay huecos más grandes. El mejor rendimiento del Inserto se produce normalmente con un espesor de capa de entre 0,16 y 0,2 mm para FDM y SLS, donde la resistencia a la tracción está optimizada.

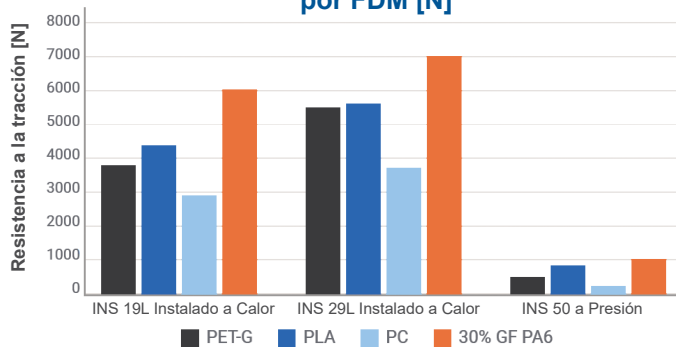
Comparación del rendimiento de los Insertos

Comparemos el rendimiento de tres (3) series diferentes de Insertos Roscados M6: los Insertos Roscados Instalados por Calor de forma simétrica (SPIROL INS 29 Long) y asimétricos (SPIROL INS 19 Long), y un Inserto Roscado a Presión (SPIROL INS 50) en materiales habituales de impresión 3D. Se proporcionan resultados detallados de las pruebas comparativas para componentes impresos mediante FDM, SLS y SLA. Esta información ayudará a los diseñadores a elegir el Inserto Roscado óptimo en función de los requisitos de rendimiento específicos.

Componentes impresos en FDM

Como era de esperar, el rendimiento de los Insertos Roscados Instalados por Calor supera al de los Insertos a Presión en los distintos materiales impresos en 3D. Esto concuerda con el rendimiento observado en los plásticos extruidos.

Resistencia a la tracción en materiales impresos por FDM [N]



Rendimiento de par en materiales impresos con FDM [Nm]

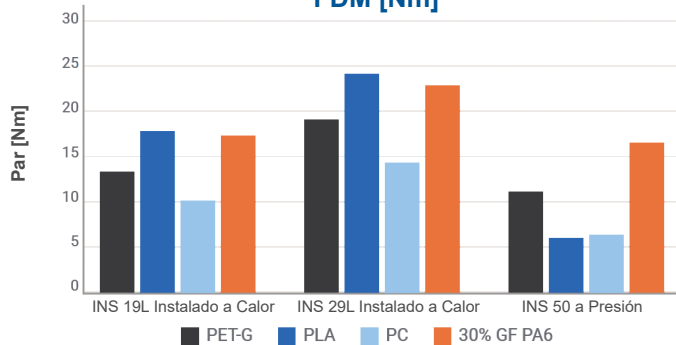


Figura 10

Medias de medición del rendimiento a la tracción en FDM, M6, newton-metros (Nm)*

*Los ensayos de las muestras FDM se realizaron con un relleno del 55 % y un grosor de pared de 1,5 veces el grosor de la capa (5 bucles de pared). Los valores estimados del rendimiento del Inserto pueden calcularse a partir de la relación entre el relleno y el rendimiento. El grosor de capa se mantuvo en 0,16 mm para maximizar la fuerza a la tracción, ya que esto facilita la deposición precisa del material. El ángulo de trama se mantuvo en $\angle 0^\circ$.

Componentes impresos mediante SLS

A pesar de que los componentes SLS se fabrican con un relleno del 100 % y pueden alcanzar una resistencia mecánica comparable a la de los componentes moldeados o extruidos, la microporosidad puede reducir significativamente el rendimiento de los Insertos.

Componentes impresos mediante SLA

Dado que los materiales de impresión SLA son principalmente plásticos termoendurecibles, solo los Insertos a Presión pueden utilizarse de forma eficaz, ya que son ideales para su instalación por presión sin necesidad de calentar el material de base.

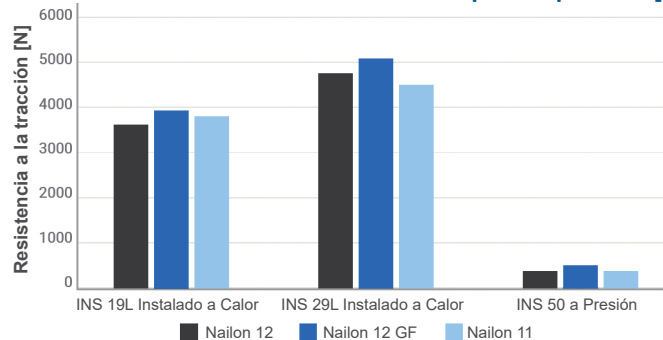
Los Insertos Roscados Autorroscantes son una alternativa viable, pero, dado que se enroscan en el conjunto, su montaje requiere mucho tiempo y pueden salirse del conjunto si este no es permanente. Debido a esta dificultad, los Insertos Roscados Autorroscantes no se han incluido en este estudio; tampoco se han incluido los Insertos de Expansión, debido a su bajo rendimiento.

Material	Par (N*m)	Tensión (N)
Resina	7	40

Tabla 1

Rendimiento del Inserto a presión de SPIROL (INS 50 / M6 / .312 EK) en resina fotopolimérica transparente

Resistencia a la tracción en materiales impresos por SLS [N]



Rendimiento de par en materiales impresos con SLS [Nm]

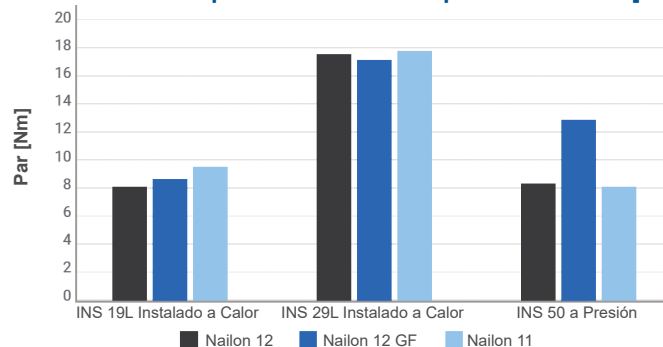


Figura 11

Medias de rendimiento a la tracción en SLS, M6, newtonmetros (Nm)*

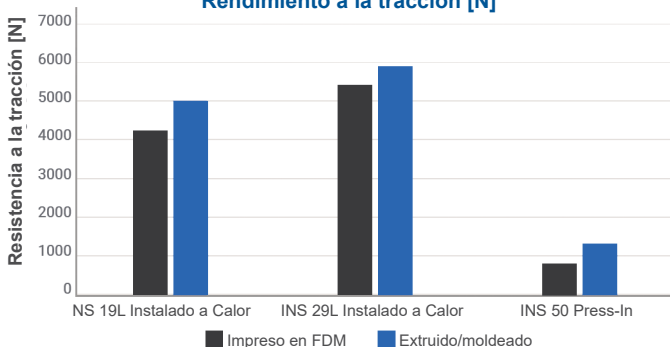
Comparación con componentes moldeados

Al comparar las diferencias entre los componentes fabricados con plástico moldeado y los métodos de impresión 3D, es importante tener en cuenta que un mismo material puede presentar propiedades muy variables que afectan al rendimiento del Inserto.

A pesar de la geometría en capas de los componentes impresos mediante FDM, estos alcanzan un alto rendimiento, especialmente cuando se utilizan Insertos de Instalación por Calor/Ultrasonido. En la Figura 12 se muestra una comparación directa entre el policarbonato (PC) impreso mediante FDM y el plástico extruido.

Las impresiones SLS son más propensas a las microfisuras y al fallo prematuro del Inserto. Los polvos SLS tienden a presentar propiedades de material más débiles que los plásticos similares para moldeo, a menudo debido a composiciones diferentes y a la microporosidad en los componentes impresos finales. Dado que las propiedades del material difieren en gran medida, el rendimiento de un Inserto puede ser entre un 20 % y un 50 % inferior al de un plástico extruido.

Comparación del rendimiento del FDM en policarbonato Rendimiento a la tracción [N]



Comparación del rendimiento del FDM en policarbonato Par [Nm]

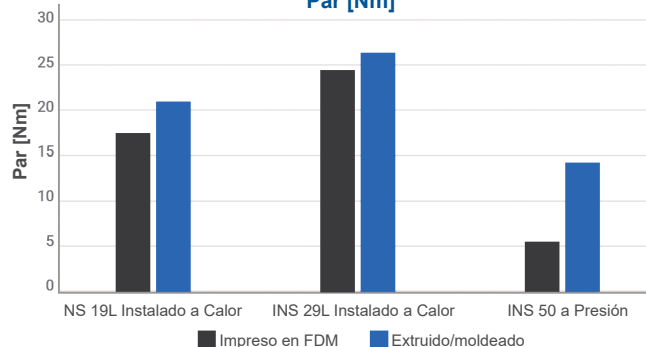


Figura 12

Comparación de rendimiento entre FDM y plásticos extruidos/moldeados (FDM: relleno del 55 % y 5 bucles de pared)

*Los ensayos de las muestras FDM se realizaron con un relleno del 55 % y un grosor de pared de 1,5 veces el grosor de la capa (5 bucles de pared). Los valores estimados del rendimiento del Inserto pueden calcularse a partir de la relación entre el relleno y el rendimiento. El grosor de capa se mantuvo en 0,16 mm para maximizar la fuerza a la tracción, ya que esto facilita la deposición precisa del material. El ángulo de trama se mantuvo en $\angle 0^\circ$.



Figura 13
Soldador

Métodos de instalación para la creación de prototipos

Hasta un 70 % del rendimiento de un Inserto depende directamente de la calidad de la instalación, especialmente cuando se trata de instalaciones por calor/ultrasonido. La alineación, la temperatura, la presión y el tiempo de soldadura son factores importantes.

Los mejores resultados en los laboratorios de prototipado se obtienen utilizando equipos diseñados específicamente para este fin.

Para pruebas rápidas o cuando no se dispone de equipos especializados, también se puede utilizar un soldador. Cabe señalar que, al utilizar un soldador para la instalación de Insertos, es preferible que esté equipado con una punta que se acople al Inserto lo máximo posible. Una buena temperatura de funcionamiento para la instalación con un soldador suele estar entre 650 °F y 750 °F (343 °C y 399 °C). Una regla general para calcular la temperatura de

instalación mediante calor directo es añadir un factor de seguridad adicional a la temperatura de deflexión térmica del material en cuestión:

$$T_{\text{de instalación}} = T_{\text{de deflexión térmica}} + 150^{\circ}\text{F} (65^{\circ}\text{C})$$

La temperatura de deflexión térmica es la temperatura a la que un termoplástico se deforma bajo una carga específica. Aplique una presión constante al Inserto presionando hacia abajo el soldador mientras entra en contacto con el Inserto Roscado.

Para los Insertos de Presión, se debe utilizar una prensa de husillo para aplicar una presión constante; en plásticos más blandos, un martillo puede ser una opción de instalación de bajo coste.

Para soluciones de producción de bajo a alto volumen, considere equipos de instalación semiautomáticos o totalmente automáticos.

Puntos clave

Los Insertos de Instalación por Calor/Ultrasonido ofrecen la máxima fuerza en termoplásticos impresos en 3D, mientras que los Insertos a Presión constituyen una alternativa viable, especialmente para materiales termoestables, en los que la instalación térmica no es factible. Los plásticos termoestables limitan de por sí las opciones de Insertos a los métodos de inserción a presión.

Los hallazgos clave indican que el rendimiento de los Insertos Roscados mejora con el aumento de la densidad de relleno y los bucles de pared en la impresión FDM, con resultados óptimos a un espesor de capa de 0,16-0,2 mm, un relleno del 50 % o más, y un número de bucles de pared igual o superior al tamaño métrico nominal del Inserto.

Los resultados muestran que, con un relleno y un espesor de pared elevados, los componentes impresos en 3D mediante FDM alcanzan aproximadamente el 70-80 % del rendimiento de un material moldeado equivalente. Si bien los componentes SLS presentan una alta resistencia teórica, su microporosidad puede hacer que alcancen aproximadamente el 50-70 % del rendimiento en comparación con los plásticos moldeados.

Póngase en contacto con SPIROL para obtener ayuda a la hora de elegir el Inserto Roscado adecuado para sus diseños de producción y prototipos impresos en 3D. Debido a la variedad de métodos, materiales y parámetros de impresión 3D, los resultados pueden variar, por lo que se recomienda realizar pruebas y evaluaciones exhaustivas para cada conjunto individual.

Centros técnicos

Europa **SPIROL España**
Barcelona, España
+34 932 71 64 28
info-es@spirol.com

SPIROL Reino Unido
Corby, Northants, Inglaterra
+44 (0) 1536 444800
info-uk@spirol.com

SPIROL Ford
South Shields, Tyne & Wear, Inglaterra
+44 (0) 1914 540141
contactus@ford-engineering.com

SPIROL Francia
Saint-Léonard
+33 (0) 3 26 36 31 42
info-fr@spirol.com

SPIROL Alemania
Múnich
+49 (0) 89 4 111 905 71
info-de@spirol.com

SPIROL República Checa
Tuchoměřice
+420 226 218 935
info-cz@spirol.com

SPIROL Polonia
Varsovia
+48 510 039 345
info-pl@spirol.com

Las Américas **SPIROL México**
Apodaca, Nuevo León
+52 81 8385 4390
info-mx@spirol.com

SPIROL International Corporation
Connecticut, Estados Unidos
+1 860 774 8571
info@spirol.com

SPIROL División de Laines
Ohio, Estados Unidos
+1 330 920 3655
info@spirol.com

SPIROL Canadá
Windsor, Ontario
+1 519 974 3334
info-ca@spirol.com

SPIROL Brasil
Indaiatuba, São Paulo
+55 19 3936 2701
info-br@spirol.com

Asia Pacífico **SPIROL China**
Shanghái
+86 (0) 21 5046-1451
info-cn@spirol.com

SPIROL Malasia
Iskandar Puteri, Johor
+60 77 063 960
info-my@spirol.com

SPIROL Corea
Seúl, Corea del Sur
+82 (0) 10 9429 1451
info-kr@spirol.com