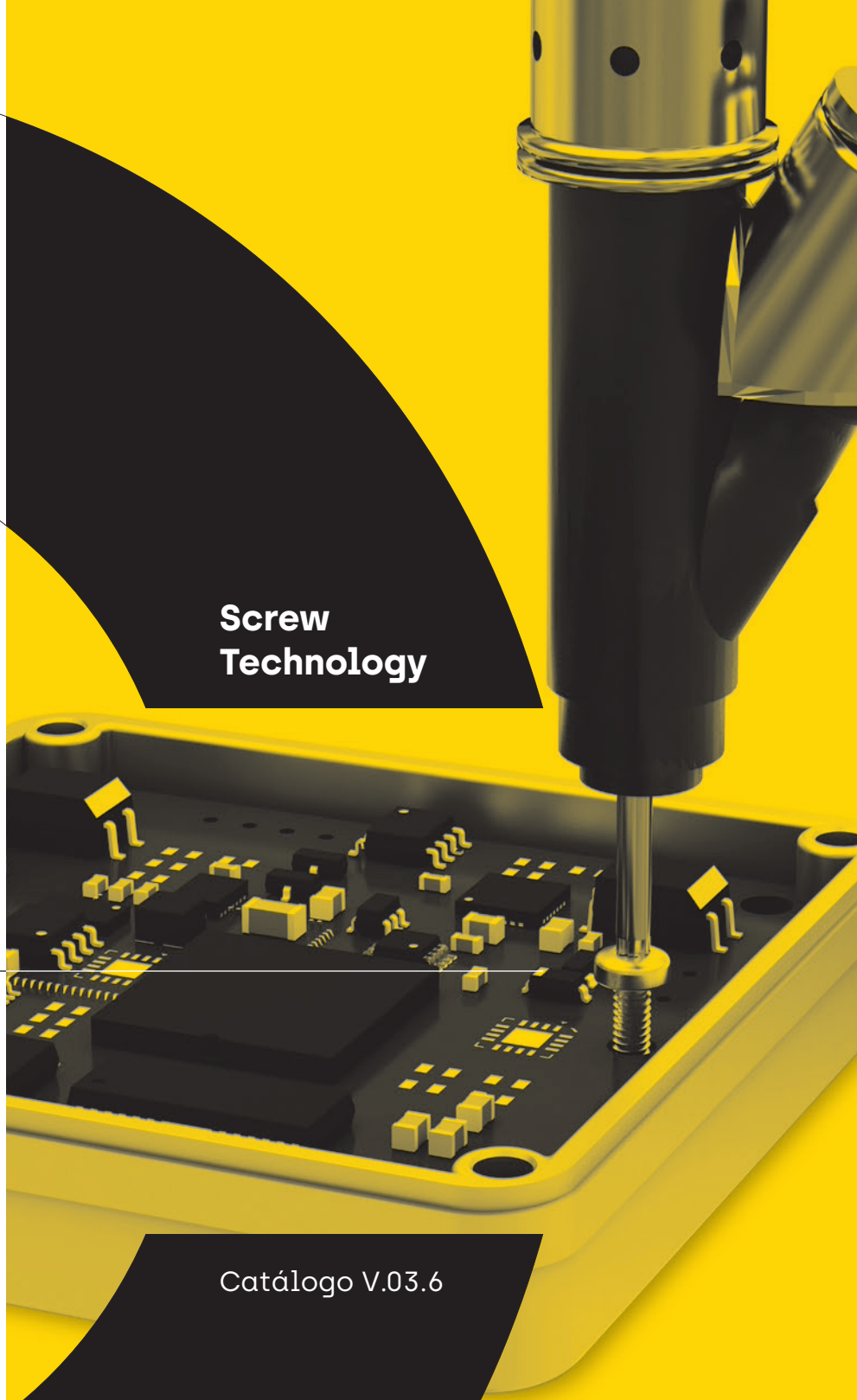
CELO

Screw Technology

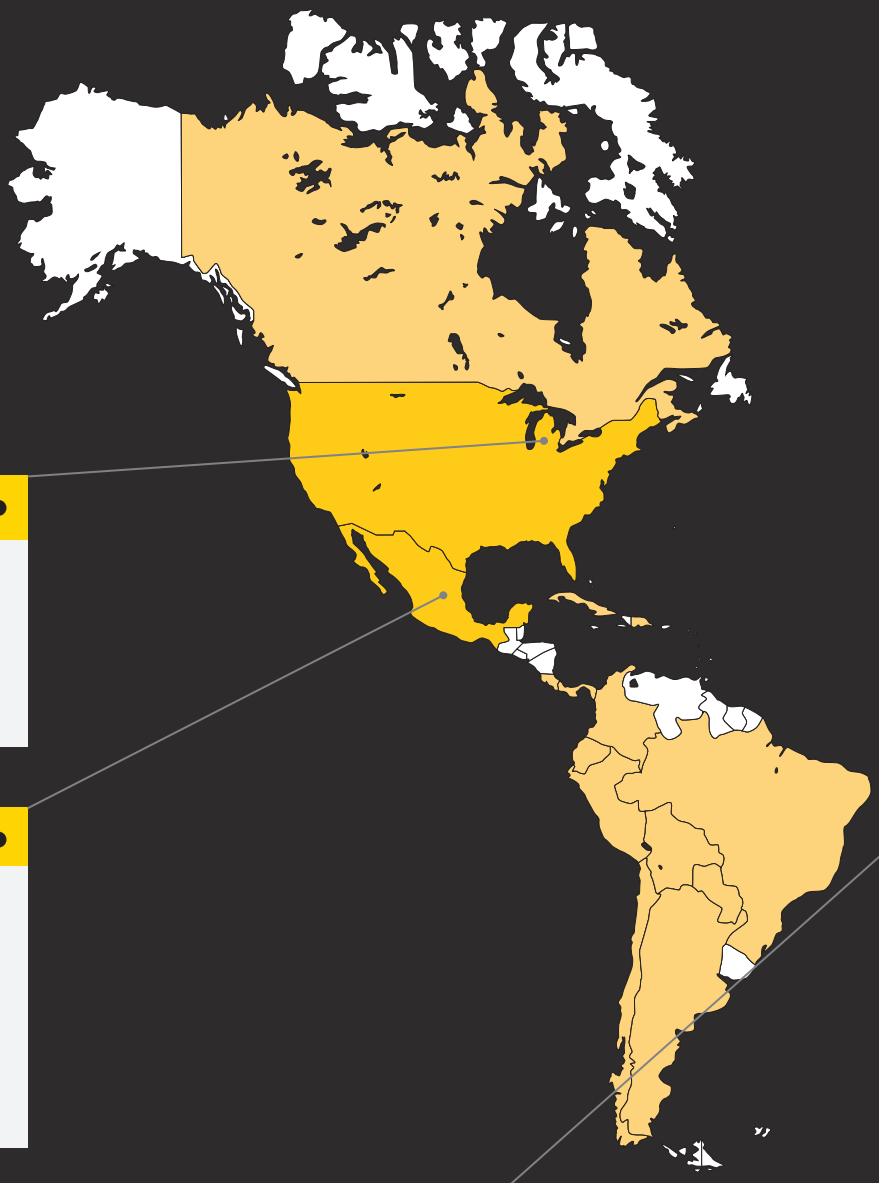


Catálogo V.03.6

Screw Technology

Catálogo

Localizaciones



USA

2929 32nd Street
49512 Grand Rapids, MI,
USA
T. +1 (616) 957 9510
F. +1 (616) 957 9597
M: celo.us@celo.com

México

Anillo Vial II Fray Junípero Serra Nº 16950
Condominio I, Int 27,
Condominio Sotavento
76148 Querétaro, Qro,
México
T. +52 (442) 243 35 37
F. +52 (442) 261 08 21
M: celo.mx@celo.com

- Fábrica
- Almacén logístico
- Oficina comercial
- Headquarters

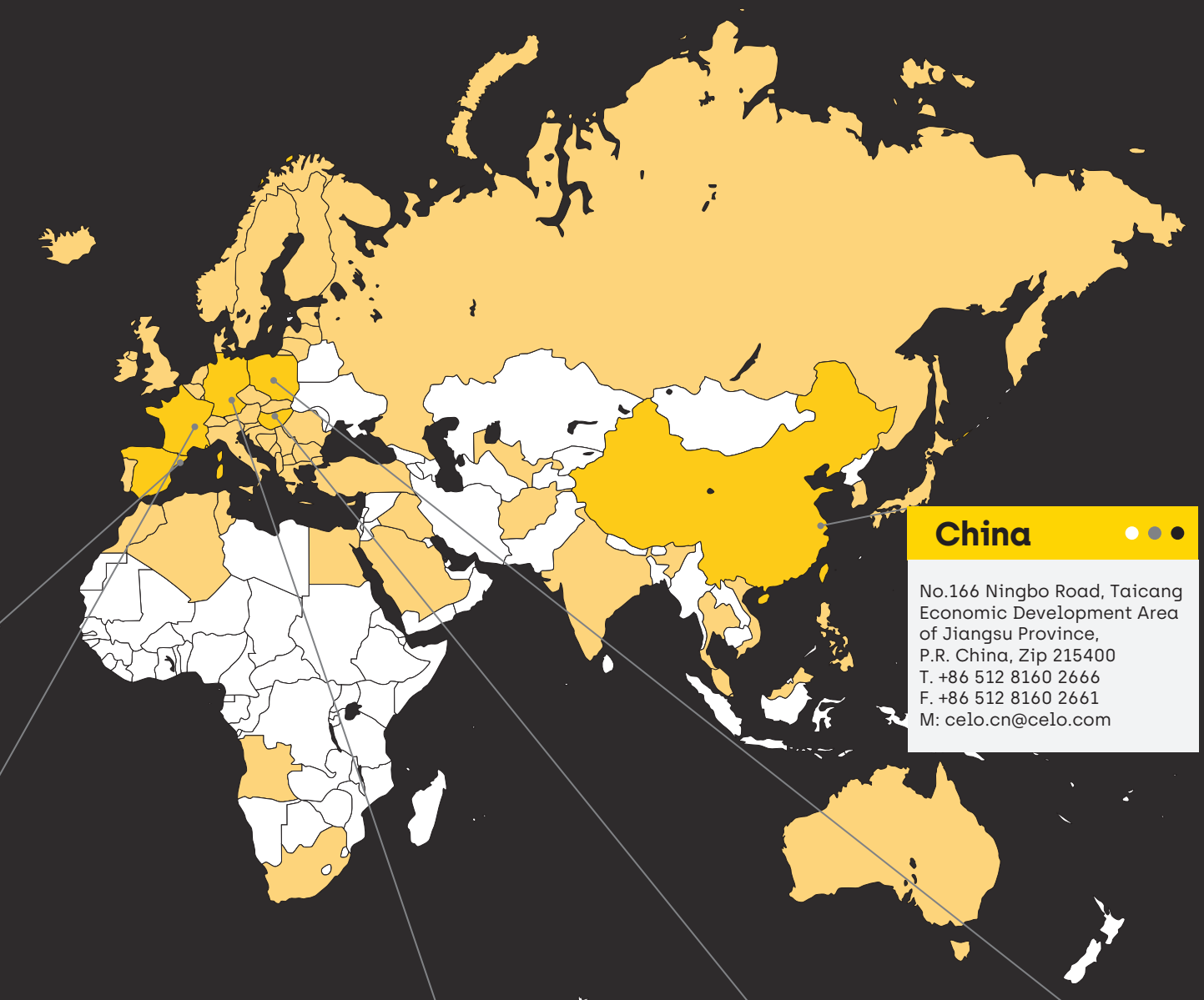
- CELO
- Actividad comercial

España

Headquarters
Rosselló, 7
08211 Castellar del
Vallès, Barcelona, Spain
T. +34 937 158 387
F. +34 937 144 453
M: celo@celo.com

Francia

9, avenue Victor Hugo
Espace Lamartine
69160 Tassin La Demi
Lune, France
T. +33 (0) 472695660
F. +33 (0) 472695665
M: celo.fr@celo.com



China

No.166 Ningbo Road, Taicang
Economic Development Area
of Jiangsu Province,
P.R. China, Zip 215400
T. +86 512 8160 2666
F. +86 512 8160 2661
M: celo.cn@celo.com

Alemania

Industriestrasse 6
86551 Aichach, Germany
T. +49 172 8198033
M: celo.de@celo.com

Hungría

Budai út 1/C
Tatabánya Industrial Park
2851 Környe, Hungary
T. +36 34 586 360
F. +36 34 586 361
M: celo.hu@celo.com

Polonia

ul. Poprzeczna 50
95-050 Konstantynów
Łódzki, Poland
T. +48 42 250 54 43
F. +48 42 291 12 06
M: celo.pl@celo.com

En CELO, sabemos que nuestros tornillos y fijaciones representan una parte muy pequeña del coste total del ensamblaje. Nos preocupamos para que nuestros productos sean competitivos, pero sobretodo nos preocupamos por desarrollar e innovar en productos y servicios que reduzcan sus costes de ensamblaje,... desde el diseño hasta la instalación

Trabajamos para que nuestros tornillos y fijaciones tengan un coste competitivo, pero también nos preocupamos por reducir los costes totales de instalación, logística e incluso de sus líneas de producción.

Nuestros ingenieros técnicos de ventas e ingenieros de aplicación están listos para ayudarles.

- **Tu tiempo. Nuestro valor**
- **Innovación**
- **Conocimiento**
- **Calidad**

Company

En CELO, cuidamos los pequeños detalles:

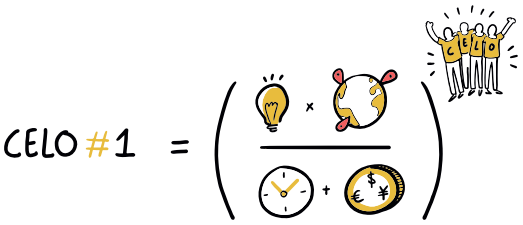
Small Things Matter

Mira a tu alrededor. Mira todas las cosas que hacen que nuestro mundo funcione, desde las más grandes, hasta las más pequeñas. Desde las más simples, hasta las más sofisticadas. Todo, absolutamente todo, está compuesto de pequeñas piezas que, unidas, forman parte de algo más grande que no puede fallar.

Nosotros conocemos bien su importancia, y por eso, como especialistas, cuidamos cada pieza desde su creación hasta su instalación, aplicando la última tecnología e innovando para hacerlo mejor cada día.

Calidad, conocimiento e innovación forman el ADN de nuestra empresa.

CELO quiere ser un líder internacional en tornillos técnicos innovadores y fijación técnica que reduzcan el tiempo y el coste de instalación y montaje.



Representamos nuestro ADN con una simple ecuación:

- El conocimiento, la innovación y el alcance internacional hacen crecer nuestra empresa.
- El ahorro de tiempo y la reducción de costes para nuestros clientes y para CELO hacen que nuestra empresa crezca.
- Nuestro equipo es la parte de la ecuación que potencia más nuestro desarrollo.

CELOsmart®
Proceso de inspección

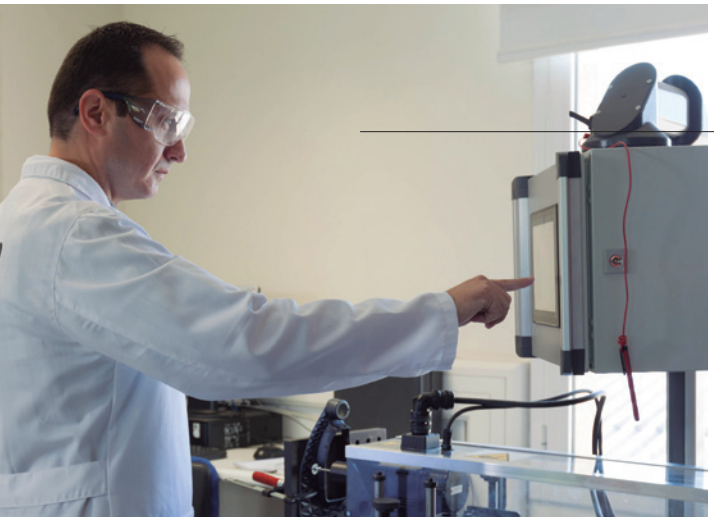
Diseño de utillajes y simulación de procesos

Soluciones para cada necesidad

Orientación al cliente

Sus beneficios

- Las **soluciones innovadoras** reducen tiempo y costes al usuario.
- Amplia **gama de productos** para la industria fabricados bajo licencias REMINC/ CONTI Fasteners, Acument y Mathread.
- **Relación basada en la cooperación** para conseguir soluciones de ensamblaje eficientes.
- **Más de 50 años de experiencia** en el desarrollo y fabricación de soluciones de ensamblaje.
- **La más alta calidad de producto** basada en la tecnología más avanzada.
- **Presencia mundial** para ofrecer una estrecha colaboración con nuestros clientes.



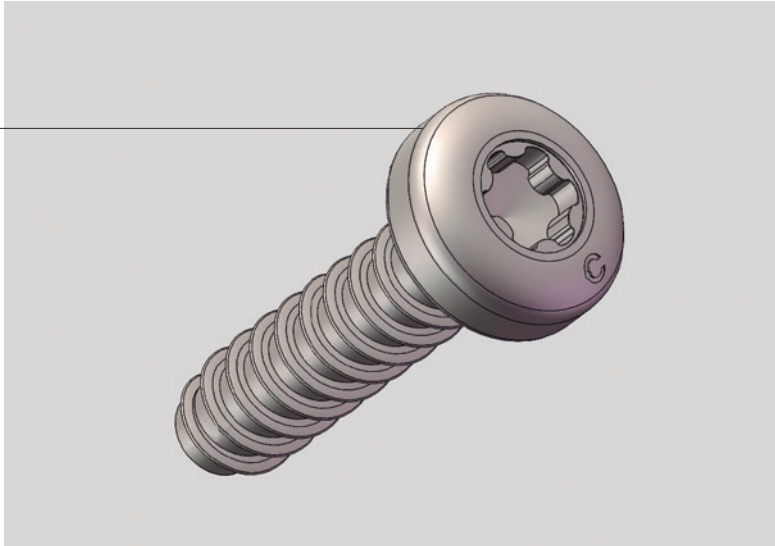
Ensayos técnicos

Para asegurar la máxima productividad y calidad del proceso de ensamblaje:

- Parámetros de ensamblaje (estudio de par, velocidad, ángulo, precarga...)
- Propiedades mecánicas (resistencia a la cizalla, tracción...)
- Resistencia al arranque
- Estudio de la compresión de la unión

CAD data

- Los modelos 3D contienen información sobre las características de las piezas que nos permiten asegurar que éstas encajan físicamente en la posición designada.
- Facilitamos los modelos 3D de todos nuestros productos para incluirlos en el proceso de diseño de sus componentes.



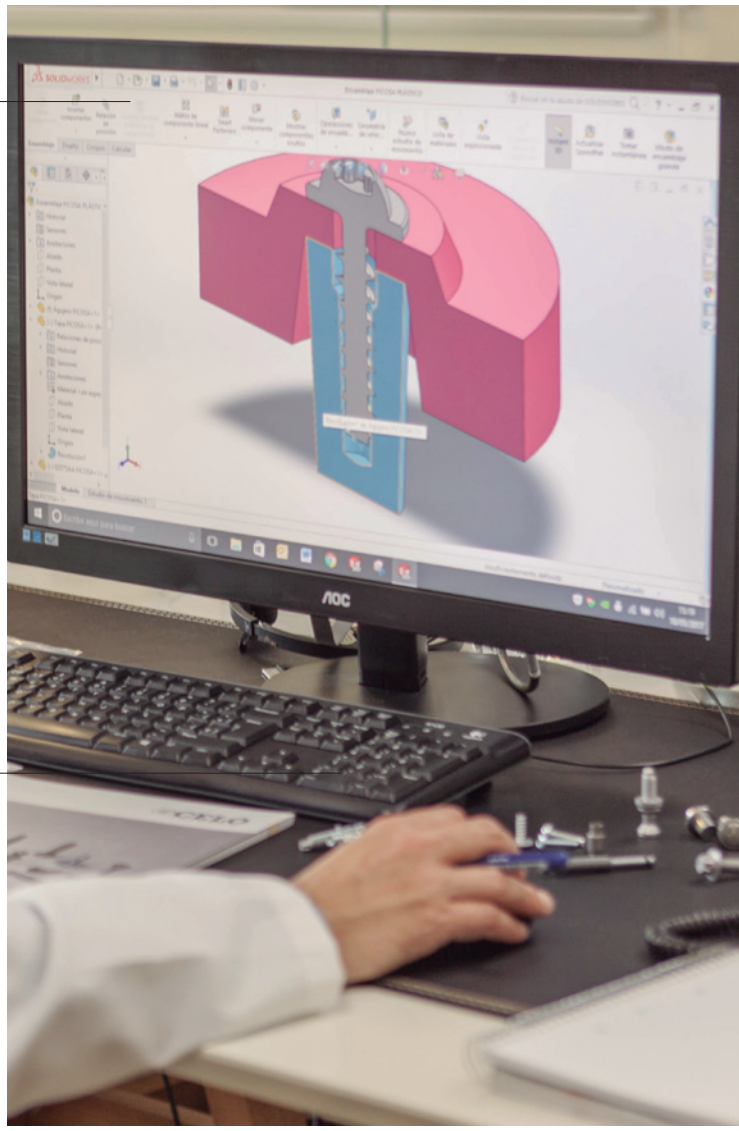
Centro de formación

- Formación en tecnología en tornillería
- Formación teórica y práctica del producto
- Visita a fábrica
- Certificado de participación

Ingeniería de aplicaciones

Para ayudar a nuestros clientes en la solución óptima para su ensamblaje:

- Análisis de la aplicación
- Ensayos de laboratorio
- Implementación del proyecto en la línea de producción
- Detección de oportunidades para la reducción del coste de ensamblaje



Ayuda en el diseño

- Simulación para determinar resultados preliminares fiables
- Factibilidad del diseño de la unión para garantizar el máximo rendimiento durante la vida útil del ensamblaje
- Análisis de riesgos para minimizar defectos o fallos
- Muestras para la fabricación de prototipos

Servicios digitales

- Información actualizada sobre productos y servicios
- Solicitud de muestras
- Descarga de archivos CAD
- Catálogos y folletos de los productos
- Webinars, eventos y noticias de la compañía

Tornillos para plásticos

REMFORM® II™ "HS"		**14**
HS81PA		20
HS82PA		21
HS87PA		22
HSX81PA		23
REMFORM® II™		**24**
REMFORM® II™ "F"		**26**
F281PA		29
F287PA		29
CELOspArk®		**30**
SP81T		34
SP81Z		35
SP82T		36
SP82Z		37
SP87T		38
SP87Z		39
PLASTITE®		**40**
Tornillo PCB		**42**
IBI-ZAS		**44**
TWINPLAST		**46**
TP88Z		47
PUSHTITE® II		**48**
Criterios de selección de tipo de rosca		**50**
Microtornillería		**51**

Tornillos para metal

TRILOBULAR® TAPTITE®		**54**
TAPTITE 2000®		**57**
NT85T CORFLEX® -'N'		64
TAPTITE 2000® "CA"™		65
TAPTITE 2000® "SP"™		66
TAPTITE II®		**67**
TT85T		72
TT85Z		72
TT65Z		73
TT65T		73
TT78		74
TT12		74

Tornillos para metal

TT22T		75
POWERLOK®		**76**
PL78T		78
KLEERTITE® - KLEERLOK®		**79**
REMFORM® II™ "F"		**80**
F281PA		85
F287PA		85

Tornillos para chapa fina

FASTITE® 2000™		**88**
FT85T		92
FT85Z		93
PG		93
FASTITE® 2000™ AUTOTALADRANTE		**94**
FTA85Z		94
EXTRUDE-TITE®		**95**
EX85T		97
CELOSTAMP®		98

Soluciones especiales y piezas funcionales

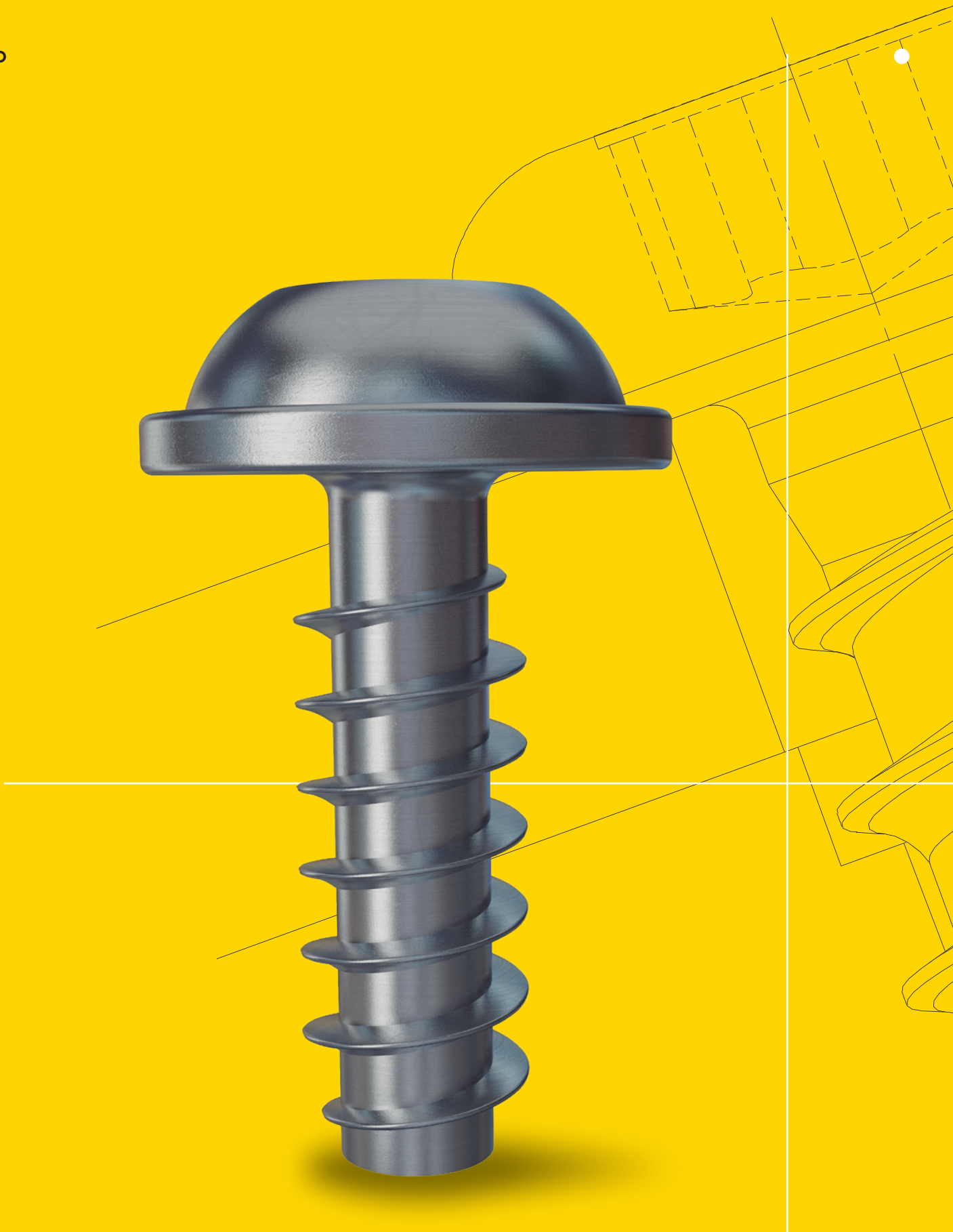
Piezas funcionales	**102**
Punta MAThread®	**104**
Espárrago doble rosca	**107**
Tornillo precinto	**109**

Información técnica

Proceso de fabricación	**112**
Tipos de cabeza	**114**
Tipos de impronta	**115**
Recubrimientos	**122**
CELOsmart®	**126**
Licencias y patentes	**129**
Envasado de los tornillos en stock	**130**

Índice

Screw Technology



Tornillos para plásticos

REMFORM® II™ “HS”

El tornillo autorroscante REMFORM® II™ “HS”(High Strenght) se ha desarrollado para el ensamblaje directo en materiales termoplásticos en aplicaciones con requerimientos mecánicos elevados.

El diseño optimizado de la rosca asegura el rendimiento óptimo de la unión sobre plásticos reforzados y de alta resistencia, ofreciendo una elevada compresión, resistencia al arranque y al aflojado por vibraciones.

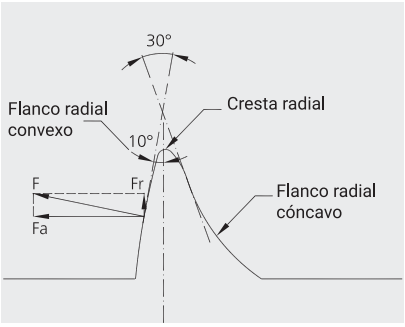


Fig.1. Durante el proceso de roscado, el flanco de carga, con un ángulo de 10°, transfiere casi todo el esfuerzo en la dirección axial (Fa), minimizando la tensión radial (Fr) y por consiguiente la deformación del plástico. La Tensión Axial (Fa) es 4,5 veces superior a la Tensión Radial (Fr).

1. Características técnicas

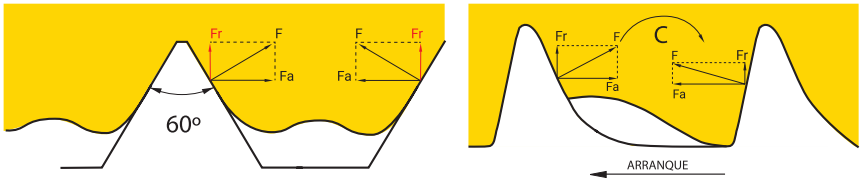
- **Filete asimétrico Radial de 30º**

El Filete Asimétrico sigue siendo la característica fundamental de la rosca REMFORM® II™ “HS”. La optimización del diseño del filete proporciona un **bajo par de roscado y minimiza la tensión radial** generada en el plástico durante el proceso de roscado, reduciendo el riesgo de agrietamiento de la torreta.

El Flanco Radial Convexo, también llamado flanco de carga, es el contiguo a la cabeza del tornillo y tiene un sutil radio. Está diseñado para soportar esfuerzos de arranque, tanto de tracción como los generados por el apriete. La elevada superficie de contacto con el plástico ofrece una alta **resistencia al pasado de rosca**.

El Flanco Radial Cóncavo, también llamado flanco de guía, tiene más importancia en la formación de la rosca. La forma radial progresiva favorece una mejor fluencia y un desplazamiento más eficiente del plástico hacia el flanco de carga incrementando la resistencia a la tracción. La mayor superficie de contacto con el plástico aumenta la **resistencia al aflojado por vibración.**

La cresta RADIAL del filete reduce las tensiones generadas en el plástico durante el roscado.



Rosca chapa

REMFORM® II™ “HS"

Fig.2. Descomposición de fuerzas en el flanco de carga y flanco de guía.

- **Optimización del diámetro de núcleo.**
  El incremento en el diámetro del núcleo proporciona **mayor resistencia a la torsión** y a la tracción, imprescindible en los ensamblajes sobre materiales reforzados o de alta resistencia.

- **Optimización del paso de rosca.**
  Un menor paso de rosca permite un mayor número de filetes en contacto con el material plástico, incrementando la **resistencia al aflojado por vibración** y la posibilidad de reducir la longitud de engarce.

  La optimización del paso de rosca en combinación con el diámetro de núcleo permite una mejor fluencia del material plástico hacia el flanco de carga y, por lo tanto, un mayor volumen de plástico entre los hilos que aumenta la **resistencia al arranque.**

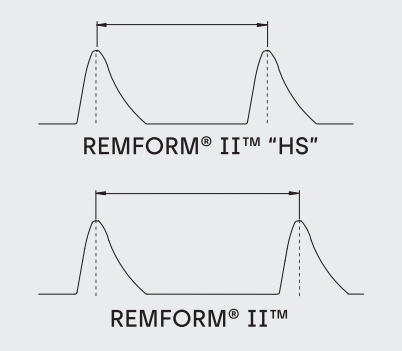


Fig.3. Para un mismo diámetro de tornillo, el menor paso de la rosca REMFORM® II™ "HS" aumenta la resistencia al arranque.

2. Ventajas

- Tensión radial mínima durante el roscado. Evita el problema de agrietamiento de los manguitos **y permite el diseño de torretas de menor diámetro.**

- **Elevada resistencia al arranque, al aflojado por vibración y al pasado de rosca.**

- **Alta resistencia a la torsión y a la tracción,** permitiendo un mayor par de apriete y una mayor compresión de la unión.

- El bajo par de roscado y alto par de fallo facilita el ensamblaje, ofreciendo un **mayor margen de seguridad durante el montaje.**

- El diseño de la rosca permite la **reutilización del tornillo.**

- Las ventajas técnicas del tornillo REMFORM® II™ "HS" ofrecen una unión más resistente, mayor seguridad durante el proceso de atornillado y un ahorro de costes en las operaciones de ensamblaje.

3. Reducción de costes en el ensamblaje

Los tornillos REMFORM® II™ "HS" ofrecen un ahorro de costes substancial si lo comparamos con los tornillos convencionales para plástico, rosca chapa e insertos roscados

- **Eliminación de insertos y los costes asociados.**
  El tornillo REMFORM® II™ "HS" crea una rosca resistente en plásticos reforzados, permitiendo la substitución del inserto metálico. Consecuentemente se mejora el proceso de inyección y la reciclabilidad de la pieza de plástico.

- **Reducción del peso de la pieza de plástico.**
  La tensión radial mínima durante el roscado permite torretas más finas y la menor longitud de engarce posibilita el diseño de torretas con menor profundidad. La pieza de plástico puede diseñarse con menos material y reducir el tiempo de ciclo durante la inyección.

- **Reducción del diámetro del tornillo y/o longitud.**
  Los tornillos REMFORM® II™ "HS pueden conseguir el mismo engarce que los tornillos convencionales para plástico, pero con un diámetro de tornillo menor o menor longitud de engarce.

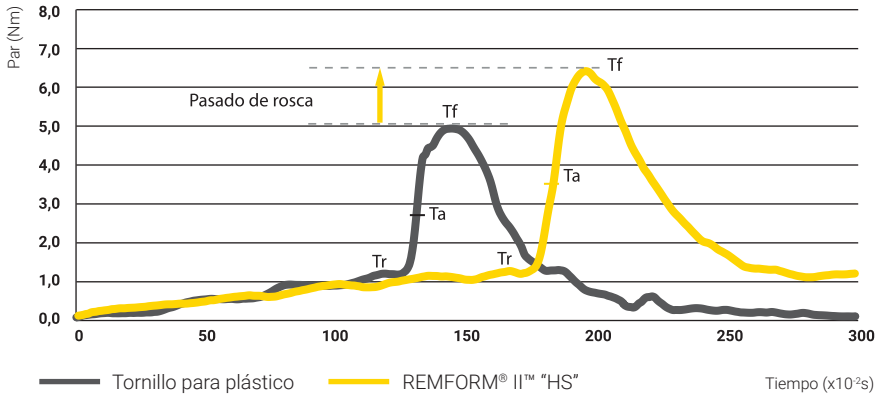
Costes de ensamblaje con tornillo métrico	Costes de ensamblaje con REMFORM® II™ "HS"
Inserto	**AHORRO DE COSTES**
Instalación del Inserto	
Inyección: Tiempo de ciclo Pieza de plástico	Inyección: Tiempo de ciclo Pieza de plástico
Tornillo métrico	REMFORM® II™ "HS"
Ensamblaje	Ensamblaje

REMFORM® II™ "HS" Par Mínimo de Rotura	
d (mm)	Par (Nm)
2.0	0,44
2.5	0,74
3.0	1,41
3.5	2,30
4.0	3,42
4.5	4,82
5.0	6,88
6.0	12,02
7.0	19,44
8.0	27,00

4. Curva de roscado

En plásticos reforzados con fibra de vidrio, el menor paso de rosca del tornillo REMFORM® II™ "HS" mejora significativamente el pasado de rosca sin un incremento apreciable del par de roscado. La energía utilizada durante el atornillado es mayor, y proporciona un par remanente que mejora la resistencia de la unión al aflojado por vibraciones.

A continuación, se muestran las curvas de roscado del tornillo genérico para plástico Ø6,0 y tornillo REMFORM® II™ "HS" Ø6,0 en una pieza de PP + 20% fibra de vidrio, agujero de Ø5,0 y engarce de 12 mm.



Si lo comparamos con un tornillo convencional para plásticos, el tornillo REMFORM® II™ "HS" ofrece un mayor margen de seguridad (diferencia entre el par de roscado y el par de fallo). El aumento en el par de pasado de rosca garantiza una ensamblaje más seguro y una mayor estabilidad durante el proceso de roscado.

El par de roscado (Tr) es el par mínimo para asegurar que la cabeza del tornillo apoya sobre la tapa. En la curva de atornillado, el par de roscado es el valor máximo de par en esta zona.

El Par de fallo (Tf) es el par a partir del cual un componente del ensamblaje falla e indica el valor de par máximo permitido en el sistema. El modo de fallo determina de qué manera se ha inutilizado el ensamblaje. Para la gráfica indicada, el modo de fallo es el pasado de rosca.

El par de apriete (Ta) asegura la compresión y evita deformaciones no deseadas en las piezas.

El par de apriete a aplicar depende del par de rotura del tornillo, coeficiente de fricción, dimensionamiento del agujero, longitud de engarce y la estabilidad del atornillador.

El par de apriete se determina a partir de la curva de roscado resultante de los ensayos en el laboratorio.

5. Dimensionamiento de manguitos

Para asegurar la correcta fijación del tornillo es muy importante tener en cuenta el diseño de los manguitos, ya que éstos deberán soportar las tensiones de desmoldeo y enfriado, así como las tensiones creadas durante la inserción del tornillo para garantizar la compresión del ensamblaje.

En todos los casos es importante incorporar el chaflán para evitar que el inicio de formación de rosca dañe la parte superior del manguito. El chaflán también actúa como guía del tornillo durante el roscado.

Las dimensiones recomendadas para el diámetro exterior de la torreta, diámetro del agujero y profundidad de ensamblaje variarán en función del tipo del plástico.

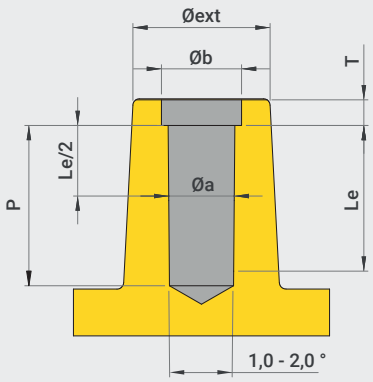
Para más información acerca del diseño de manguitos para el ensamblaje directo sobre plásticos, consulte con nuestro departamento técnico.

Material	Øa	Øext
PC*	0,80 x d	2,1 - 2,6 x d
PE + 30GF	0,80 x d	2,1 - 2,6 x d
PA6 + 15GF	0,80 x d	2,1 - 2,6 x d
PC + 10GF	0,81 x d	2,1 - 2,6 x d
PMMA	0,81 x d	2,1 - 2,6 x d
PA66 + 15GF	0,81 x d	2,1 - 2,6 x d
ABS + 20GF	0,81 x d	2,0 - 2,5 x d
PPO + 30GF	0,82 x d	2,0 - 2,5 x d
ABS + 30GF	0,82 x d	2,0 - 2,5 x d
PC + 30GF	0,82 x d	2,0 - 2,5 x d

Material	Øa	Øext
PP + 30GF	0,82 x d	2,0 - 2,5 x d
POM + 30GF	0,82 x d	2,0 - 2,5 x d
PA6 + 30GF	0,82 x d	2,0 - 2,5 x d
PA66 + 30GF	0,82 x d	2,0 - 2,5 x d
PPA + 30GF	0,82 x d	2,0 - 2,5 x d
PET + 30GF	0,82 x d	2,0 - 2,5 x d
PBT + 30GF	0,82 x d	2,0 - 2,5 x d
PS + 30GF	0,83 x d	2,0 - 2,5 x d
PPS + 40GF	0,83 x d	2,0 - 2,5 x d
PA6/PA66 +45GF	0,84 x d	2,0 - 2,5 x d

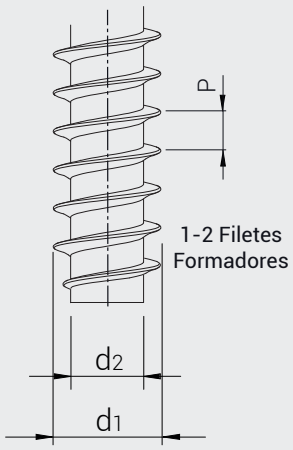
Para plásticos más blandos considerar Øa = 0,75 x d y el resto de datos idénticos al material PC.

Estos datos son orientativos. Aconsejamos realizar pruebas previas con las piezas de plástico para determinar los valores exactos



d = diámetro del tornillo
Longitud de engarce Le = 2,3 x d
Profundida mínima P = 2,9 x d
T = 0,25 - 0,5 x d
Øb = 1,05 - 1,1 x d
***Para PC:**
Le = 2 x d
Profundidad mínima P= 2,7 x d

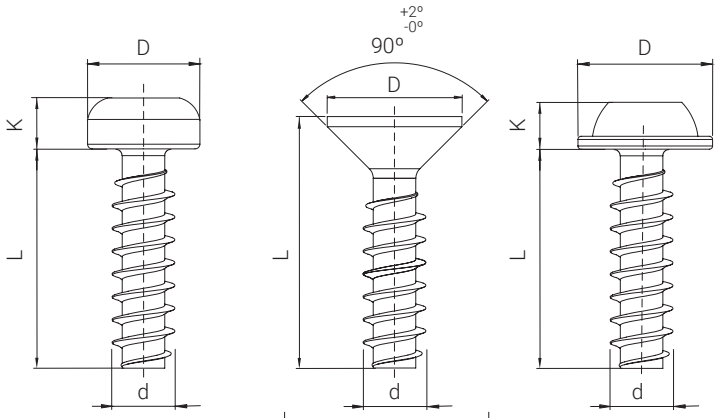
Tolerancias recomendadas:
+0,08 mm para agujeros ≤ Ø3,0 mm
+0,10 mm para agujeros Ø3,0 - Ø4,5 mm
+0,12 mm para agujeros > Ø4,5 mm

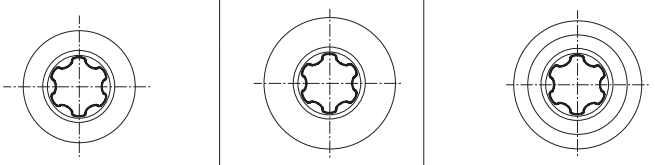


6. Ficha técnica

El diseño de los tornillos REMFORM® II™ "HS" se adapta a las necesidades específicas de su aplicación, permitiendo diferentes diseños de cabeza, impronta, material y recubrimiento. Para asegurar la calidad del tornillo aplicamos el tratamiento de deshidrogenado para reducir el riesgo de la fragilización por hidrogenación (más información en pág 124).

En la tabla se indican las dimensiones de la rosca y diseños de cabeza bajo el estándar de fabricación de CELO. Para diferentes diseños de cabeza, impronta o parte roscada, por consulte con nuestro departamento comercial.





Ref. HS81PA | Ref. HS82PA | Ref. HS87PA

Valor nominal (mm)	Tolerancias h14	Tolerancias h15
Hasta 3	0 -0,25	0 -0,40
De 3 hasta 6	0 -0,30	0 -0,48
De 6 hasta 10	0 -0,36	0 -0,58
De 10 hasta 18	0 -0,43	0 -0,70

d	d1	d2 mín.	P	Par de rotura mín. (Nm)	D h14	K h14	TORX Plus® AUTOSERT®	D h14	TORX Plus® AUTOSERT®	D h15	K h14	TORX Plus® AUTOSERT®
1.8	1,8 +0,08	1,17	0,71	0,25	3,20	1,50	5 IP			4,20	1,40	5 IP
2.0	2,0 +0,08	1,28	0,78	0,41	3,40	1,60	6 IP	4,00	6 IP	4,30	1,50	6 IP
2.5	2,5 +0,10	1,64	0,95	0,85	4,30	2,10	8 IP	5,00	8 IP	5,30	2,10	8 IP
3.0	3,0 +0,10	2,01	1,12	1,55	5,30	2,30	10 IP	6,00	10 IP	6,30	2,20	10 IP
3.5	3,5 +0,10	2,37	1,29	2,52	6,20	2,60	15 IP	7,00	15 IP	7,30	2,60	15 IP
4.0	4,0 +0,10	2,73	1,46	3,83	7,00	3,10	20 IP	8,00	20 IP	8,30	2,90	20 IP
4.5	4,5 +0,10	3,09	1,63	5,53	7,50	3,40	20 IP					
5.0	5,0 +0,15	3,43	1,80	7,50	9,00	3,60	25 IP	10,00	25 IP	10,50	3,60	25 IP
6.0	6,0 +0,15	4,16	2,14	13,30	10,80	4,20	30 IP	12,00	30 IP	12,50	4,00	30 IP
7.0	7,0 +0,18	4,86	2,48	19,44	12,50	4,80	40 IP			15,00	4,80	40 IP
8.0	8,0 +0,18	5,58	2,82	32,10	14,00	4,80	40 IP			17,00	5,00	40 IP

Dimensiones expresadas en mm. Salvo indicación expresa, los valores indicados son nominales. Para tolerancias y otros datos consultar con nuestro departamento técnico.

7. Productos en stock

HS81PA	HS87PA	HS82PA	HSX81PA
• Cabeza alomada • Impronta TORX Plus® AUTOSERT® • Cincado Cr (III) 8µm + Sellante + Deshidrogenado	• Cabeza alomada con arandela • Impronta TORX Plus® AUTOSERT® • Cincado Cr (III) 8µm + Sellante + Deshidrogenado	• Cabeza avellanada • Impronta TORX Plus® AUTOSERT® • Cincado Cr (III) 8µm + Sellante + Deshidrogenado	• Cabeza alomada • Impronta TORX Plus® AUTOSERT® • Acero inoxidable A2

El recubrimiento superficial Cincado Cr (III) 8 µm + Sellante proporciona una mejor protección contra la corrosión, garantizando **144 horas en cámara de niebla salina (NSS) sin aparición de corrosión roja.**

8. Aplicaciones

El tornillo REMFORM® II™ "HS" es la solución óptima para ensamblajes sobre plásticos reforzados con fibra de vidrio y de alta resistencia en los que se requiera:

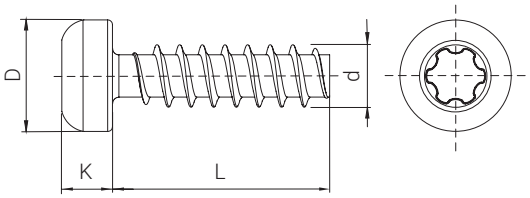
- Alto nivel de compresión.
- Elevada resistencia al arranque.
- Elevada resistencia al aflojado por vibración.

Automoción, material eléctrico, electrónica, pequeño y gran electrodoméstico.

HS81PA

REMFORM® II™ "HS

- **Cabeza alomada**
- **TORX Plus® AUTOSERT®**
- **Cincado Cr (III) 8µm + Sellante + Deshidrogenado (144 h NSS)**



d mm	1.8	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0
D mm	3,2	3,40	4,30	5,30	6,20	7,00	9,00	10,80
K mm	1,5	1,60	2,10	2,30	2,60	3,10	3,60	4,20
TORX Plus® AUTOSERT®	5 IP	6 IP	8 IP	10 IP	15 IP	20 IP	25 IP	30 IP

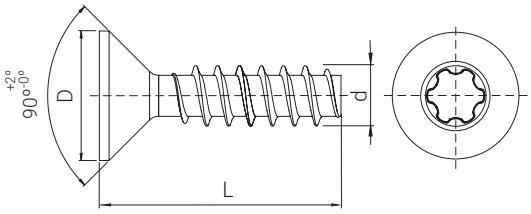
L mm	**Ø1,8**	**Ø2,0**	**Ø2,5**	**Ø3,0**	**Ø3,5**	**Ø4,0**	**Ø5,0**	**Ø6,0**
4	○	○	–	–	–	–	–	–
5	○	○	–	–	–	–	–	–
6	●	○	○	●	–	–	–	–
8	○	●	●	●	●	●	–	–
10	○	○	○	●	●	●	–	–
12	–	○	○	●	●	●	●	○
13	–	–	○	○	○	○	○	○
14	–	–	○	○	○	○	○	○
15	–	–	○	○	○	○	○	○
16	–	–	○	●	●	●	○	○
18	–	–	○	○	○	○	○	○
20	–	–	–	●	○	●	●	○
22	–	–	–	○	○	○	○	○
25	–	–	–	○	○	○	○	○
30	–	–	–	–	○	○	○	○
35	–	–	–	–	○	○	○	○
40	–	–	–	–	○	○	○	○
45	–	–	–	–	○	○	○	○

● Producto diponible en stock. ○ Producto disponible bajo pedido.
Para otros recubrimientos, dimensiones de rosca y diseños de cabeza, consulte con nuestro departamento comercial.
Más información acerca de las condiciones de envasado en la página 130.

HS82PA

REMFORM® II™ "HS

- **Cabeza avellanada**
- **TORX Plus® AUTOSERT®**
- **Cincado Cr (III) 8µm + Sellante + Deshidrogenado (144 h NSS)**



d mm	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0
D mm	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	10,00	12,00
TORX Plus® AUTOSERT®	6 IP	8 IP	10 IP	15 IP	20 IP	25 IP	30 IP

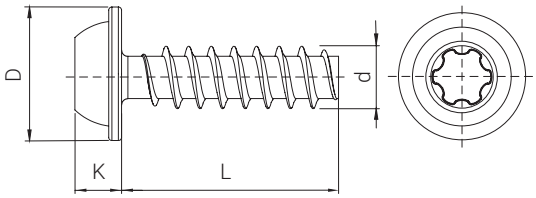
L mm	**Ø2,0**	**Ø2,5**	**Ø3,0**	**Ø3,5**	**Ø4,0**	**Ø5,0**	**Ø6,0**
6	○	○	●	–	–	–	–
8	●	○	●	○	○	–	–
10	○	○	○	●	○	–	–
12	○	○	●	●	●	–	–
13	○	○	○	○	○	○	–
14	○	○	○	○	○	○	–
15	○	○	○	○	○	○	○
16	–	○	●	○	●	○	○
18	–	○	○	○	○	○	○
20	–	○	○	○	○	○	○
22	–	–	○	○	○	○	○
25	–	–	○	○	○	○	○
30	–	–	○	○	○	○	○
35	–	–	–	○	○	○	○
40	–	–	–	○	○	○	○

● Producto diponible en stock. ○ Producto disponible bajo pedido.
Para otros recubrimientos, dimensiones de rosca y diseños de cabeza, consulte con nuestro departamento comercial.
Más información acerca de las condiciones de envasado en la página 130.

HS87PA

REMFORM® II™ "HS

- **Cabeza alomada con arandela**
- **TORX Plus® AUTOSERT®**
- **Cincado Cr (III) 8µm + Sellante + Deshidrogenado (144 h NSS)**



d mm	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0
D mm	4,30	5,30	6,30	7,30	8,30	10,50	12,50
K mm	1,50	2,10	2,20	2,60	2,90	3,60	4,00
TORX Plus® AUTOSERT®	6 IP	8 IP	10 IP	15 IP	20 IP	25 IP	30 IP

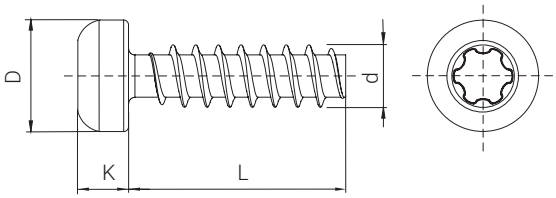
L mm	**Ø2,0**	**Ø2,5**	**Ø3,0**	**Ø3,5**	**Ø4,0**	**Ø5,0**	**Ø6,0**
6	○	○	○	–	–	–	–
8	●	●	●	○	○	–	–
10	○	○	●	○	○	○	–
12	○	○	●	○	●	○	○
13	○	○	○	○	○	○	○
14	○	○	○	○	○	○	○
15	○	○	○	○	○	○	○
16	–	○	○	○	●	○	○
18	–	○	○	○	○	○	○
20	–	○	○	○	●	●	●
22	–	○	○	○	○	○	○
25	–	○	○	○	○	○	○
30	–	–	–	○	○	○	●
35	–	–	–	○	○	○	○
38	–	–	–	○	○	○	○
40	–	–	–	○	○	○	○

● Producto diponible en stock. ○ Producto disponible bajo pedido.
Para otros recubrimientos, dimensiones de rosca y diseños de cabeza, consulte con nuestro departamento comercial.
Más información acerca de las condiciones de envasado en la página 130.

HSX81PA

REMFORM® II™ "HS

- **Cabeza alomada**
- **TORX Plus® AUTOSERT®**
- **Acero inoxidable A2**



d mm	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0
D mm	5,60	6,20	7,00	8,20	10,00
K mm	2,20	2,40	2,60	3,05	3,55
TORX Plus® AUTOSERT®	10 IP	10 IP	15 IP	20 IP	25 IP

L mm	**Ø3,0**	**Ø3,5**	**Ø4,0**	**Ø5,0**	**Ø6,0**
6	○	–	–	–	–
8	●	●	○	–	–
10	○	○	●	○	–
12	●	○	○	○	○
13	○	○	○	○	○
14	○	○	○	○	○
15	○	○	○	○	○
16	○	○	●	○	○
18	○	○	○	○	○
20	○	○	○	●	○
22	–	○	○	○	○
25	–	○	○	○	○
30	–	○	○	○	○
35	–	–	○	○	○
40	–	–	○	○	○

● Producto diponible en stock. ○ Producto disponible bajo pedido.
Para otras dimensiones de rosca y diseños de cabeza, consulte con nuestro departamento comercial.
Más información acerca de las condiciones de envasado en la página 130.

REMFORM® II™

El tornillo autorroscante REMFORM® II™ se ha diseñado para el ensamblaje directo en materiales termoplásticos en aplicaciones con requerimientos mecánicos medios.

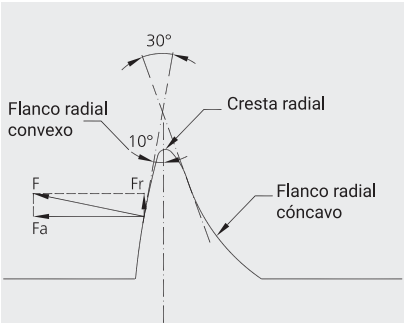


Fig.4. Durante el proceso de roscado, el flanco de carga, con un ángulo de 10°, transfiere casi todo el esfuerzo en la dirección axial (Fa), minimizando la tensión radial (Fr) y por consiguiente la deformación del plástico. La Tensión Axial (Fa) es 4,5 veces superior a la Tensión Radial (Fr).

1. Características técnicas

La rosca REMFORM® II™ tiene la misma configuración de filete asimétrico que REMFORM® II™ "HS" pero difiere el diámetro de núcleo y paso de rosca, adaptado a las necesidades de ensamblaje de materiales termoplásticos con requerimientos mecánicos medios.

- **Filete asimétrico Radial de 30º**
  El Filete Asimétrico sigue siendo la característica fundamental de la rosca REMFORM® II™, que proporciona un bajo par de roscado y minimiza la tensión radial generada en el plástico durante el proceso de roscado, **reduciendo el riesgo de agrietamiento de la torreta.**

El desplazamiento más eficiente del plástico hacia el flanco de carga incrementa la **resistencia a la tracción** y la mayor superficie de contacto con el plástico **aumenta la resistencia al aflojado por vibración.**

2. Ventajas

- Tensión radial mínima durante el roscado. Evita el problema de agrietamiento de los manguitos y **permite el diseño de torretas de menor diámetro.**
- **Elevada resistencia al arranque, al aflojado por vibración y al pasado de rosca.**
- El bajo par de roscado y alto par de fallo facilita en ensamblaje, ofreciendo un **mayor margen de seguridad durante el montaje.**

Las ventajas técnicas del tornillo REMFORM® II™ ofrecen una unión más resistente, mayor seguridad durante el proceso de atornillado y un ahorro de costes en las operaciones de ensamblaje.

3. Dimensionamiento de manguitos

Para asegurar la correcta fijación del tornillo es muy importante tener en cuenta el diseño de los manguitos, ya que éstos deberán soportar las tensiones de desmoldeo y enfriado, así como las tensiones creadas durante la inserción del tornillo para garantizar la compresión del ensamblaje.

En todos los casos es importante incorporar el chaflán para evitar que el inicio de formación de rosca dañe la parte superior del manguito. El chaflán también actúa como guía del tornillo durante el roscado.

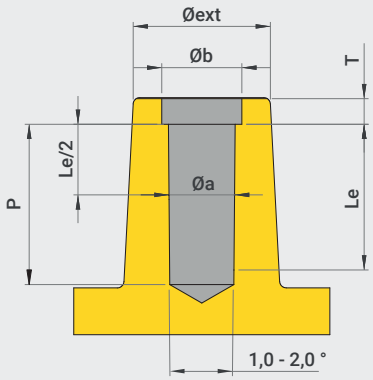
Las dimensiones de los manguitos dependerá del tipo de plástico.

Para más información acerca del diseño de manguitos para el ensamblaje directo sobre plásticos, consulte con nuestro departamento técnico.

Material	Øa	Øext
PTFE	0,73 x d	2,1 - 2,6 x d
PE	0,75 x d	2,1 - 2,6 x d
PA6 / PA66	0,75 x d	2,1 - 2,6 x d
PP	0,75 x d	2,1 - 2,6 x d
PPO	0,75 x d	2,1 - 2,6 x d
ABS	0,75 x d	2,1 - 2,6 x d
ASA	0,78 x d	2,0 - 2,5 x d
PBT	0,78 x d	2,0 - 2,5 x d
PS	0,78 x d	2,0 - 2,5 x d
POM	0,78 x d	2,0 - 2,5 x d

Material	Øa	Øext
PET	0,78 x d	2,0 - 2,5 x d
PC + ABS	0,80 x d	2,0 - 2,5 x d
PP + 15GF	0,80 x d	2,0 - 2,5 x d
PC	0,82 x d	2,0 - 2,5 x d
PE + 30GF	0,82 x d	2,0 - 2,5 x d
PA6 + 15GF	0,82 x d	2,0 - 2,5 x d
PC + 10GF	0,83 x d	2,0 - 2,5 x d
PMMA	0,83 x d	2,0 - 2,5 x d
PA66 + 15GF	0,83 x d	2,0 - 2,5 x d
ABS + 20GF	0,83 x d	2,0 - 2,5 x d

Estos datos son orientativos. Aconsejamos realizar pruebas previas con las piezas de plástico para determinar los valores exactos.



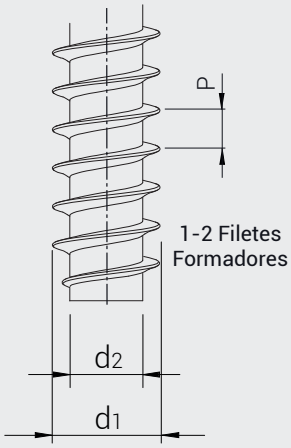
d = diámetro del tornillo
Longitud de engarce Le = 2,3 x d
Profundida mínima P = 2,9 x d
T = 0,25 - 0,5 x d
Øb = 1,05 - 1,1 x d

Tolerancias recomendadas:
+0,08 mm para agujeros ≤ Ø3,0 mm
+0,10 mm para agujeros Ø3,0 - Ø4,5 mm
+0,12 mm para agujeros > Ø4,5 mm

4. Ficha técnica

d	d1 máx.	d1 mín.	d2 mín.	Paso P
2.0	2,10	2,0	1,20	1,00
2.5	2,60	2,5	1,51	1,15
3.0	3,10	3,0	1,93	1,35
3.5	3,60	3,5	2,25	1,55
4.0	4,10	4,0	2,57	1,75
4.5	4,60	4,5	2,89	2,00
5.0	5,15	5,0	3,20	2,25
6.0	6,15	6,0	3,84	2,65
7.0	7,18	7,0	4,48	3,10
8.0	8,18	8,0	5,11	3,50

Dimensiones en mm.



5. Aplicaciones

El tornillo REMFORM® II™ se recomienda para el ensamblaje de una amplia variedad de plásticos en automoción, material eléctrico, electrónica, pequeño y gran electrodoméstico.

Se trata de un producto de fabricación especial. Para más información, consulte con nuestro departamento comercial.

REMFORM® II™ "F"

El tornillo autorroscante REMFORM® II™ "F" (Fine Thread) está especialmente diseñado para el ensamblaje directo de materiales con baja ductilidad, tales como plásticos altamente cargados con fibra de vidrio, plásticos termoestables y resinas fenólicas entre otros, y ensamblajes con longitudes de engarce reducidas.

1. Características técnicas

La rosca REMFORM® II™ "F" tiene la misma configuración de filete asimétrico de la rosca REMFORM® II™ "HS" pero un paso de rosca reducido, **adaptado a las necesidades de ensamblaje de materiales muy duros.**

El paso de rosca reducido conlleva un mayor número de filetes por longitud de tornillo y una menor longitud de engarce. De este modo se aumentan los puntos de contacto con el material y **mejora la resistencia al arranque.**

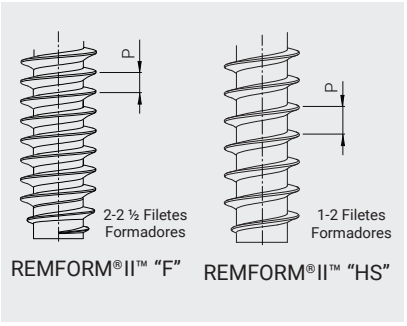


Fig.5. Para un mismo diámetro y longitud de engarce reducida, el menor paso de la rosca REMFORM® II™ "F" aumenta la resistencia al arranque.

2. Ventajas

- La tensión radial mínima **evita el agrietamiento del plástico durante el roscado.**
- La resistencia a la tracción superior a 1.000 N/mm^2 y el paso de rosca reducido confiere una **elevada resistencia al arranque.**
- El diámetro del núcleo proporciona **mayor resistencia a la torsión y a la tracción**, imprescindible en los ensamblajes sobre materiales muy duros y de baja ductilidad.
- La menor longitud de engarce posibilita el roscado en agujeros poco profundos asegurando una **elevada compresión y resistencia a la tracción.**
- El bajo par de roscado y alto par de fallo facilita en ensamblaje, ofreciendo **un mayor margen de seguridad durante el montaje.**

Las ventajas técnicas del tornillo REMFORM® II™ "F" ofrecen una unión más resistente, mayor seguridad durante el proceso de atornillado y un ahorro de costes en las operaciones de ensamblaje.

3. Dimensionamiento de manguitos

Para asegurar la correcta fijación del tornillo es muy importante tener en cuenta el diseño de los manguitos para garantizar la compresión del ensamblaje.

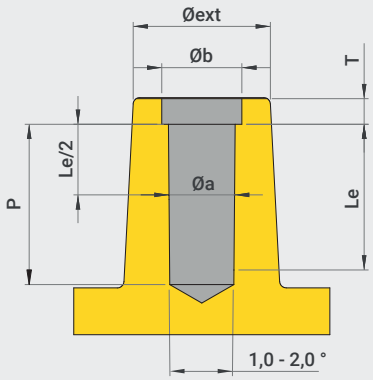
Las dimensiones de los manguitos dependerá del tipo de plástico. En todos los casos es importante incorporar el chaflán para evitar que el inicio de formación de rosca dañe la parte superior del manguito. El chaflán también actúa como guía del tornillo durante el roscado.

Para más información, consulte con nuestro departamento técnico.

Material	Øa	Øext
PC	0,83 x d	2,2 - 2,6 x d
PE + 30GF	0,83 x d	2,2 - 2,6 x d
PA6 + 15GF	0,83 x d	2,2 - 2,6 x d
PC + 10GF	0,84 x d	2,2 - 2,6 x d
PMMA	0,84 x d	2,2 - 2,6 x d
PA66 + 15GF	0,84 x d	2,2 - 2,6 x d
ABS + 20GF	0,84 x d	2,1 - 2,5 x d
PPO + 30GF	0,86 x d	2,1 - 2,5 x d
ABS +30GF	0,86 x d	2,1 - 2,5 x d
PC + 30GF	0,86 x d	2,1 - 2,5 x d

Material	Øa	Øext
PP +30GF	0,86 x d	2,1 - 2,5 x d
POM + 30GF	0,86 x d	2,1 - 2,5 x d
PA6 + 30GF	0,86 x d	2,1 - 2,5 x d
PA66 + 30GF	0,86 x d	2,1 - 2,5 x d
PPA + 30GF	0,86 x d	2,1 - 2,5 x d
PET + 30GF	0,86 x d	2,1 - 2,5 x d
PBT + 30GF	0,86 x d	2,1 - 2,5 x d
PS + 30GF	0,87 x d	2,1 - 2,5 x d
PPS + 40GF	0,87 x d	2,1 - 2,5 x d
PA6/PA66 +45GF	0,88 x d	2,1 - 2,5 x d

Estos datos son orientativos. Aconsejamos realizar pruebas previas con las piezas de plástico para determinar los valores exactos.



d = diámetro del tornillo
Longitud de engarce Le = 1,5 x d
Profundidad mínima P = 2,1 x d
T = 0,20 - 0,40 x d
Øb = 1,05 - 1,1 x d

Tolerancias recomendadas:
+0,08 mm para agujeros ≤ Ø3,0 mm
+0,10 mm para agujeros Ø3,0 - Ø4,5 mm
+0,12 mm para agujeros > Ø4,5 mm

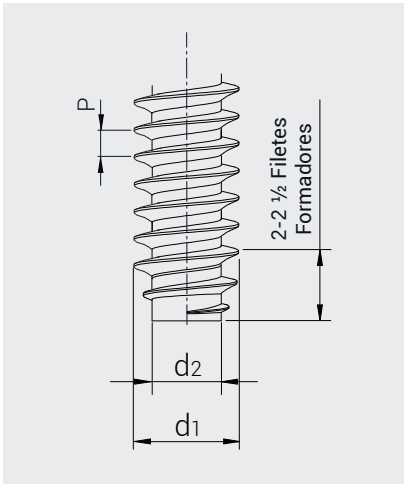
4. Aplicaciones

El tornillo REMFORM® II™ "F" se recomienda para el ensamblaje de materiales termoplásticos altamente cargados y plásticos termoestables con agujeros poco profundos.

Automoción, material eléctrico, electrónica, pequeño y gran electrodoméstico, bombas para líquidos.

Fig.6. Elimina el uso de insertos y evita el desmenuzamiento del poliéster.

Fig.7. Asegura la estanqueidad de la unión en bombas para líquidos.

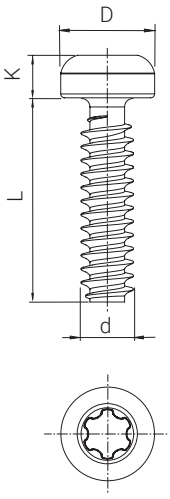


5. Ficha técnica

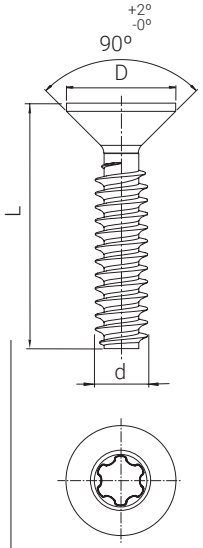
El diseño de los tornillos REMFORM® II™ "F" se adapta a las necesidades específicas de su aplicación, permitiendo diferentes diseños de cabeza, impronta, material y recubrimiento.

En la tabla se indican las dimensiones de la rosca y diseños de cabeza bajo el estándar de fabricación de CELO. Para diferentes diseños de cabeza, impronta o parte roscada, por consulte con nuestro departamento comercial.

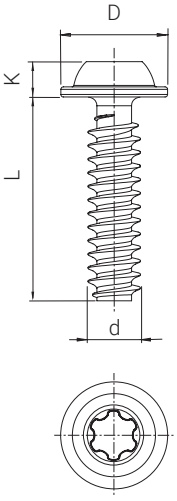
Valor nominal (mm)	Tolerancias h14	Tolerancias h15
Hasta 3	0 -0,25	0 -0,40
De 3 hasta 6	0 -0,30	0 -0,48
De 6 hasta 10	0 -0,36	0 -0,58
De 10 hasta 18	0 -0,43	0 -0,70



Ref. F282PA



Ref. F282PA



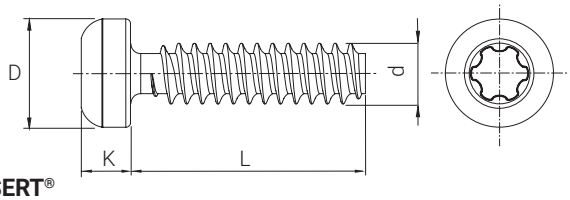
Ref. F287PA

d	d1	d2 mín.	P	Par de rotura mín. (Nm)	D h14	K h14	TORX Plus® AUTOSERT®	D h14	TORX Plus® AUTOSERT®	D h15	K h14	TORX Plus® AUTOSERT®
1.8	1,8 +0,10	1,19	0,55	0,32	3,20	1,50	6 IP			4,20	1,40	6 IP
2.0	2,0 +0,10	1,33	0,60	0,48	3,40	1,60	6 IP	4,00	6 IP	4,30	1,50	6 IP
2.5	2,5 +0,10	1,68	0,70	0,92	4,30	2,10	8 IP	5,00	8 IP	5,30	2,10	8 IP
3.0	3,0 +0,10	2,02	0,80	1,56	5,30	2,30	10 IP	6,00	10 IP	6,30	2,20	10 IP
3.5	3,5 +0,10	2,37	0,95	2,45	6,20	2,60	15 IP	7,00	15 IP	7,30	2,60	15 IP
4.0	4,0 +0,10	2,71	1,05	3,51	7,00	3,10	20 IP	8,00	20 IP	8,30	2,90	20 IP
5.0	5,0 +0,15	3,40	1,25	6,97	9,00	3,60	25 IP	10,00	25 IP	10,50	3,60	25 IP
6.0	6,0 +0,15	4,09	1,40	12,60	10,80	4,20	30 IP	12,00	30 IP	12,50	4,00	30 IP
8.0	8,0 +0,15	5,46	1,75	31,80	14,00	4,80	40 IP			17,00	5,00	40 IP

Dimensiones expresadas en mm.

F281PA

REMFORM® II™ "F"



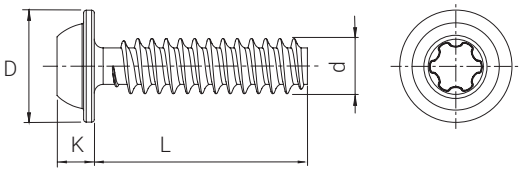
- **Cabeza alomada**
- **Impronta TORX Plus® AUTOSERT®**
- **Cincado Cr (III) 8 µm + Sellante + Deshidrogenado (144h NSS)**

d mm	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0
D mm	5,30	6,20	7,00	9,00	10,60
K mm	2,30	2,60	3,10	3,60	4,20
TORX Plus® AUTOSERT®	10 IP	15 IP	20 IP	25 IP	30 IP

L mm	**Ø3,0**	**Ø3,5**	**Ø4,0**	**Ø5,0**	**Ø6,0**
6	○	○	○	–	–
7	○	○	○	○	–
8	●	○	○	○	○
10	●	●	●	○	○
12	○	○	●	○	○
16	○	○	○	○	○
18	○	○	○	○	○
20	●	○	○	●	○
25	–	○	○	○	○
30	–	–	○	○	○
35	–	–	○	○	○
40	–	–	○	○	○
50	–	–	–	–	○

F287PA

REMFORM® II™ "F"



- **Cabeza alomada con arandela**
- **Impronta TORX Plus® AUTOSERT®**
- **Cincado Cr (III) 8 µm + Sellante + Deshidrogenado (144h NSS)**

d mm	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0
D mm	4,30	5,30	6,30	7,30	8,30	10,50	12,50
K mm	1,50	2,10	2,20	2,60	2,90	3,60	4,00
TORX Plus® AUTOSERT®	6 IP	8 IP	10 IP	15 IP	20 IP	25 IP	30 IP

L mm	**Ø2,0**	**Ø2,5**	**Ø3,0**	**Ø3,5**	**Ø4,0**	**Ø5,0**	**Ø6,0**
6	●	○	●	–	–	–	–
8	●	●	●	○	○	–	–
10	●	●	●	●	●	○	–
12	○	○	●	○	○	○	○
13	○	○	○	○	○	○	○
14	○	○	●	○	○	○	○
15	○	○	○	○	○	○	○
16	–	○	○	○	○	○	○
18	–	○	○	○	○	○	○
20	–	○	○	○	○	○	○
22	–	○	○	○	○	○	○
25	–	○	○	○	○	○	○
30	–	–	–	○	○	○	○
35	–	–	–	○	○	○	○
38	–	–	–	○	○	○	○
40	–	–	–	○	○	○	○
50	–	–	–	○	○	○	○

● Producto diponible en stock. ○ Producto disponible bajo pedido. Más información acerca de las condiciones de envasado en la página 130.
Para otros recubrimientos, dimensiones de rosca y diseños de cabeza, consulte con nuestro departamento comercial.

CELOspArk®

El tornillo CELOspArk® se recomienda para el ensamblaje directo sobre plásticos blandos y medios. La geometría especial de la rosca CELOspArk® asegura una mayor resistencia al arranque, facilita el montaje y evita la deformación del plástico, mejorando sustancialmente las prestaciones de los tornillos rosca chapa.

Estas ventajas se obtienen gracias a una combinación de características técnicas específicamente adaptadas a fijaciones sobre plásticos blandos y medios.

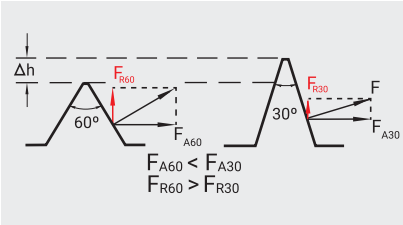


Fig.8. Si realizamos la descomposición de fuerzas, un filete de 30° proporciona un esfuerzo de axial (Fa) mayor y una tensión radial menor (Fr) comparado con el filete de 60°.

1. Características técnicas

- **Ángulo de filete de 30°**
  Durante el proceso de roscado, el ángulo de filete de 30° comporta una reducción del 50% de la tensión radial (Fr) si comparamos con el filete de 60° del tornillo rosca chapa, que evita el agrietamiento del plástico y permite torretas de menor diámetro.

- **Aumento del paso de rosca y altura de filete (h)**
  El incremento en la altura del filete proporciona un 26% más de penetración en el material plástico. El volumen de material plástico alojado en la zona de cizalladura (espacio entre los filetes de la rosca) es mucho mayor que en el caso de rosca chapa, lo que permite obtener una tuerca virtual más resistente y, en consecuencia, mayor resistencia al arranque y al pasado de rosca.

- **Punta con filetes progresivos**
  Permite un rápido posicionamiento del tornillo y facilita el desplazamiento del material durante el proceso de creación de rosca virtual en el plástico.

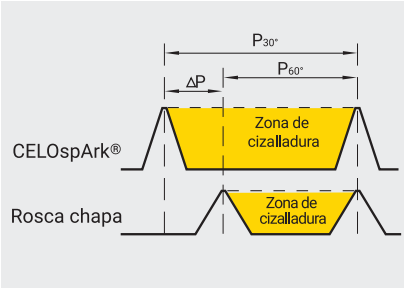


Fig.9. El aumento del paso de rosca permite una mayor zona de cizalladura lo que se traduce en una tuerca virtual más resistente.

2. Ventajas

- **Menor tensión radial.** Minimiza el problema de agrietamiento de los manguitos y permite torretas de menor diámetro.

- **El bajo par de roscado y alto par de fallo** ofrece un mayor margen de seguridad durante el montaje.

- La **mayor resistencia al arranque y al pasado de rosca** permite su utilización en ensamblajes con requerimientos de tracción y/o compresión.

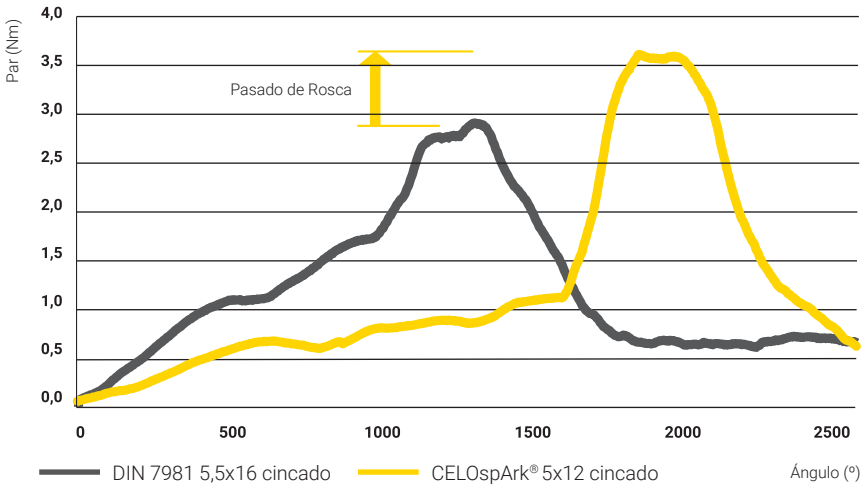
- La **facilidad de posicionamiento** del tornillo en el agujero reduce el tiempo de montaje.

- El incremento de la superficie de contacto entre el filete y la rosca virtual comporta un **aumento de la resistencia al aflojado por vibración.**

- Permite la **reutilización del tornillo** reduciendo el riesgo de pasado de rosca.

Las ventajas técnicas del tornillo CELOspArk® se traducen directamente en un ensamblaje más resistente, una mayor seguridad durante el atornillado y en un ahorro de costes en las operaciones de ensamblaje.

3. Curva de roscado



Pieza de PP + 20% fibra, agujero de Ø 4,1 mm; engarce 10 mm.

Si comparamos las curvas de roscado para un tornillo CELOspArk® y un tornillo rosca chapa, observamos que la diferencia entre el par de formación de la rosca y par de fallo del tornillo CELOspArk® proporciona un mayor margen de seguridad durante el proceso de ensamblaje.

El par de apriete a aplicar depende del par de rotura del tornillo, coeficiente de fricción, dimensionamiento del agujero, longitud de engarce y la estabilidad del atornillador. El par de apriete se determina a partir de la curva de roscado resultante de los ensayos en el laboratorio.

CELOspArk® Par Mínimo de Rotura	
d (mm)	Par (Nm)
1.8	0,25
2.0	0,30
2.3	0,34
2.5	0,40
3.0	1,20
3.5	2,00
4.0	2,80
4.5	3,50
5.0	4,20
6.0	7,00
7.0	10,00
8.0	13,00

4. Dimensionamiento de manguitos

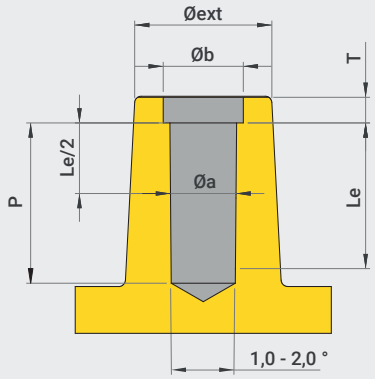
Para asegurar la correcta fijación del tornillo es muy importante tener en cuenta el diseño de los manguitos, ya que éstos deberán soportar las tensiones de desmoldeo y enfriado, así como las tensiones creadas durante la inserción del tornillo para garantizar la compresión del ensamblaje.

Las dimensiones de los manguitos dependerá del tipo de plástico. En todos los casos es importante incorporar el chaflán para evitar que el inicio de formación de rosca dañe la parte superior del manguito. El chaflán también actúa como guía del tornillo durante el roscado.

Para más información, consulte con nuestro departamento técnico.

Material	Øa	Øext
PTFE	0,73 x d	2,1 - 2,6 x d
PE	0,75 x d	2,1 - 2,6 x d
PA6 / PA66	0,75 x d	2,1 - 2,6 x d
PP	0,75 x d	2,1 - 2,6 x d
PPO	0,75 x d	2,1 - 2,6 x d
ABS	0,75 x d	2,1 - 2,6 x d
ASA	0,78 x d	2,0 - 2,5 x d
PBT	0,78 x d	2,0 - 2,5 x d
PS	0,78 x d	2,0 - 2,5 x d
POM	0,78 x d	2,0 - 2,5 x d

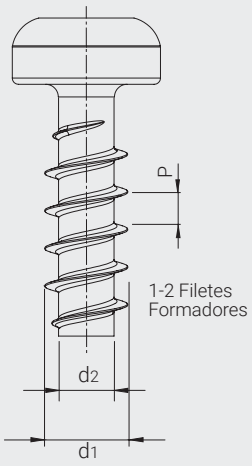
Material	Øa	Øext
PET	0,78 x d	2,0 - 2,5 x d
PC + ABS	0,80 x d	2,0 - 2,5 x d
PP + 15GF	0,80 x d	2,0 - 2,5 x d
PC	0,82 x d	2,0 - 2,5 x d
PE + 30GF	0,82 x d	2,0 - 2,5 x d
PA6 + 15GF	0,82 x d	2,0 - 2,5 x d
PC + 10GF	0,83 x d	2,0 - 2,5 x d
PMMA	0,83 x d	2,0 - 2,5 x d
PA66 + 15GF	0,83 x d	2,0 - 2,5 x d
ABS + 20GF	0,83 x d	2,0 - 2,5 x d



d = diámetro del tornillo
Longitud de engarce Le = 2,3 x d
Profundida mínima P = 2,9 x d
T = 0,25 - 0,5 x d
Øb = 1,05 - 1,1 x d

Estos datos son orientativos. Aconsejamos realizar pruebas previas con las piezas de plástico para determinar los valores exactos.

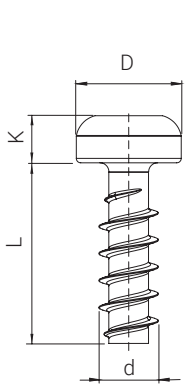
Tolerancias recomendadas:
+0,08 mm para agujeros ≤ Ø3,0 mm
+0,10 mm para agujeros Ø3,0 - Ø4,5 mm
+0,12 mm para agujeros > Ø4,5 mm

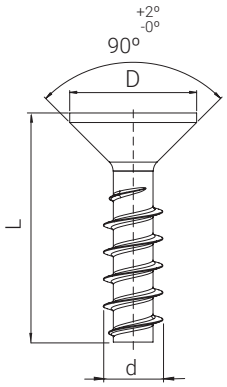


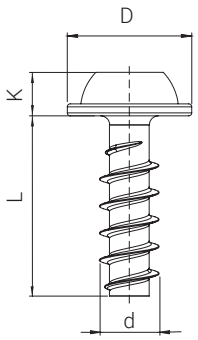
5. Ficha técnica

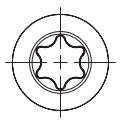
El diseño de los tornillos CELOspArk® se adapta a las necesidades específicas de su aplicación, permitiendo diferentes diseños de cabeza, impronta, material y recubrimiento.

En la tabla se indican las dimensiones de la rosca y diseños de cabeza bajo el estándar de fabricación de CELO. Para diferentes diseños de cabeza, impronta o parte roscada, por consulte con nuestro departamento comercial.

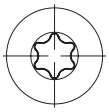




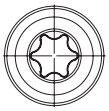




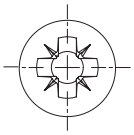
Ref. SP81T



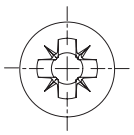
Ref. SP82T



Ref. SP87T



Ref. SP81Z



Ref. SP82Z

Ref. SP87Z

Valor nominal (mm)	Tolerancias h14	Tolerancias h15
Hasta 3	0 -0,25	0 -0,40
De 3 hasta 6	0 -0,30	0 -0,48
De 6 hasta 10	0 -0,36	0 -0,58
De 10 hasta 18	0 -0,43	0 -0,70

d	d1	d2 mín.	P ± 0.05	Par de rotura mín. (Nm)	D h14	K h14	Pozi	TORX® TORX Plus®	D h14	Pozi	TORX® TORX Plus®	D h15	K h14	Pozi	TORX® TORX Plus®
1.8	1,8 +0,10	0,70	0,80	0,25	3,20	1,50	0	T5 / 5 IP				4,20	1,40		T5 / 5 IP
2.0	2,0 +0,10	0,80	1,00	0,30	3,40	1,60	1	T6 / 6 IP	4,00	1	T6 / 6 IP	4,30	1,50	1	T6 / 6 IP
2.3	2,3 +0,15	1,00	1,10	0,34	3,90	1,70	1	T7 / 7 IP	4,60	1	T7 / 7 IP	4,50	1,70	1	T7 / 7 IP
2.5	2,5 +0,15	1,20	1,15	0,40	4,30	2,10	1	T8 / 8 IP	5,00	1	T8 / 8 IP	5,30	2,10	1	T8 / 8 IP
3.0	3,0 +0,18	1,50	1,35	1,20	5,30	2,30	1	T10 / 10 IP	6,00	1	T10 / 10 IP	6,30	2,20	1	T10 / 10 IP
3.5	3,5 +0,18	1,66	1,55	2,00	6,20	2,60	2	T15 / 15 IP	7,00	2	T15 / 15 IP	7,30	2,60	2	T15 / 15 IP
4.0	4,0 +0,18	2,11	1,80	2,80	7,00	3,10	2	T20 / 20 IP	8,00	2	T20 / 20 IP	8,30	2,90	2	T20 / 20 IP
4.5	4,5 +0,18	2,30	2,00	3,50	7,50	3,40	2	T20 / 20 IP							
5.0	5,0 +0,18	2,64	2,24	4,20	9,00	3,60	2	T25 / 25 IP	10,00	2	T25 / 25 IP	10,50	3,60	2	T25 / 25 IP
6.0	6,0 +0,22	3,20	2,70	7,00	10,80	4,20	3	T30 / 30 IP	12,00	3	T30 / 30 IP	12,50	4,00	3	T30 / 30 IP
7.0	7,0 +0,23	3,70	3,15	10,00	12,50	4,80	3	T40 / 40 IP				15,00	4,80	3	T40 / 40 IP
8.0	8,0 +0,24	4,65	3,60	13,00	14,00	4,80	3	T40 / 40 IP				17,00	5,00	3	T40 / 40 IP

Dimensiones expresadas en mm. Salvo indicación expresa, los valores indicados son nominales. Para tolerancias y otros datos consultar con nuestro departamento técnico.

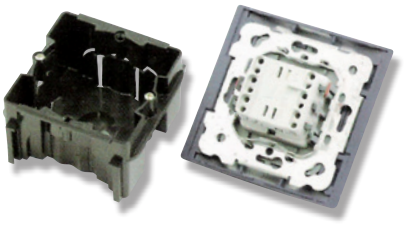
6. Productos en stock

SP81T	SP81Z	SP87T
• Cabeza alomada • Impronta TORX® • Cincado Cr (III) 5µm	• Cabeza alomada • Impronta POZI • Cincado Cr (III) 5µm	• Cabeza alomada con arandela • Impronta TORX® • Cincado Cr (III) 5µm

SP87Z	SP82T	SP82Z
• Cabeza alomada con arandela • Impronta TORX® • Cincado Cr (III) 5µm	• Cabeza avellanada • Impronta TORX® • Cincado Cr (III) 5µm	• Cabeza avellanada • Impronta POZI • Cincado Cr (III) 5µm

7. Aplicaciones

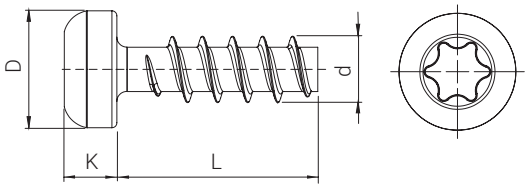
- Automoción
- Material eléctrico
- Iluminación
- Pequeños electrodomésticos
- Productos industriales



SP81T

CELOspArk®

- **Cabeza alomada**
- **Impronta TORX®**
- **Cincado Cr (III) 5µm**



d mm	1.8	2.0	2.3	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	6.0
D mm	3,20	3,40	3,90	4,30	5,30	6,20	7,00	7,50	9,00	10,80
K mm	1,50	1,60	1,70	2,10	2,30	2,60	3,10	3,40	3,60	4,20
TORX®	5 IP[1]	6 IP[1]	7 IP[1]	8 IP[1]	T 10	T 15	T 20	T 20	T 25	T 30

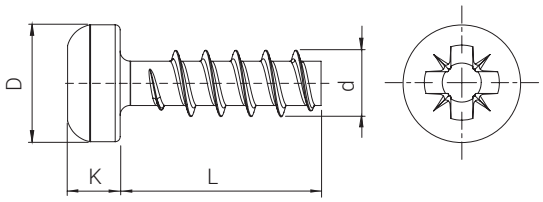
L mm	**Ø1,8**	**Ø2,0**	**Ø2,3**	**Ø2,5**	**Ø3,0**	**Ø3,5**	**Ø4,0**	**Ø4,5**	**Ø5,0**	**Ø6,0**
3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4	○	○	–	–	–	–	–	–	–	–
5	○	○	–	–	–	–	–	–	–	–
6	●	●	○	○	●	–	–	–	–	–
8	○	○	○	●	●	●	●	–	–	–
10	○	○	○	○	●	●	●	–	–	–
12	–	○	○	○	●	●	●	○	●	–
13	–	–	○	○	○	○	○	○	○	○
14	–	–	○	○	○	○	○	○	○	○
16	–	–	○	○	●	●	●	○	○	○
18	–	–	○	○	○	○	○	○	○	○
19	–	–	○	○	○	○	○	○	○	○
20	–	–	○	○	●	○	●	○	●	○
22	–	–	–	–	○	○	○	○	○	○
25	–	–	–	–	○	○	○	○	○	○
30	–	–	–	–	–	○	○	○	○	○
35	–	–	–	–	–	○	○	○	○	○
40	–	–	–	–	–	○	○	○	○	○
50	–	–	–	–	–	○	○	○	○	○

● Producto diponible en stock. ○ Producto disponible bajo pedido. [1] TORX PLUS®
Para otros recubrimientos, dimensiones de rosca y diseños de cabeza, consulte con nuestro departamento comercial.
Más información acerca de las condiciones de envasado en la página 130.

SP81Z

CELOspArk®

- **Cabeza alomada**
- **Impronta POZI**
- **Cincado Cr (III) 5µm**



d mm	1.8	2.0	2.3	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	6.0
D mm	3,20	3,40	3,90	4,30	5,30	6,20	7,00	7,50	9,00	10,80
K mm	1,50	1,60	1,70	2,10	2,30	2,60	3,10	3,40	3,60	4,20
POZI	Z 0	Z 1	Z 1	Z 1	Z 1	Z 2	Z 2	Z 2	Z 2	Z 3

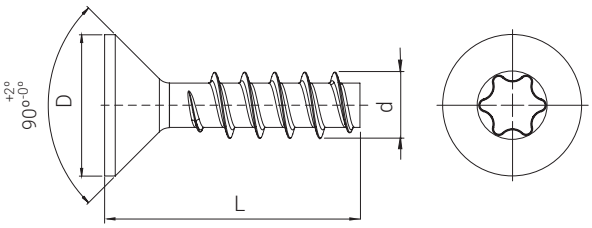
L mm	**Ø1,8**	**Ø2,0**	**Ø2,3**	**Ø2,5**	**Ø3,0**	**Ø3,5**	**Ø4,0**	**Ø4,5**	**Ø5,0**	**Ø6,0**
3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4	○	○	–	–	–	–	–	–	–	–
5	○	○	–	–	–	–	–	–	–	–
6	○	○	●	●	●	–	–	–	–	–
8	○	○	●	●	●	●	–	–	–	–
10	○	○	●	●	●	●	●	–	–	–
12	–	○	●	●	●	●	●	○	○	–
13	–	–	○	○	○	●	○	○	○	–
14	–	–	○	○	○	○	○	○	○	–
16	–	–	○	●	●	●	●	●	●	–
18	–	–	○	○	●	○	○	○	○	–
19	–	–	○	○	○	○	○	○	○	○
20	–	–	○	○	●	●	●	●	●	○
22	–	–	–	–	○	○	●	○	○	○
25	–	–	–	–	○	○	●	○	○	○
30	–	–	–	–	–	○	●	○	●	●
35	–	–	–	–	–	○	○	○	○	○
40	–	–	–	–	–	○	○	○	○	○
50	–	–	–	–	–	○	○	○	○	○

● Producto diponible en stock. ○ Producto disponible bajo pedido.
Para otros recubrimientos, dimensiones de rosca y diseños de cabeza, consulte con nuestro departamento comercial.
Más información acerca de las condiciones de envasado en la página 130.

SP82T

CELOspArk®

- **Cabeza avellanada**
- **Impronta TORX®**
- **Cincado Cr (III) 5µm**



d mm	2.3	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0
D mm	4,60	5,00	6,00	7,00	8,00	10,00	12,00
TORX®	7 IP[1]	8 IP[1]	T 10	T 15	T 20	T 25	T 30

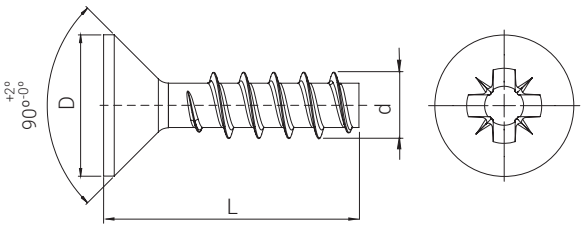
L mm	**Ø2,3**	**Ø2,5**	**Ø3,0**	**Ø3,5**	**Ø4,0**	**Ø5,0**	**Ø6,0**
6	○	○	●	–	–	–	–
8	○	○	●	○	–	–	–
10	○	○	○	●	○	–	–
12	○	○	●	●	●	–	–
13	○	○	○	○	○	–	–
14	○	○	○	○	○	–	–
16	○	○	●	○	●	○	–
18	○	○	○	○	○	○	–
19	○	○	○	○	○	○	○
20	○	○	○	○	○	○	○
22	–	–	○	○	○	○	○
25	–	–	○	○	○	○	○
30	–	–	○	○	○	○	○
35	–	–	–	○	○	○	○
40	–	–	–	○	○	○	○
50	–	–	–	○	○	○	○

● Producto diponible en stock. ○ Producto disponible bajo pedido. [1] TORX PLUS®
Para otros recubrimientos, dimensiones de rosca y diseños de cabeza, consulte con nuestro departamento comercial.
Más información acerca de las condiciones de envasado en la página 130.

SP82Z

CELOspArk®

- **Cabeza avellanada**
- **Impronta POZI**
- **Cincado Cr (III) 5µm**



d mm	2.3	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0
D mm	4,60	5,00	6,00	8,00	8,00	10,00	12,00
POZI	Z 1	Z 1	Z 1	Z 2	Z 2	Z 2	Z 3

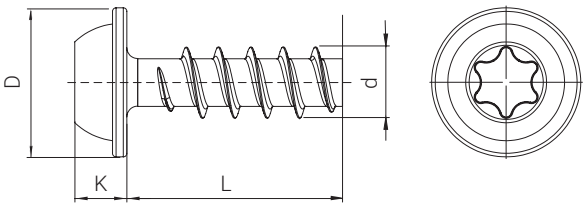
L mm	**Ø2,3**	**Ø2,5**	**Ø3,0**	**Ø3,5**	**Ø4,0**	**Ø5,0**	**Ø6,0**
6	○	○	○	–	–	–	–
8	○	○	●	●	–	–	–
10	○	●	●	●	○	–	–
12	○	○	●	○	●	–	–
13	○	○	○	○	○	–	–
14	○	○	○	○	○	–	–
16	○	○	○	●	●	○	–
18	○	○	○	○	○	○	–
19	○	○	○	○	○	○	○
20	○	○	○	○	○	○	○
22	–	–	○	○	○	○	○
25	–	–	○	○	○	○	○
30	–	–	–	○	●	○	○
35	–	–	–	○	○	○	○
40	–	–	–	○	○	○	○
50	–	–	–	○	○	○	○

● Producto diponible en stock. ○ Producto disponible bajo pedido.
Para otros recubrimientos, dimensiones de rosca y diseños de cabeza, consulte con nuestro departamento comercial.
Más información acerca de las condiciones de envasado en la página 130.

SP87T

CELOspArk®

- **Cabeza alomada con arandela**
- **Impronta TORX®**
- **Cincado Cr (III) 5µm**



d mm	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0
D mm	5,30	6,30	7,30	8,30	10,50	12,50
K mm	2,10	2,20	2,60	2,90	3,60	4,00
TORX®	8 IP[1]	T 10	T 15	T 20	T 25	T 30

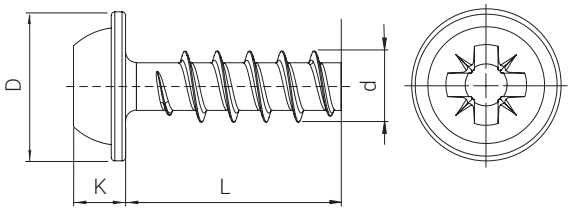
L mm	**Ø2,5**	**Ø3,0**	**Ø3,5**	**Ø4,0**	**Ø5,0**	**Ø6,0**
6	○	–	–	–	–	–
8	●	●	○	–	–	–
10	○	●	○	○	–	–
12	○	●	●	●	○	–
13	○	○	○	○	○	–
14	○	○	○	○	○	–
16	○	○	○	●	○	○
18	○	○	○	○	○	○
19	○	○	○	○	○	○
20	○	○	○	●	●	●
22	–	○	○	○	○	○
25	–	○	○	○	○	○
30	–	–	○	○	○	●
35	–	–	○	○	○	○
40	–	–	○	○	○	○
50	–	–	○	○	○	○

● Producto diponible en stock. ○ Producto disponible bajo pedido. [1] TORX PLUS®
Para otros recubrimientos, dimensiones de rosca y diseños de cabeza, consulte con nuestro departamento comercial.
Más información acerca de las condiciones de envasado en la página 130.

SP87Z

CELOspArk®

- **Cabeza alomada con arandela**
- **Impronta POZI**
- **Cincado Cr (III) 5µm**



d mm	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0
D mm	5,30	6,30	7,30	8,30	10,50	12,50
K mm	2,10	2,20	2,60	2,90	3,60	4,00
POZI	Z 1	Z 1	Z 2	Z 2	Z 2	Z 3

L mm	**Ø2,5**	**Ø3,0**	**Ø3,5**	**Ø4,0**	**Ø5,0**	**Ø6,0**
6	○	●	–	–	–	–
8	○	●	●	–	–	–
10	○	●	●	○	–	–
12	○	○	○	○	○	–
13	○	○	○	○	○	–
14	○	○	○	○	○	–
16	○	○	○	○	○	○
18	○	○	○	○	○	○
19	○	○	○	○	○	○
20	○	●	○	○	○	○
22	–	○	○	○	○	○
25	–	○	○	○	○	○
30	–	–	○	○	○	○
35	–	–	○	○	○	○
40	–	–	○	○	○	○
50	–	–	○	○	○	○

● Producto diponible en stock. ○ Producto disponible bajo pedido.
Para otros recubrimientos, dimensiones de rosca y diseños de cabeza, consulte con nuestro departamento comercial.
Más información acerca de las condiciones de envasado en la página 130.

PLASTITE®

La rosca TRILOBULAR® PLASTITE® fue diseñada para dar respuesta a las necesidades de ensamblaje sobre materiales plásticos. Existen diferentes tipos de rosca PLASTITE® dependiendo de las necesidades del ensamblaje: PLASTITE® 60, PLASTITE® 45 y PLASTITE® 48-2.

Los tornillos PLASTITE® son productos heredados y han sido superados técnicamente por los tornillos REMFORM® II™ "HS" (más información en la página 14)

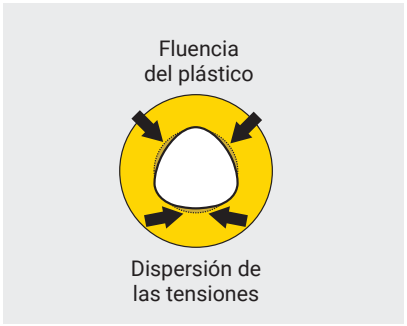


Fig.10. Fluencia del plástico hacia el interior. El espacio entre lóbulos absorbe y dispersa las tensiones creadas durante el roscado.

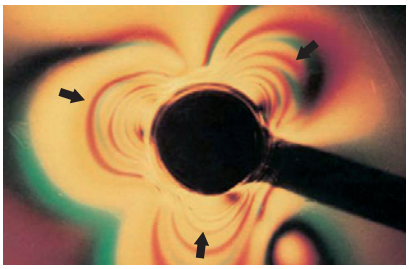
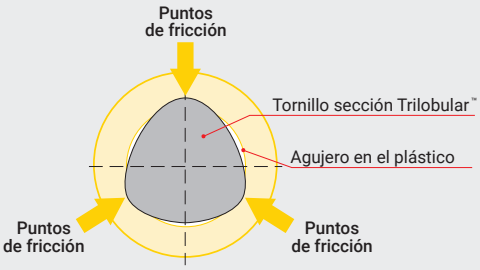


Fig.11. Tensiones creadas durante el roscado con un tornillo de sección Trilobular®.

1. Características técnicas

- **Rosca sección TRILOBULAR®**
  Los tres lóbulos de la rosca ejercen presión intermitente sobre el agujero, por lo que se reduce la fricción durante el proceso de roscado.

La sección Trilobular® permite al material plástico fluir en el espacio entre los lóbulos y de este modo, dispersar las tensiones creadas durante el roscado.



A diferencia de un tornillo de sección circular, las tensiones generadas en el plástico durante el roscado se concentran en tres puntos, disminuyendo la tensión radial y el par de roscado.

- **Filetes de cresta plana en la punta del tornillo**
  La geometría de los filetes formadores facilita el posicionado del tornillo en el agujero y el desplazamiento del material durante el proceso de creación de rosca en el plástico.

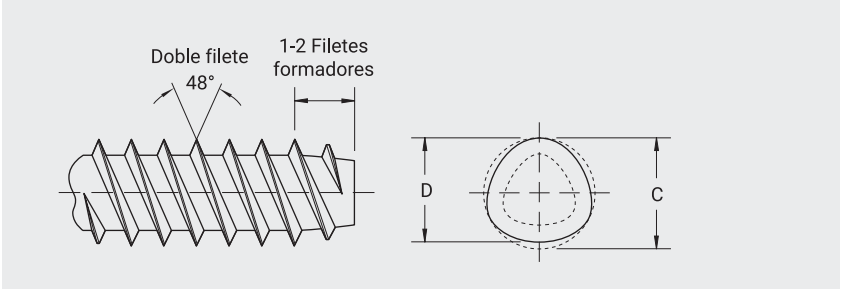
PLASTITE® 60

Es la primera versión de la rosca PLASTITE®, tiene el perfil de rosca chapa, con ángulo de filete de 60º y sección TRILOBULAR® para reducir la fricción durante el roscado. Ha sido substituido por otras versiones posteriores.

PLASTITE® 48-2

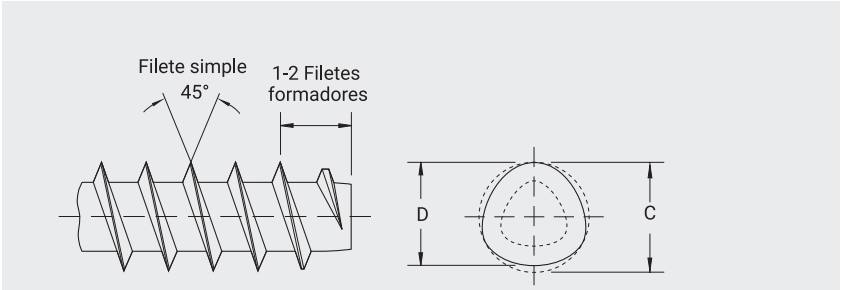
Es la primera evolución del PLASTITE® 60, encaminada a reducir el estrés provocado en el material plástico durante el proceso de roscado.

El ángulo del filete es de 48º y tiene doble rosca. El incremento en el ángulo de la hélice mejora la resistencia al pasado de rosca.



PLASTITE® 45

El PLASTITE® 45 es la última versión de los tornillos trilobulares para plástico. El paso de rosca superior permite la dispersión de las tensiones en una mayor superfície de plástico, resultando en un aumento de la resistencia a la tracción y al pasado de rosca.

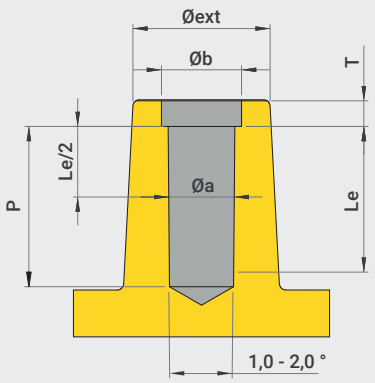


2. Dimensionado de manguitos

Para asegurar la correcta fijación del tornillo es muy importante tener en cuenta el diseño de los manguitos, ya que éstos deberán soportar las tensiones de desmoldeo y enfriado, así como las tensiones creadas durante la inserción del tornillo para garantizar la compresión del ensamblaje.

En la tabla se indican las dimensiones recomendadas para el diámetro exterior de la torreta, diámetro del agujero y profundidad de ensamblaje para los diferentes tipos del plástico.

	Plásticos dúctiles		Plásticos duros	
	Øa	Le	Øa	Le
PLASTITE® 45	0,78 x d	2,2 x d	0,82 x d	2,2 x d
PLASTITE® 48-2	0,9 x d	2 x d	0,92 x d	2 x d
PLASTITE® 60	0,9 x d	2 x d	0,92 x d	2 x d

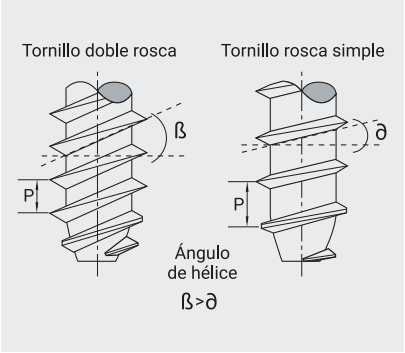


d = diámetro del tornillo
Profundida mínima P = 2,7 x d
T = 0,25 - 0,5 x d
Øb = 1,05 - 1,1 x d
Øext = 2,0 - 2,5 x d

Tornillo PCB

La rosca PCB se ha desarrollado para el ensamblaje sobre placas de circuito impreso (PCB) y plásticos duros de bajo espesor.

En el ensamblaje sobre plásticos duros de bajo espesor realizado con tornillos convencionales para plástico, la longitud efectiva de engarce no es suficiente para evitar el pasado de rosca. El diseño especial de la rosca PCB asegura una elevada resistencia al arranque y una unión más resistente.



1. Características técnicas

- **Ángulo de filete de 40°**
  El ángulo de filete de 40° reduce la tensión radial (Fr) generada durante el proceso de roscado, evita el agrietamiento del material plástico o el desmenuzamiento de la placa PCB.

- **Hélice de doble rosca**
  Proporciona más superficie de tornillo en contacto con el material base, lo cual aumenta la fricción y reduce el riesgo de pasado de rosca.

- **Núcleo reforzado**
  El núcleo reforzado permite aplicar un par de apriete más elevado sin llegar a la rotura del tornillo y asegura la resistencia del tornillo durante el montaje, requisito indispensable debido a la dureza del material de base.

Fig.12. Ensamblaje de un extractor de baño con tornillos PCB.

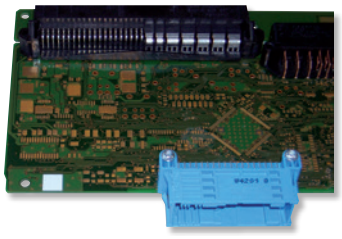


Fig.13. Ensamblaje conector PCB con tornillos PCB.

2. Ventajas

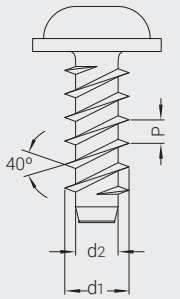
- En el ensamblaje de piezas de plástico duro de bajo espesor:
  - Reduce el riesgo de agrietamiento de la pieza de plástico y **permite el diseño de torretas de menor diámetro.**
  - **La elevada resistencia al pasado de rosca** ofrece una mayor seguridad durante el proceso de atornillado.
  - Mayor **resistencia a la torsión y al arranque.**

- En el ensamblaje de componentes sobre placas PCB:
  - La cabeza del tornillo asienta directamente sobre el conector, evitando interferencias con las pistas y permitiendo un **mayor aprovechamiento del espacio disponible.**
  - Roscado directo sin desmenuzamiento de la placa PCB.
  - **Evita el aflojado por vibración.**
  - Mayor velocidad de atornillado.

Cuando se requiere compresión en el ensamblaje sobre circuitos impresos, el tornillo PCB es la solución a los problemas que presentan otros métodos de ensamblaje:

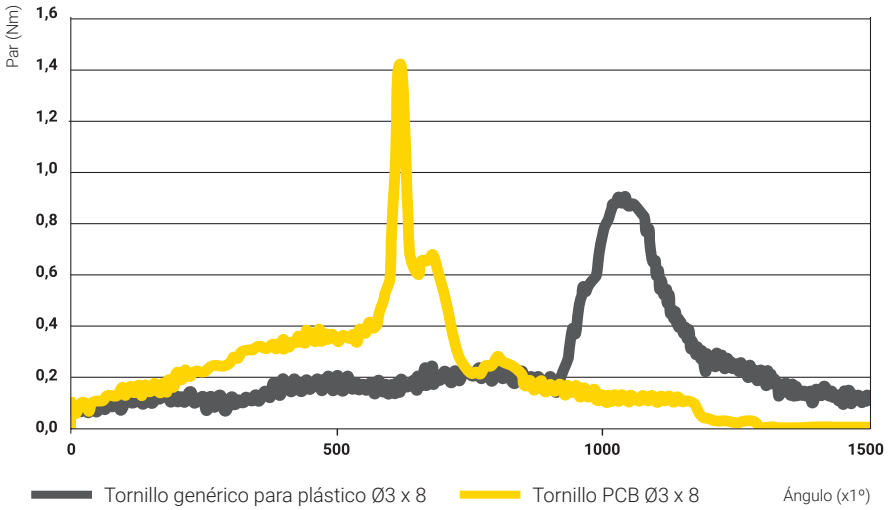
Atornillado inverso. El roscado se realiza atravesando el circuito y roscando sobre el elemento a ensamblar, por lo que se requiere un bajo par de apriete para evitar la deformación de la placa de circuito impreso. La cabeza del tornillo ocupa un espacio importante en la placa.

Clips plásticos. Puede producirse un aflojamiento de la unión debido a un aumento de la holgura con el envejecimiento de las piezas.



3. Curva de roscado

En la curva de roscado del tornillo PCB se aprecia la elevada velocidad de roscado por la rosca de doble hélice. El tornillo PCB ofrece un mayor ratio de seguridad durante el atornillado ya que la resistencia al pasado de rosca es superior a la del tornillo convencional y el par de roscado es de valores similares en ambos casos.



Pieza de plástico PBT de 2,5 mm de espesor

El par de apriete se determina a partir de la curva de roscado resultante de los ensayos de laboratorio.

4. Dimensionamiento de manguitos

Recomendamos consultar nuestro departamento técnico para el diseño del agujero.

5. Aplicaciones

Fijación de elementos de potencia sobre PCB.
Ensamblaje sobre piezas de plástico duro y bajo espesor.

Se trata de un tornillo de fabricación especial. Para más información, por favor, póngase en contacto con nuestro departamento comercial.

IBI-ZAS

Los tornillos IBI-ZAS se recomiendan especialmente para el ensamblaje sobre plásticos termoduros. Debido a la naturaleza de este tipo de plásticos, no se aconseja la utilización de tornillos estándar para plásticos, ya que la tensión radial a la que se somete la pieza base durante la formación de la rosca puede producir el agrietamiento de los manguitos.

Las características de la rosca IBI-ZAS permiten el ensamblaje sobre piezas de aluminio y aleaciones metálicas con agujeros de elevada conicidad.

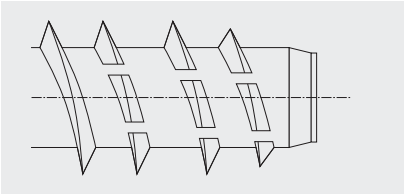


Fig.14. Las entallas de los tres primeros filetes desalojan material durante el roscado, reduciendo el par de roscado.

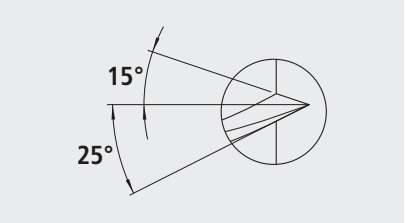


Fig.15. El perfil de rosca asimétrico garantiza una mayor resistencia a la tracción y al pasado de rosca. La rosca cortante reduce el esfuerzo de roscado.

1. Características técnicas

- **Rosca cortante**
  Los tres primeros filetes de la rosca con entallas desalojan material durante el roscado, disminuyendo el esfuerzo de roscado así como las tensiones creadas en el material plástico.

- **Perfil de rosca asimétrico**
  Los hilos de rosca tienen un ángulo de 25º en el flanco de guía y de 15º en el flanco de carga. Esta característica le confiere:
  - Mayor resistencia a la tracción.
  - Mayor resistencia al pasado de rosca por el efecto arpón de los filetes.

- **Núcleo reforzado**
  Asegura la resistencia del tornillo durante el montaje, requisito indispensable debido a la dureza del material de base.

- **Paso de rosca reducido**
  Incrementa los puntos de contacto con el material de base, **aumentando la resistencia al aflojado por vibración y el par de pasado de rosca.**

2. Ventajas

- **Reducción del par de roscado,** lo que equivale a un montaje más ergonómico.

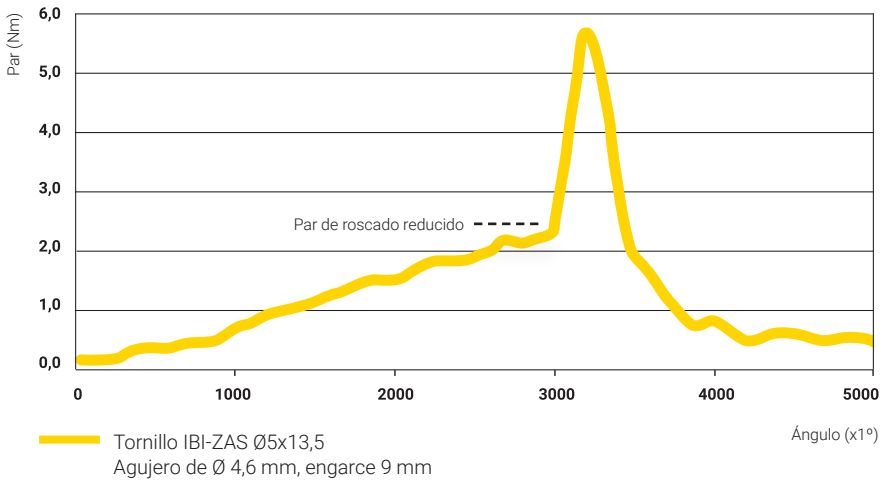
- **Mayor par de rotura** por el núcleo reforzado del tornillo.

- **Reducción de los costes de ensamblaje:**
  - La calidad de la rosca creada posibilita la reutilización del tornillo.
  - Permite la substitución de insertos metálicos.

- El diseño del tornillo IBI-ZAS evita los problemas de roscado en agujeros de aluminio y aleaciones metálicas con agujeros de elevada conicidad (ángulo de desmoldeo >4º).

3. Curva de roscado

Curva de roscado de tornillo rosca IBI-ZAS sobre material bakelita. El desalojo de material producido por las entallas reduce considerablemente el par de roscado, ofreciendo un amplio margen de seguridad.



Tornillo IBI-ZAS Ø5x13,5
Agujero de Ø 4,6 mm, engarce 9 mm

El par de apriete a aplicar depende del par de rotura del tornillo, coeficiente de fricción, dimensionamiento del agujero, longitud de engarce y la estabilidad del atornillador. El par de apriete se determina a partir de la curva de roscado resultante de los ensayos en el laboratorio.

IBI-ZAS Par Mínimo de Rotura	
d (mm)	Par (Nm)
3.0	1,60
3.5	2,40
4.0	3,80
5.0	7,00
6.0	11,50

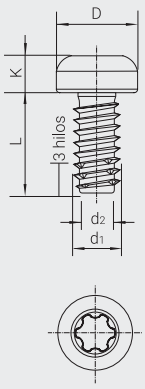
4. Dimensionado de manguitos

Recomendamos consultar nuestro departamento técnico para el diseño del agujero.

5. Ficha técnica

d	d_1	d_2	Paso	D máx.	K máx.	TORX®	TORX Plus®
3.0	3,0 + 0,10	2,18	0,80	5,30	2,3	T 10	10 IP
3.5	3,50 + 0,10	2,56	0,95	6,20	2,60	T 15	15 IP
4.0	4,0 + 0,10	2,93	1,05	7,00	3,15	T 20	20 IP
5.0	5,0 + 0,15	3,68	1,25	9,00	3,60	T 25	25 IP
6.0	6,0 + 0,15	4,42	1,40	10,80	4,20	T 30	30 IP

Dimensiones expresadas en mm. Salvo indicación expresa, los valores indicados son nominales. Para tolerancias y otros datos consultar con nuestro departamento técnico.



6. Aplicaciones

El tornillo IBI-ZAS se utiliza en ensamblajes de plásticos termoduros y bakelita. También puede utilizarse en ensamblajes de aluminio y aleaciones metálicas con agujeros de elevada conicidad.

Se trata de un producto de fabricación especial. Para más información póngase en contacto con nuestro departamento comercial.

TWINPLAST

La Rosca TWINPLAST fue desarrollada por CELO para resolver los problemas de ensamblaje de plásticos de muy bajo espesor, especialmente piezas de plástico soplado sin agujero previo.

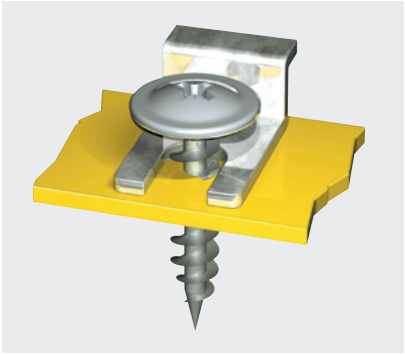


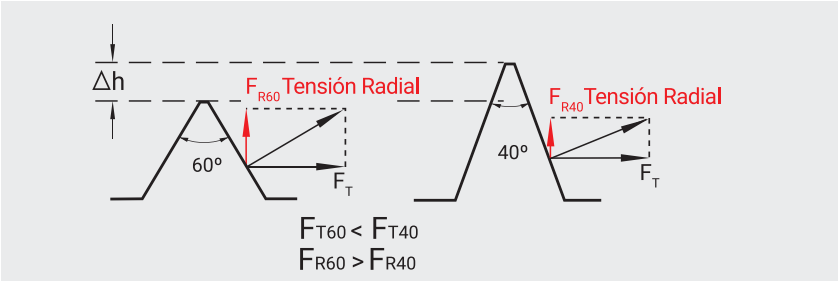
Fig.16. El tornillo TWINPLAST se utiliza en el ensamblaje de piezas de plástico de espesor reducido.

Diámetro d (mm)	Espesor máx. (mm)
3.0	2,0
3.5	2,5
4.0	3,0
5.0	3,5

En la tabla se indica el espesor máximo a perforar en función del diámetro del tornillo TWINPLAST.

1. Características técnicas

- **Ángulo de filete de 40º**
  El ángulo de filete a 40º genera una menor tensión radial (Fr) durante el proceso de roscado, con lo que evitamos el agrietamiento del plástico.



- **Rosca con doble hélice**
  El aumento en el ángulo de la hélice proporciona un **incremento en el par de pasado de rosca y una mayor velocidad de ensamblaje.**

- **Punta perforante**
  Permite la inserción del tornillo sin agujero previo.

- **Cabeza con arandela estampada**
  Mejora la distribución de tensiones en el material plástico.

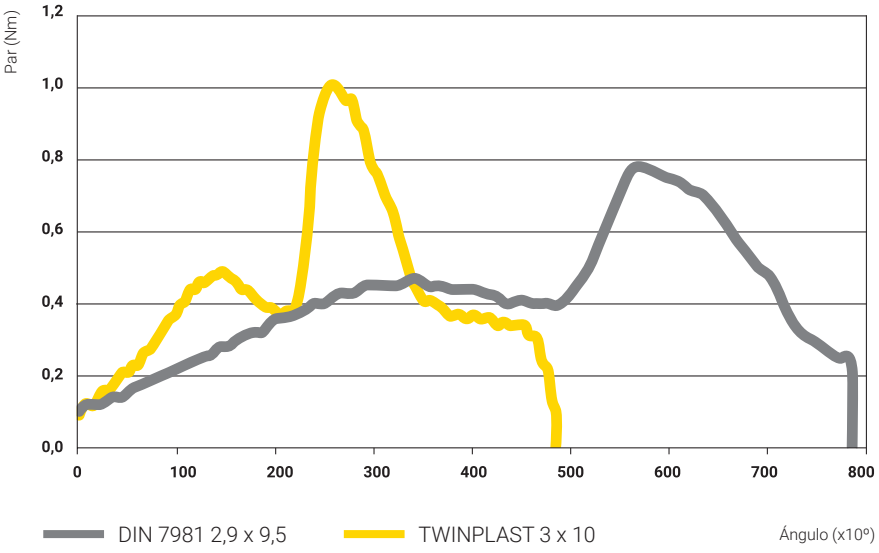
2. Ventajas

- Permite el ensamblaje de piezas de plástico de **espesor hasta un mínimo de 1/3 del diámetro del tornillo.**
- **Evita el diseño de manguitos** mejorando la distribución del plástico durante el proceso de soplado.
- **Reducción del par de roscado,** lo que equivale a un montaje más ergonómico.
- Ensamblaje con **mayor resistencia a la tracción.**
- **Mayor resistencia al pasado de rosca,** lo que evita reprocesos durante el montaje.
- La mayor superficie de contacto de la cabeza **mejora la repartición de presiones sobre el plástico.**
- **Permite la reutilización del tornillo** reduciendo el riesgo de pasado de rosca.

3. Curva de roscado

Curva de roscado del tornillo TWINPLAST y rosca chapa sobre pieza de PE soplado de 2 mm de grosor.

El margen de seguridad del tornillo TWINPLAST es superior al del rosca chapa, siendo el par de roscado inferior y el par de pasado de rosca superior respecto al tornillo rosca chapa.



TWINPLAST Par Mínimo de Rotura	
d (mm)	Par (Nm)
3.0	1,60
3.5	2,30
4.0	3,25
4.5	4,6

El par de apriete se determina a partir de la curva de roscado resultante de los ensayos de laboratorio.

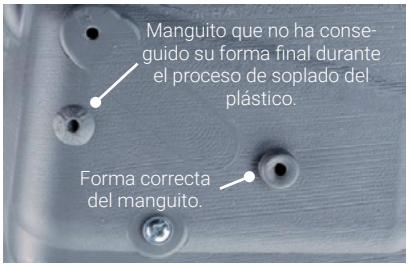


Fig.17. Problemas de fluidez del plástico en los manguitos para piezas de plástico soplado. La utilización de tornillo TWINPLAST evita la necesidad de diseñar manguitos y asegura la fijación en piezas de plástico soplado.

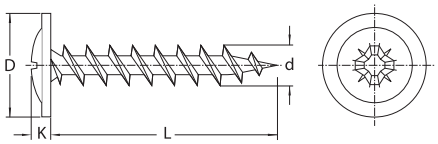
4. Aplicaciones

Ensamblaje sobre piezas de plástico soplado.

TP88Z

TWINPLAST

- **Cabeza alomada con arandela**
- **Impronta POZI**
- **Punta S**
- **Cincado Cr (III) 5µm**



d mm	3.0	3.5	4.0	4.5
D mm	7,0	8,0	9,0	10,0
K mm	1,7	2,1	2,2	2,6
	Z1	Z2	Z2	Z2

L mm	**Ø3,0**	**Ø3,5**	**Ø4,0**	**Ø4,5**
10	●	○	○	○
12	○	●	○	○
16	○	○	●	○
19	○	○	○	●

● Producto diponible en stock. ○ Producto disponible bajo pedido.
Para otros recubrimientos, dimensiones de rosca y diseños de cabeza, consulte con nuestro departamento comercial.
Más información acerca de las condiciones de envasado en la página 130.

PUSHTITE® II

El tornillo TRILOBULAR® PUSHTITE® II se ha desarrollado para ser introducido a presión dentro de una torreta de plástico o aluminio con la posibilidad de ser desenroscado sin dañar el ensamblaje.

Representa el máximo exponente en cuanto a reducción de tiempo y costes en las operaciones de ensamblaje.

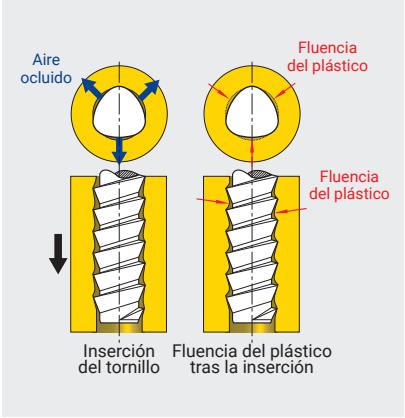


Fig.18. Durante la inserción del tornillo por presión, la fricción con el plástico se reduce a tres puntos. Una vez introducido el tornillo, el plástico fluye para rodear la caña del tornillo.

1. Características técnicas

- **Rosca de sección TRILOBULAR®**
  La fricción generada por los tres puntos de contacto es mucho menor que la producida por una sección circular, minimizando el estrés durante la inserción del tornillo.

  El espacio entre lóbulos facilita la evacuación de aire durante el proceso de inserción.

- **Rosca con filete asimétrico**
  Flanco de guía de 70º para facilitar la introducción del tornillo a presión. Flanco de carga de 10º que proporciona una elevada resistencia al arranque.

- **Rosca arpón helicoidal**
  La hélice contribuye al desplazamiento del aire durante la inserción del tornillo. Permite el desmontaje sin dañar el manguito, con la posibilidad de volver a introducir el tornillo por atornillado.

2. Ventajas

- **Reducción de tiempo y costes** en las operaciones de ensamblaje.

- **La rosca de sección TRILOBULAR®:**
  - Minimiza el estrés durante la inserción del tornillo **evitando el agrietamiento del plástico.**
  - Facilita la evacuación del aire por el espacio entre los lóbulos permitiendo una **inserción más rápida y eficaz.**
  - Evita la rotura del manguito provocada por la oclusión del aire.

- Los filetes guía permiten el **correcto posicionamiento** dentro de agujero.

- **Elevada resistencia al arranque.**

- **Permite la reutilización del tornillo** sin dañar el manguito.

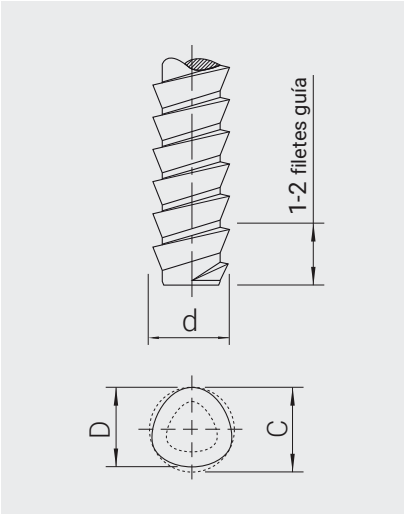
3. Ficha técnica

El diseño de los tornillos PUSHTITE® II se adapta a las necesidades específicas de su aplicación.

Los tornillos PUSHTITE® II se suministran con una impronta para situaciones en las que sea preciso extraer, ajustar o realizar un apriete final. Si no se requiere ajustar o extraer el tornillo, pueden suministrarse sin impronta, obteniendo un ensamblaje inviolable.

d	Paso	C	D
2,0	1,05	2,03	1,95
2,5	1,15	3,54	2,44
3,0	1,20	3,0 3	2,94
3,5	1,35	3,54	3,42
4,0	1,55	4,04	3,90
4,5	1,70	4,55	4,40
5,0	1,80	5,05	4,87
6,0	2,10	5,05	5,85

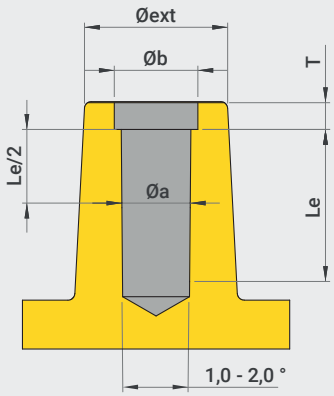
Dimensiones expresadas en mm.



4. Dimensionado de manguitos

Material	Øa	Le
Polietileno (PE)	0,85 x d	2,5 x d
Polipropileno (PP)	0,87 x d	2,5 x d
ABS	0,90 x d	3,0 x d
Poliamida (PA)	0,90 x d	3,0 x d
Polióxido de Fenileno (PPO)	0,90 x d	3,0 x d

Estos datos son orientativos. Aconsejamos realizar pruebas previas con las medidas recomendadas.



d= diámetro del tornillo
Øext = 2,0 - 2,5 x d
T = 0,25 - 0,5 x d
$Ø_b$= 1,05 - 1,1 x d
Le = Longitud de engarce

5. Aplicaciones

El tornillo PUSHTITE® II se recomienda para **ensamblajes de baja solicitación mecánica** o NO estructurales en **plásticos dúctiles** o **aluminio**, cuando es preciso **reducir el tiempo de atornillado.**

Se trata de un tornillo de fabricación especial. Para más información, por favor, póngase en contacto con nuestro departamento comercial.

Fig.19. Ensamblaje de placa PCB para sistemas de control

Criterios de selección del tipo de rosca a utilizar

La elección del tipo de rosca a utilizar deberá realizarse teniendo en cuenta el tipo de plástico, la geometría de las piezas a ensamblar y los diferentes requerimientos de la aplicación.

La tabla que se muestra a continuación ofrece una orientación de la rosca a utilizar en base a los criterios de selección indicados, pero las pruebas reales de aplicación nos determinarán la solución óptima a adoptar.

CELO pone a su disposición el laboratorio de aplicaciones donde se realizan las pruebas correspondientes (roscado, pasado de rosca, resistencia de a la tracción,...) con el objetivo de recomendar el tipo de rosca que mejor se ajusta a las necesidades de la aplicación.

Selección del tipo de rosca

Materiales	CELOspArk®	REMFORM®II™	REMFORM®II™ "HS"	REMFORM®II™ "F"	PLASTITE® 45	PLASTITE® 48-2	PUSHTITE®	TWINPLAST	IBI-ZAS	PCB
Plásticos blandos	●	●	-	–	●	●	–	●	–	–
Plásticos duros	–	●	●●	●	●	–	–	–	–	●●
Plásticos muy duros	–	–	●	●●	–	–	–	–	●●	–
Resinas fenólicas	–	–	–	●	–	–	–	–	●●	–
Plástico soplado	–	–	–	–	–	–	–	●●	–	–
Piezas de plástico de bajo espesor	–	–	–	●	–	–	–	–	–	●●
Piezas de plástico con torreta de grosor reducido	–	●●	-	–	●	–	–	–	–	–
Ensamblajes profundos	–	●●	●	–	●	–	–	–	–	–
Ensamblajes poco profundos	–	●	●	●●	–	●●	–	–	–	●●
Agujeros con elevada tolerancia	●●	●●	●●	–	–	●●	–	–	–	–
Agujeros sobredimensionados	–	●●	●●	–	–	–	–	–	–	–
Rapidez de montaje	–	–	–	–	–	●●	●●	●●	●●	●●
Resistencia al aflojado por vibración	●	●●	●●	●●	●●	●	●	●	●●	●●
Resistencia a la tracción	●	●●	●●	●●	●	●	●	●	●●	●●
Resistencia al pasado de rosca	●	●●	●●	●●	●	●	–	●●	●	●●
Requerimiento de alto par de apriete	–	●●	●●	●●	–	–	–	–	●	●
Requerimiento de bajo par de roscado	●	●	●	–	●●	–	–	–	–	–
Manipulado posterior al montaje	●	●●	●	–	●	–	–	–	–	–

● Adecuado ●● Óptimo – No recomendado

Microtornillería

Los últimos avances tecnológicos permiten el diseño de componentes electrónicos de tamaño cada vez más reducido y de mayores prestaciones mecánicas, precisando en estos casos de las soluciones de ensamblaje apropiadas. Existen diferentes técnicas en el mercado apropiadas para el ensamblaje de estos componentes electrónicos, entre los que se destaca la utilización de clips, soldadura y remaches.

Para determinadas aplicaciones, en las que los requerimientos técnicos del ensamblaje requieren de un ensamblaje de mayor resistencia a la tracción, desmontabilidad y resistencia al aflojado por vibración, CELO pone a su disposición la línea especial de micro tornillería para tornillos TAPTITE 2000®, ROSCA MÉTRICA, CELOspArk® y REMFORM® II™ "HS".

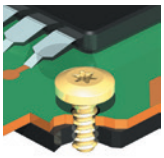
Pueden fabricarse con cabeza alomada, alomada con arandela y avellanada, e improntas PHILIPS, POZI y TORX PLUS®, siendo ésta última la más recomendada.

Estos productos son de fabricación especial por lo que recomendamos consultar con nuestro departamento comercial para la viabilidad y las cantidades mínimas de fabricación.

Tornillos rosca CELOspArk®.
Los tornillos rosca CELOspArk® se recomiendan para el ensamblaje sobre materiales termoplásticos de módulo de flexión comprendidos entre 500 y 30.000 kg/cm^2. Profundidad de ensamblaje requerida de 1,5 y 3 veces el diámetro del tornillo.

Gama de producción:
• Ø1,6 x 2,5 mm a Ø1,6 x 12 mm
• Ø1,8 x 2,5 mm a Ø1,8 x 12 mm

Tornillos rosca REMFORM® II™ "HS".
Para el ensamblaje sobre materiales termoplásticos con carga de fibra de vidrio, y módulos de flexión comprendidos entre 30.000 y 80.000 kg/cm^2.
Está recomendado para aplicaciones en agujeros de poca profundidad con elevados requerimientos de resistencia a la tracción.



Profundidad de ensamblaje requerida de 1,5 y 3 veces el diámetro del tornillo.

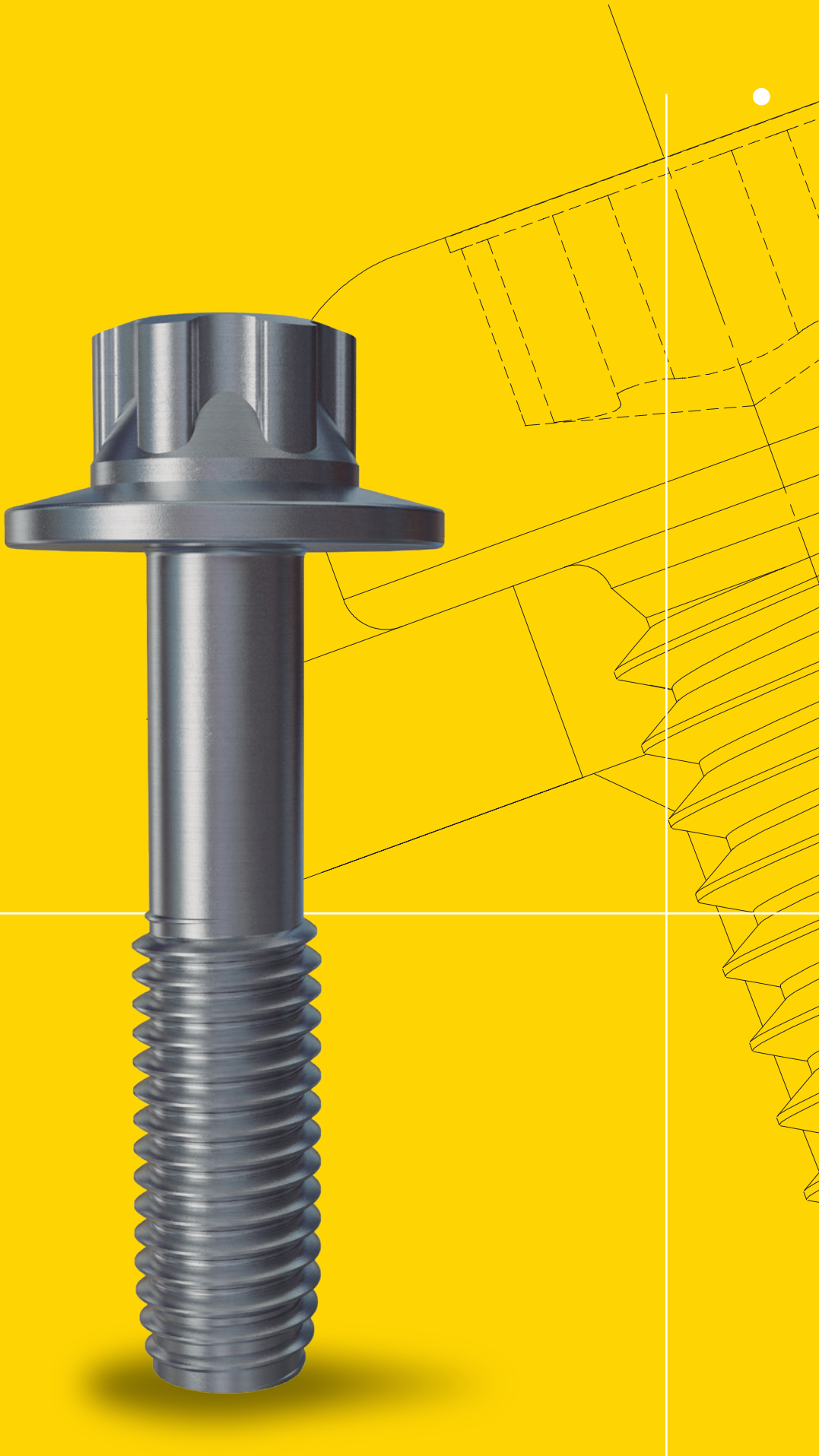
Gama de producción
• Ø1,6 x 2,5 mm a Ø1,6 x 12 mm
• Ø1,8 x 2,5 mm a Ø1,8 x 12 mm
• Ø2 x 3 mm a Ø2 x 12 mm

Tornillos rosca TAPTITE 2000®.
El tornillo crea su propia tuerca en metales dúctiles y aleaciones.

Gama de producción:
• M1,5 x 3 mm a M1,5 x 15 mm
• M2 x 5 mm a M2 x 15 mm

Tornillos rosca MÉTRICA.

Gama de producción:
• M1,6 x 2 mm a M1,6 x 12 mm



Tornillos para metales

TRILOBULAR® TAPTITE®

Los tornillos autorroscantes de rosca TRILOBULAR® TAPTITE® para el ensamblaje de piezas metálicas proporcionan una unión con elevada resistencia al arranque y al aflojado por vibración y reducen considerablemente los costes de ensamblaje.

Los tornillos TRILOBULAR® TAPTITE® crean una rosca resistente y uniforme durante el proceso de atornillado. Su utilización ofrece numerosas ventajas, tanto desde el punto de vista económico, con el incremento de la productividad durante el ensamblaje y reducción de costes en general al eliminar las operaciones de roscado previo; como desde el punto de vista técnico, ofreciendo unas elevadas prestaciones mecánicas durante la vida útil del ensamblaje.

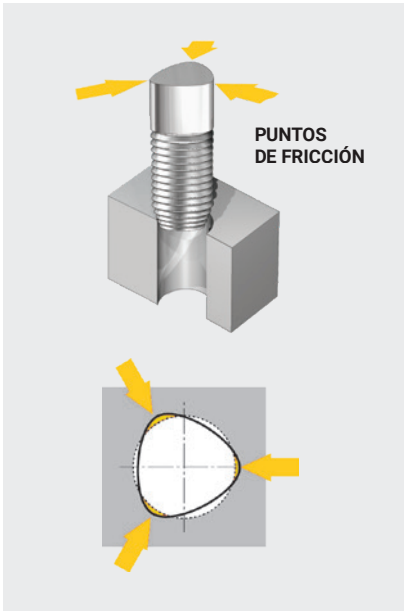


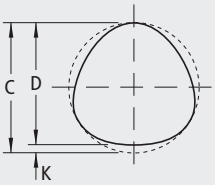
Fig.20. Los tres lóbulos ejercen una presión en tres puntos, reduciendo la fricción durante el roscado.

Fig.21. El material desplazado durante el roscado fluye entre los lóbulos envolviendo la caña del tornillo.

1. Características generales

Los tornillos de sección TRILOBULAR® TAPTITE® tienen un perfil de rosca parecido al de la rosca métrica, con un ángulo de filete de 60° y paso de rosca métrica, pero con sección TRILOBULAR® (tres lóbulos).

La geometría TRILOBULAR® se define con dos dimensiones en lugar de una como sucede con los tornillos de sección circular:



D = Diámetro del tornillo
C = Diámetro Circunscrito
C-D = K = Trilobularidad

Efecto de la trilobularidad en el proceso de roscado

El valor de K (diferencia entre el diámetro del tornillo y el diámetro circunscrito) altera el comportamiento del tornillo. Un valor K bajo implica un incremento en la resistencia del ensamblaje, pero también implica un mayor par de formación de rosca.

La estabilidad en el valor de K garantiza unos parámetros estables en la operación de montaje de los tornillos. **Únicamente utilizando tornillos originales TAPTITE® se puede asegurar la estabilidad de este parámetro.**

- Durante la formación de la rosca, los tres lóbulos ejercen una presión intermitente sobre el agujero, **se reduce la fricción y permite valores de par de montaje más ergonómicos.**

- La formación de la rosca se realiza por **laminación del material, sin arranque de viruta,** fundamental en aplicaciones electrónicas. El material desplazado durante el roscado fluye para ocupar el espacio entre los lóbulos, envolviendo totalmente la caña del tornillo y eliminando la tolerancia entre el tornillo y la tuerca interna.

- Los filetes formadores de la punta facilitan el **alineamiento axial del tornillo** en el agujero, elimina el problema de cruzado de roscas y posibilita un mínimo esfuerzo para iniciar el roscado.
- Los tornillos de sección TRILOBULAR® TAPTITE® forman la tuerca interna con geometría de rosca métrica, de forma que la rosca creada por un tornillo TAPTITE® puede alojar un tornillo métrico.
- El proceso de fabricación de los tornillos TAPTITE® incorpora un tratamiento térmico que varía en función de las necesidades de la aplicación y de las solicitaciones mecánicas del tornillo en particular. Los tratamientos térmicos más habituales son los de Carbonituración y CORFLEX® 'N'. Para asegurar la propiedad autorroscante del tornillo es necesario alcanzar una dureza superficial como mínimo de 250 HV superior a la dureza de la pieza base.

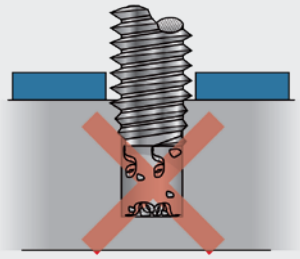


Fig.22. La formación de la rosca por laminación evita el arranque de virutas.

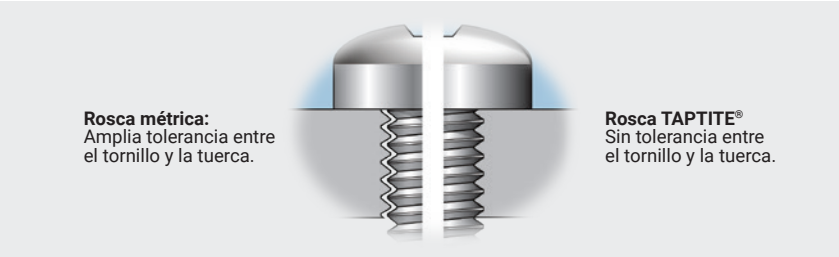


Fig.23. La Rosca TRILOBULAR® crea una rosca por laminación y sin tolerancia.

- Debido al grado de dureza del tornillo, es necesario aplicar el tratamiento de deshidrogenado para reducir el riesgo de la fragilización por hidrogenación (más información en pág 124).
- Los tornillos TAPTITE® incorporan un lubricante para reducir la fricción durante la formación de rosca.
- Las características detalladas y las ventajas asociadas son aplicables únicamente en el caso de tornillos TAPTITE® fabricados de acuerdo a las normas de fabricación de la licencia de CONTI Fasteners AG.

2. Ventajas

- **Bajo Par de Roscado** que permite un **ensamblaje ergonómico**.
- La formación de la rosca por laminación evita la formación de virutas y asegura una **elevada resistencia al arranque y al pasado de rosca.**
- Altos valores de **Par Remanente** que aseguran una **excelente resistencia al aflojado por vibración.**
- El perfecto alineamiento axial del tornillo es **idóneo para las líneas de montaje automatizadas:**
  - permite una **fácil entrada en el alojamiento**
  - requiere un **mínimo esfuerzo axial** para iniciar roscado
  - **evita el cruzado de roscas** y los costes asociados

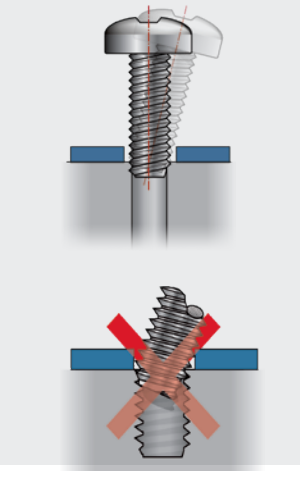


Fig.24 La punta progresiva facilita el alineamiento axial en el agujero y evita las roscas cruzadas.

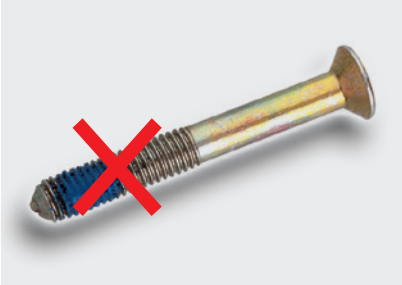


Fig.25. La aplicación de adhesivos en la rosca tiene las limitaciones de resistencia a la temperatura y el tornillo no es reutilizable.

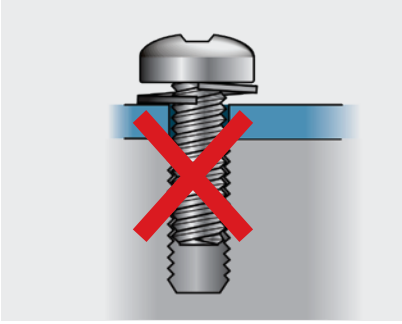


Fig.26. Los tornillos TAPTITE® evitan la utilización de arandelas grower para mantener la compresión después de la relajación del material, la arandela no evita el aflojado.

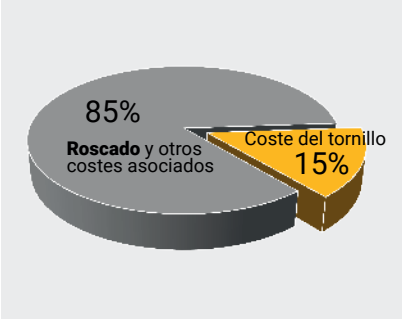
Los tornillos TAPTITE® solucionan los problemas de:

- Cruzado de roscas durante la inserción del tornillo y evita la utilización de elementos de guía (tornillos con punta guía o pantógrafos).
- Aflojado del tornillo por vibración, evita la utilización de elementos de bloqueo (arandelas, estrías, pastilla adhesiva) y elimina el reapriete del tornillo (que no evita el aflojado por vibración).

3. Reducción del coste de ensamblaje

En la unión de piezas metálicas con tornillos métricos, solo el 15% del coste total de ensamblaje corresponde al tornillo, el 85% restante corresponde al coste de las operaciones de roscado, limpieza de aceites y virutas, incorporación de elementos adicionales para evitar el aflojado por vibración y el bloqueo de roscas, operarios... Todos estos costes se conocen como el BIG 85™.

Los tornillos de rosca TRILOBULAR® TAPTITE® han sido especialmente diseñados para reducir significativamente este 85%.



Los tornillos de rosca TRILOBULAR® TAPTITE® eliminan las operaciones de roscado previo y los costes asociados de:

- Costes directos e indirectos de mano de obra.
- Elementos para roscado (Galgas, machos de roscar, lubricantes).
- Limpieza de aceites y virutas.
- Inspección, pérdida o reparación de las uniones roscadas.
- Elementos adicionales para evitar el cruzado de roscas.
- Elementos de bloqueo para evitar el aflojado por vibración.

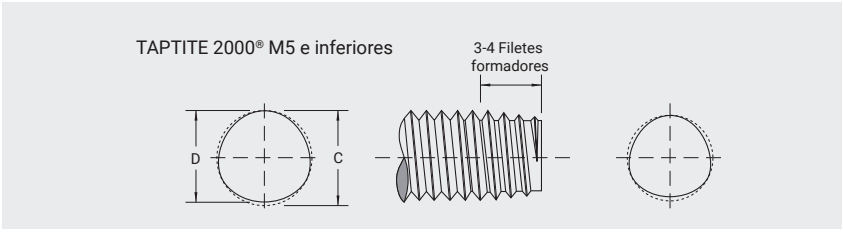
TAPTITE 2000®

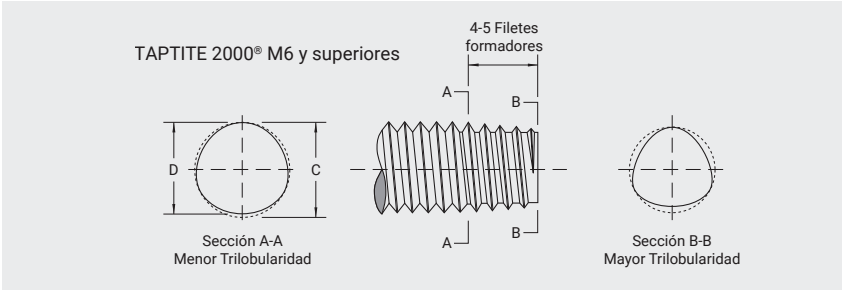
Los tornillos autorroscantes TAPTITE 2000® se recomiendan para el ensamblaje sobre chapa de acero y piezas de inyección de aleaciones ligeras.

La rosca TAPTITE 2000® incorpora un nuevo diseño de filete de perfil radial y una trilobularidad optimizada que mejora el proceso de formación de rosca y refuerza la unión, incrementando la resistencia al aflojado por vibraciones.

Los tornillos TAPTITE 2000® ofrecen numerosas oportunidades para la reducción de costes en el ensamblaje y proporcionan unas excelentes propiedades mecánicas.

1. Características técnicas





- **Rosca de trilobularidad reducida**
  La sección de la rosca TAPTITE 2000® es menos TRILOBULAR® lo que implica una mayor superficie de contacto entre el tornillo y la rosca creada en el metal.

  Diseño de rosca con doble trilobularidad para tornillos de diámetro M6 y superiores:
  - Los primeros filetes (Sección B-B) tienen una mayor trilobularidad que **reduce la fricción durante la formación de la rosca** y permite un menor par de roscado.
  - El vástago del tornillo (Sección A-A) tiene un menor grado de trilobularidad que aumenta la superficie de contacto entre el tornillo y la rosca interna creada, mejorando la **resistencia al arranque y al aflojado por vibraciones.**

- **Filete de perfil radial**
  La geometría radial del filete asegura una mayor superficie de contacto entre el tornillo y la tuerca creada, ofreciendo una mayor resistencia al aflojado por vibraciones y al arranque.

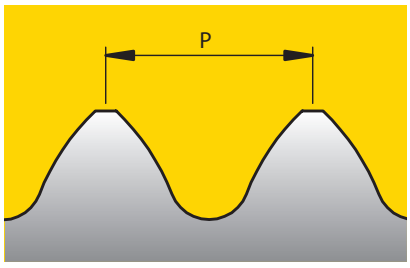


Fig.27. El perfil radial del filete aumenta la superficie de contacto entre el tornillo y la rosca creada.

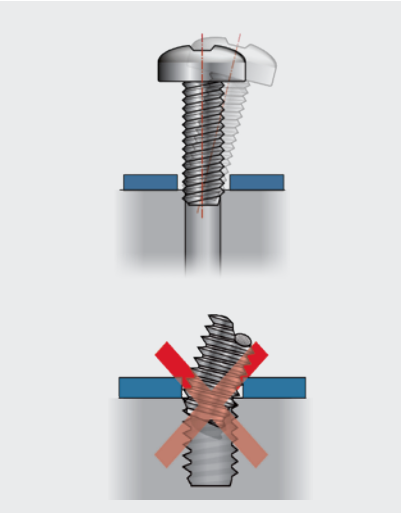
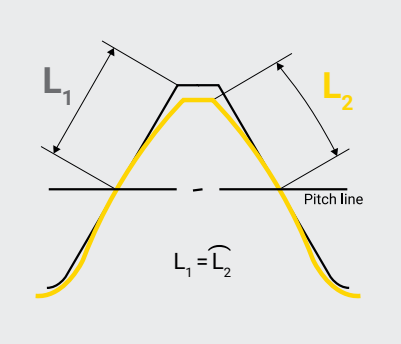


Fig.28. La punta progresiva facilita el alineamiento axial en el agujero y evita las roscas cruzadas.



Perfil de rosca TAPTITE 2000®

Perfil de rosca TAPTITE II®

- **Punta progresiva**
  Los filetes formadores facilitan la inserción del tornillo, **eliminan el problema de cruzado de roscas** y posibilitan un mínimo esfuerzo axial para iniciar el roscado.

- **Configuración de rosca métrica**
  La rosca formada por los tornillos TAPTITE 2000® tiene configuración de rosca métrica, de manera que puede alojar un tornillo métrico.

2. Ventajas

- El **perfecto alineamiento axial del tornillo** en el alojamiento es idóneo para líneas de ensamblaje automáticas:
  - Permite una **fácil entrada en el alojamiento y evita el problema de cruzado de roscas.**
  - Requiere un **mínimo esfuerzo axial** para iniciar roscado.

- El volumen de material desplazado durante la formación de la rosca es menor, por lo que requiere un **menor par de roscado.**

- La formación de la rosca por laminación **evita la formación de virutas**. El perfil radial mejora la fluencia del material y aumenta la **resistencia a la tracción y al pasado de rosca.**

- Posibilita el ensamblaje a pares más elevados, transmite **mayor compresión** y optimiza la **resistencia de la unión.**

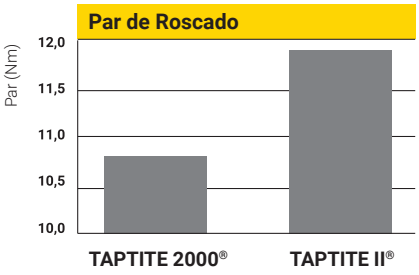
- Aplicando el mismo par de apriete, el tornillo TAPTITE 2000® permite alcanzar una **mayor fuerza de compresión** en la unión que otras tornillos autorroscantes.

- El elevado Par Remanente ofrece una excelente **resistencia al aflojado por vibración.**

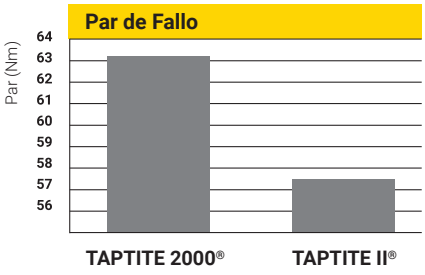
Ventajas de la rosca TAPTITE 2000® respecto la rosca TAPTITE II®

- Para tornillos de diámetro M6 y superiores, la doble trilobularidad de la rosca:
  - **Disminuye el par de formación de rosca**, mejorando la ergonomía del ensamblaje. Para un mismo diámetro, el par de roscado del TAPTITE 2000® es aproximadamente un 10%* inferior al TAPTITE II®.
  - El aumento de la superficie de contacto **mejora la resistencia al arranque y al aflojado por vibraciones.**

  Ensayos realizados con tornillos TAPTITE 2000® y TAPTITE II® M8 x 1,25:



La geometría de la rosca TAPTITE 2000® disminuye el par de roscado en un 9,25% respecto al tornillo TAPTITE II®



La geometría de la rosca TAPTITE 2000® aumenta el par de fallo un 10% respecto al tornillo TAPTITE II®

* puede variar en función del diámetro del tornillo

Comparativa TAPTITE 2000® frente a soluciones alternativas.

Tornillo	Coste del tornillo	Coste del proceso de ensamblaje	Desventajas	Ventajas
Tornillo métrico	•	••• Agujeros roscados	Baja resistencia al aflojado por vibración Cruzado de roscas	Disponiblidad en el mercado
Tornillo métrico + parche adhesivo	•••	••• Agujeros roscados	Tornillo no reutilizable Cruzado de roscas	Resistencia al aflojado por vibración
Tornillo métrico + parche adhesivo + punta guía	••••	••• Agujeros roscados	Tornillo no reutilizable Riesgo de cruzado de rocas para desalineamineto >7º	Resistencia al aflojado por vibración Minimiza cruzado de roscas
TAPTITE 2000®	••	• Agujero sin roscado previo		Elimina los problemas de: - aflojado por vibración - cruzado de roscas

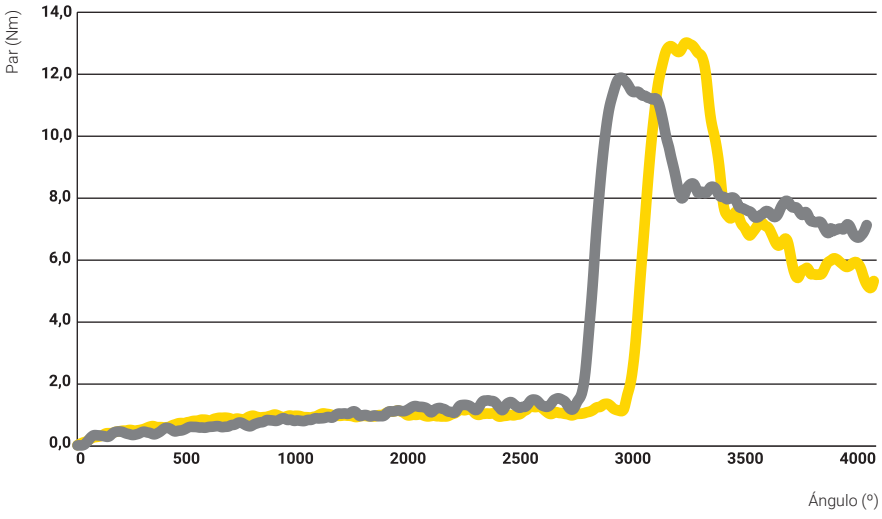
• Bajo •• Medio ••• Alto •••• Muy alto

En el caso que el agujero roscado sea un requerimiento de cliente o bien por regulación específica, recomendamos el tornillo POWERLOK®, que elimina los problemas de aflojado por vibración y mantiene la compresión de la unión.

3. Curva de roscado

La gráfica muestra la curva de roscado del tornillo TAPTITE 2000® sobre agujeros inyectados en una pieza de aluminio. El margen entre el bajo par de roscado y el elevado par de fallo ofrece una mayor seguridad durante el ensamblaje y permite una mayor compresión de la unión.

El par de apriete a aplicar depende del par de rotura del tornillo, coeficiente de fricción, dimensionamiento del agujero, longitud de engarce y la estabilidad del atornillador. El par de apriete se determina a partir de la curva de roscado resultante de los ensayos en el laboratorio.

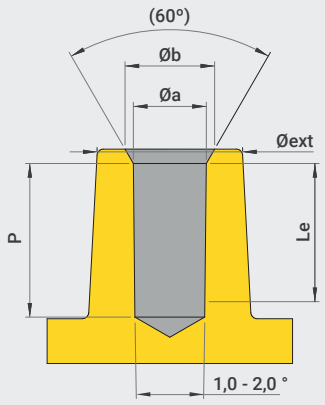


Pieza de inyección de aluminio, agujero de Ø5,6 mm, engarce 12 mm.

4. Dimensionamiento de agujeros en piezas de inyección de aluminio

En la tabla se indican las dimensiones recomendadas para el ensamblaje sobre piezas de inyección de aluminio. Los valores indicados en las tablas se sugieren como referencia y recomendamos confirmar con los respectivos ensayos.

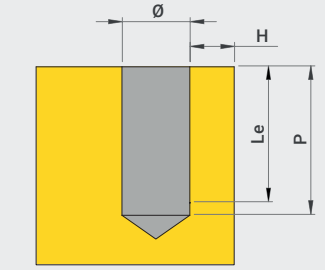
Para más información, consulte con nuestro departamento técnico.



P = Profundidad mínima
Le = Longitud de engarce

Tabla 1. Piezas de inyección con agujeros inyectados

d	Øa	Tolerancia +	Tolerancia -	Øext mín.	Øb	Le	P
M2	1,87	0,03	0,04	3,4	2,6	3,4	4,6
M2,5	2,35	0,03	0,04	4,2	3,2	4,3	5,6
M3	2,84	0,03	0,05	5,0	3,9	5,1	6,8
M3,5	3,30	0,03	0,05	5,8	4,5	5,9	7,8
M4	3,77	0,03	0,05	6,7	5,2	6,8	8,8
M5	4,74	0,03	0,05	8,3	6,5	8,5	11
M6	5,67	0,04	0,06	10	7,7	10,2	13
M7	6,67	0,04	0,07	11,6	9,1	11,9	15
M8	7,59	0,05	0,08	13,3	10,4	13,6	17
M10	9,51	0,05	0,10	16,6	13,0	17,0	21,5



P = Profundidad mínima
Le = Longitud de engarce

Tabla 2. Piezas de inyección con agujeros taladrados

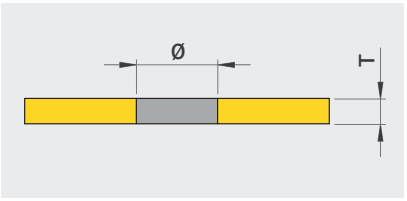
d	Ø	Tolerancia +	Tolerancia -	H mín.	Le	P
M2	1,82	0,03	0,04	1,0	4,0	4,6
M2,5	2,29	0,03	0,04	1,2	5,0	5,6
M3	2,77	0,03	0,05	1,3	6,0	6,8
M3,5	3,23	0,03	0,05	1,6	7,0	7,8
M4	3,68	0,03	0,05	1,8	8,0	8,8
M5	4,64	0,03	0,05	2,1	10,0	11,0
M6	5,54	0,04	0,06	2,6	12,0	13,0
M7	6,54	0,04	0,07	2,6	14,0	15,0
M8	7,43	0,05	0,08	3,3	16,0	17,0
M10	9,32	0,05	0,1	3,9	20,0	21,5

Dimensiones expresadas en mm. Los valores indicados en las tablas se sugieren como referencia y recomendamos confirmar con los respectivos ensayos.

5. Dimensionamiento de agujeros en chapa de acero

Grosor de chapa T	M2	M2,5	M3	M3,5	M4	M5	M6	M8
0,5 - 0,9	1,75	2,24	2,71	o	o	o	-	-
1,0 - 1,5	1,77	2,27	2,74	3,15	3,59	o	o	-
1,6 - 2,0	1,79	2,30	2,75	3,19	3,64	4,53	o	-
2,1 - 2,5	1,80	2,31	2,77	3,21	3,64	4,58	5,42	-
2,6 - 3,0	-	2.32	2,78	3,23	3,68	4,58	5,48	7,27
3,1 - 3,5	-	2,32	2,79	3,25	3,68	4,64	5,48	7,35
3,6 - 4,0	-	-	2,80	3,26	3,70	4,64	5,55	7,35
4,1 - 5,0	-	-	-	3,27	3,71	4,65	5,55	7,37
5,1 - 6,0	-	-	-	-	3,73	4,66	5,58	7,43
6,1 - 7,0	-	-	-	-	-	4,69	5,58	7,43
7,1 - 8,0	-	-	-	-	-	-	5,61	7,47
8,1 - 11,0	-	-	-	-	-	-	-	7,51

o Recomendamos el tornillo FASTITE® 2000™ para chapas de bajo espesor.



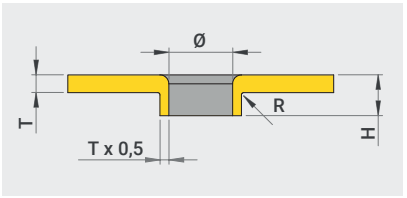
Dimensiones expresadas en mm.
Los valores indicados en las tablas se sugieren como referencia y recomendamos confirmar con los respectivos ensayos.

Tolerancias recomendadas:
+0,03 / -0,04 mm para agujeros < Ø2,0 mm
+0,03 / -0,05 mm para agujeros Ø2,0 - Ø5,0 mm
+0,04 / -0,06 mm para agujeros Ø5,1- Ø7,0 mm
+0,05 / -0,08 mm para agujeros > Ø7,0 mm

6. Dimensionamiento de agujeros extrusionados en chapa de acero

Tabla 1. Diámetro del agujero en chapa de acero con agujero rebordeado

Diámetro Tornillo	Grosor de la chapa (T)				
	0,50 – 0,69	0,70 – 0,99	1,00 – 1,49	1,50 – 2,49	2,50 – 3,00
M2,5	2,22	2,24	2,27	-	-
M3	2,7	2,72	2,76	2,82	-
M3,5	3,13	3,15	3,2	3,25	3,28
M4	3,55	3,57	3,6	3,64	3,68
M5	-	4,48	4,51	4,53	4,56
M6	-	-	5,38	5,42	5,46
M8	-	-	-	7,25	7,3



Tolerancias recomendadas:
+0,03 / -0,04 mm para agujeros < Ø2,0 mm
+0,03 / -0,05 mm para agujeros Ø2,0 - Ø5,0 mm
+0,04 / -0,06 mm para agujeros > Ø5,0 mm

Tolerancia para H: +0,40 mm

Tabla 2. Altura y radio de rebordeo en chapa de acero a partir de un diámetro de agujero determinado.

Ø	Grosor de la chapa (T)											
	0,50-0,90		0,91-1,35		1,36-1,99		2,00-2,39		2,40-2,75		2,76-3,00	
	H	R	H	R	H	R	H	R	H	R	H	R
2,06-2,54	1,00	0,13	1,00	0,13	1,00	0,15	1,10	0,25	–	–	–	–
2,57-3,30	1,20	0,13	1,20	0,13	1,20	0,15	1,30	0,25	1,40	0,25	–	–
3,33-3,81	1,30	0,13	1,30	0,13	1,30	0,15	1,50	0,25	1,60	0,25	1,80	0,33
3,84-4,57	–	–	1,50	0,13	1,55	0,15	1,80	0,25	1,90	0,25	2,20	0,33
5,60-5,59	–	–	1,80	0,13	1,80	0,15	2,30	0,25	2,40	0,25	2,60	0,33
5,61-6,60	–	–	–	–	1,90	0,15	2,50	0,25	2,70	0,25	3,05	0,33
6,63-7,62	–	–	–	–	2,10	0,15	2,95	0,25	3,20	0,25	3,60	0,33

En el ensamblaje de chapas de poco espesor se recomienda utilizar tornillos FASTITE® 2000™ o bien realizar agujeros extrusionados para aumentar la longitud de engarce. En este último caso, la longitud de la tuerca formada es casi el doble del espesor de la chapa con el objetivo de asegurar la resistencia al pasado de rosca y al aflojado por vibración.

Ejemplo: Para una chapa de 0,6 mm de espesor y un tornillo de M3, siguiendo las indicaciones de la Tabla 1 realizaríamos un agujero de 2,7 mm de diámetro y, de acuerdo con la Tabla 2, la altura de rebordeo (H) sería de 1,2 mm y el radio de rebordeo (R) 0,13 mm.

Dimensiones expresadas en mm.
Los valores indicados en las tablas se sugieren como referencia y recomendamos confirmar con los respectivos ensayos.
Las dimensiones de la extrusión pueden sufrir variaciones en función del material a extrusionar y del diseño de los utillajes.

Dureza CORFLEX®-'N'	
Núcleo	Superficie
327–382 HV	Mín. 336 HV

Fig.29. Resistencia de una lavadora ensamblada con tornillos TAPTITE 2000®.

7. Tratamiento térmico CORFLEX®-'N'

En el ensamblaje sobre piezas de inyección de aluminio y demás aleaciones ligeras se recomienda la utilización de tornillos TAPTITE 2000® con tratamiento térmico neutro CORFLEX®-'N' (clase de resistencia similar a 10.9) que mejora la resistencia a la flexión y a la fatiga. La dureza de la superficie del tornillo no permite su utilización en la unión sobre piezas de acero.

El tratamiento térmico CORFLEX®-'N' está especialmente recomendado para **ensamblajes sobre aluminio y demás aleaciones ligeras** expuestas a:

- Esfuerzos de cizalla.
- Esfuerzos de fatiga.
- Ciclos de temperatura severos.
- Vibraciones.
- Corrosión.

Ventajas

La disminución del carbono en la superficie de los tornillos con tratamiento CORFLEX®-'N' minimiza el riesgo de corrosión galvánica con el aluminio.

- Proporciona una excelente resistencia a esfuerzos de fatiga y choque térmico.
- Permite crear rosca en grandes secciones.
- Reduce el riesgo de fragilización por hidrogenación.

Todos los productos CELO de rosca TRILOBULAR® pueden fabricarse con el tratamiento térmico CORFLEX®-'N' bajo pedido.

Fig.30. Ensamblaje de los componentes electrónicos en iluminación exterior.

Fig.31. Ensamblaje del motor de un retrovisor.

8. Aplicaciones de los tornillos TAPTITE 2000®

Los tornillos TAPTITE 2000® se han diseñado especialmente para el ensamblaje en acero y aleaciones ligeras en:

- Aplicaciones que requieran bajo par de atornillado para no dañar los componentes, por ejemplo en el ensamblaje de PCB.
- Componentes estructurales que requieran elevada resistencia a la tracción.
- Componentes que requieran una elevada estanqueidad.

Ejemplos
Componentes de automoción
Material eléctrico.
Pequeño electrodoméstico.
Aplicaciones electrónicas.

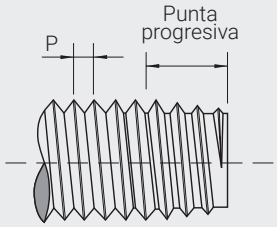
Fig.32. Detalle parcial de ensamblaje de placa PCB sobre aluminio de un Cargador a bordo (OBC) en vehículos eléctricos.

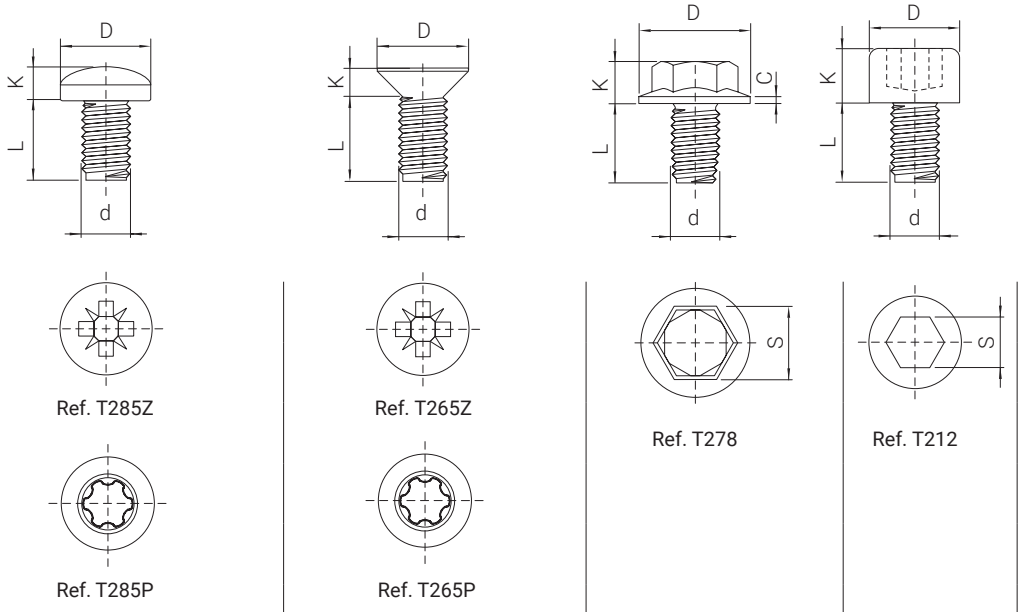
9. Ficha técnica

El diseño de los tornillos TAPTITE 2000® se adapta a las necesidades específicas de cada aplicación, permitiendo diferentes diseños de cabeza, impronta, material, dureza y recubrimiento.

Los tornillos TAPTITE 2000® incorporan un lubricante especial para la reducir la fricción durante la formación de la rosca. Para asegurar la calidad del tornillo aplicamos el tratamiento de deshidrogenado para reducir el riesgo de la fragilización por hidrogenación (más información en pág. 124).

En la tabla se indican las dimensiones de la rosca y diseños de cabeza bajo el estándar de fabricación de CELO. Para diferentes diseños de cabeza, impronta o recubrimiento, por consulte con nuestro departamento comercial.





d	P Paso	Punta progresiva	D máx.	K máx.	TORX Plus®	Pozi	D máx.	K Ref.	TORX Plus®	Pozi	D máx.	K máx.	C	S	D máx.	K máx	S
M2	0,40	1,40	3,40	1,60	6 IP	Z1	3,80	1,20	6 IP	Z1	-	-	-	-	-	-	-
M2,5	0,45	1,58	4,30	2,15	8 IP	Z1	4,70	1,50	8 IP	Z1	-	-	-	-	-	-	-
M3	0,50	1,75	5,30	2,30	10 IP	Z1	5,60	1,65	10 IP	Z1	-	-	-	-	-	-	-
M3,5	0,60	2,10	6,20	2,60	15 IP	Z2	6,50	1,93	15 IP	Z2	-	-	-	-	-	-	-
M4	0,70	2,45	7,00	3,15	20 IP	Z2	7,50	2,20	20 IP	Z2	9,00	3,50	0,72	7	7,00	4,00	3
M5	0,80	2,80	9,00	3,60	25 IP	Z2	9,20	2,50	25 IP	Z2	11,00	4,50	0,82	8	8,50	5,00	4
M6	1,00	4,50	10,80	4,20	30 IP	Z3	11,00	3,00	30 IP	Z3	13,50	5,30	1,02	10	10,00	6,00	5
M8	1,25	5,63	14,00	4,80	40 IP	Z3	-	-	-	-	17,00	7,00	1,12	13	-	-	-

Dimensiones expresadas en mm. Salvo indicación expresa, los valores indicados son nominales.

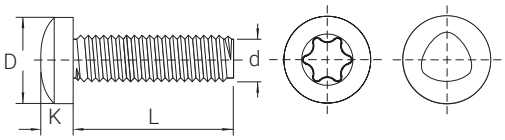
Tratamiento térmico	Dureza (HV)		Par mínimo de Rotura (Nm)							
	Superficie	Núcleo	M2	M2.5	M3	M3.5	M4	M5	M6	M8
Carbonitrurado	Mín. 446	286 -372	0,60	1,2	2,2	3,5	5,2	10,5	17,7	43,0
CORFLEX®-'N'	Mín. 336	327-382	0,45	1,0	1,9	3,0	4,4	9,3	16,0	40,0

Tolerancia para longitud nominal L (mm)	
≤ 3	± 0,2
3 < L ≤10	± 0,3
10 < L ≤ 16	± 0,4
16 < L ≤ 50	± 0,5
> 50	± 1,0

NT85T CORFLEX®-'N'

TAPTITE 2000®

- **Cabeza alomada**
- **Impronta TORX®**
- **Cincado Cr (III) 5µm + Lubricado + Deshidrogenado**



d mm	M2	M2,5	M3	(M3,5)	M4	M5	M6
D mm	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	10,0	12,0
K mm	1,6	2,0	2,4	2,7	3,1	3,8	4,6
TORX®	6 IP[1]	T8	T10	T15	T20	T25	T30

L mm	**Ø2,0**	**Ø2,5**	**Ø3,0**	**Ø3,5**	**Ø4,0**	**Ø5,0**	**Ø6,0**
5	○	○	○	○	○	–	–
6	○	○	●	○	○	○	–
7	○	○	○	○	○	○	–
8	○	○	●	○	●	○	○
10	○	○	○	○	●	●	○
12	–	○	●	○	●	●	●
16	–	–	●	○	●	○	○
18	–	–	○	○	○	○	○
20	–	–	○	○	○	○	●
25	–	–	–	○	○	○	○
30	–	–	–	–	○	○	○
35	–	–	–	–	○	○	○
40	–	–	–	–	○	○	○
50	–	–	–	–	–	–	○

● Producto diponible en stock. ○ Producto disponible bajo pedido. [1] TORX PLUS®
Para otros recubrimientos, dimensiones de rosca y diseños de cabeza, consulte con nuestro departamento comercial.
Más información acerca de las condiciones de envasado en la página 130.

Este tornillo no puede utilizarse para el ensamblaje sobre piezas de acero. El tornillo NT85T con tratamiento térmico CORFLEX® -'N' está especialmente recomendado para el **ensamblaje sobre piezas de aluminio y demás aleaciones ligeras.**

TAPTITE 2000® "CA"™

Los tornillos TAPTITE 2000®"CA"™ se recomiendan para aquellas aplicaciones en las que el agujero de la base y el agujero de la tapa están desalineados.

1. Ventajas

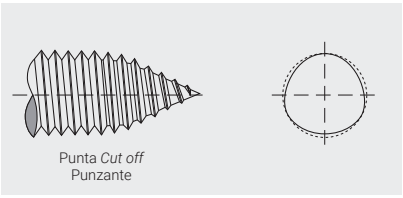
Adicionalmente a las ventajas que ofrece la rosca TAPTITE 2000®, la rosca TAPTITE 2000® "CA"™ incorpora una punta aguda diseñada específicamente para:

- Conseguir **el perfecto alineamiento del tornillo** en aplicaciones con agujeros descentrados o de difícil acceso.
- Permitir la entrada progresiva del tornillo, **reduciendo el par de atornillado inicial.**

La punta "CA" puede suministrase con punta *Cut off* o punta *Non-cut off*.

La punta *Cut off* se recomienda para aquellas aplicaciones en las que es preciso perforar membranas sin necesidad de realizar un agujero previo.

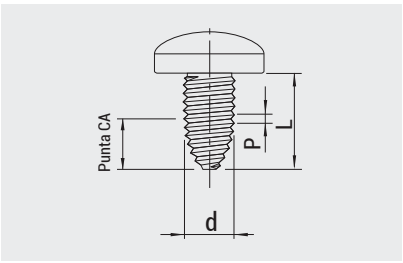
La punta *Non-cut off* se recomienda para aquellas aplicaciones en las que la punta punzante puede suponer un riesgo potencial para otros componentes del ensamblaje, cables, la línea de montaje o para la seguridad del personal.



2. Ficha técnica

d	Paso P	Punta "CA" Ref.
M2,5	0,45	2,48
M3	0,5	2,75
M3,5	0,6	3,30
M4	0,7	3,85
M5	0,8	4,40
M6	1,0	5,50
M8	1,25	6,88

Dimensiones expresadas en mm.



3. Aplicaciones

Los tornillos TAPTITE 2000® "CA"™ se recomiendan para:

- Ensamblajes con agujeros desalineados.
- Ensamblajes con agujeros profundos o de difícil accesibilidad.
- Ensamblajes donde se requiera atravesar una membrana sin necesidad de realizar agujero previo (punta *Cut off*).

Se trata de un tornillo de fabricación especial. Para más información, por favor, póngase en contacto con nuestro departamento comercial.

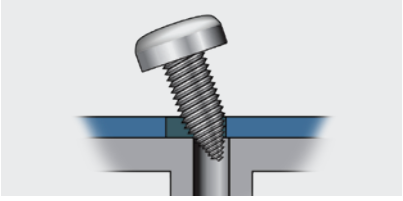
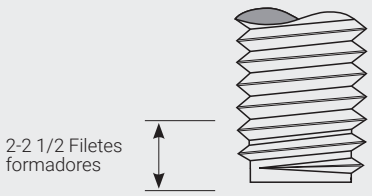


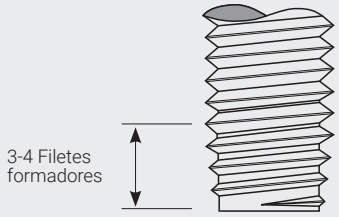
Fig.33. La punta "CA" permite el alineamiento de agujeros descentrados.

TAPTITE 2000® "SP"™

Los tornillos rosca TAPTITE 2000® "SP"™ tienen una punta de filetes formadores más corta que los estándar TAPTITE 2000® para maximizar el engarce en agujeros ciegos poco profundos, o en aquellos casos en los que no hay profundidad suficiente para alojar la punta con un mayor número de filetes formadores.



TAPTITE 2000®"SP"™

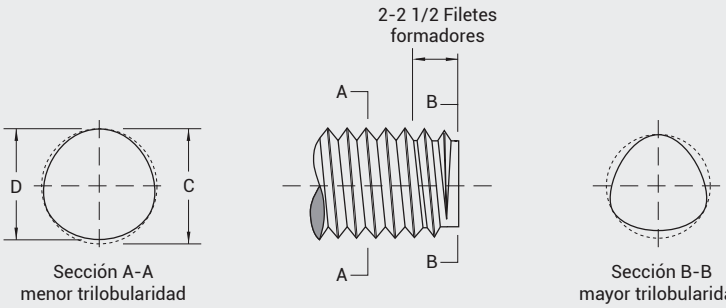


TAPTITE 2000®

La punta reducida de los tornillos rosca TAPTITE 2000® "SP"™, de 2-2 ½ filetes formadores, aumenta el engarce de filetes completos en agujeros ciegos. Este aumento en los puntos de contacto de rosca completa es crítico en ensamblajes sobre agujeros poco profundos. En la mayoría de casos cambia el modo de fallo de pasado de rosca a rotura del tornillo, resultado deseado en los ensamblajes sobre piezas de fundición.

Para el dimensionamiento de agujeros sobre aleaciones ligeras, pueden consultar la información indicada en la rosca TAPTITE 2000® (pág. 60).

Se trata de un tornillo de fabricación especial. Para más información, por favor, póngase en contacto con nuestro departamento comercial.



Sección A-A
menor trilobularidad

Sección B-B
mayor trilobularidad

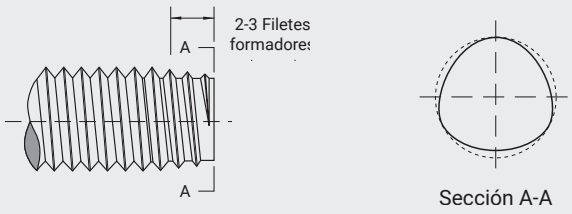
TAPTITE II®

El tornillo autorroscante TAPTITE II® es de los más populares de la familia de tornillos de rosca TRILOBULAR®, actualmente reemplazado por TAPTITE 2000®. Los tornillos TAPTITE II® forman una rosca de alto rendimiento en agujeros taladrados, estampados o rebordeados en acero y aleaciones metálicas.

Los tornillos TAPTITE II® ofrecen numerosas oportunidades para la reducción de costes en el ensamblaje y proporcionan unas excelentes propiedades mecánicas.

1. Características técnicas

- **Rosca de sección TRILOBULAR®.**
- Filete recto con **ángulo de 60º y configuración de rosca métrica**. La rosca creada en el material base tiene tolerancias de rosca métrica.
- **Punta progresiva** que reduce el par de roscado inicial. La rosca TAPTITE II® tiene entre 2 y 3 filetes formadores que facilitan la inserción del tornillo y el roscado.



2. Ventajas

- **Bajo Par de Roscado** incluso en agujeros profundos, asegurando un ensamblaje ergonómico.
- **Alineamiento axial** del tornillo en el alojamiento que **evita el cruzado de roscas** y permite una fácil entrada en el alojamiento.
- La formación de la rosca por laminación **evita la formación de virutas** y asegura una **elevada resistencia a la tracción y al pasado de rosca.**
- Elevado Par Remanente que aseguran una excelente resistencia al aflojado por vibración, eliminando la necesidad de sistemas de ensamblaje complementarios.
- La rosca interna creada es compatible con los tornillos de rosca métrica.

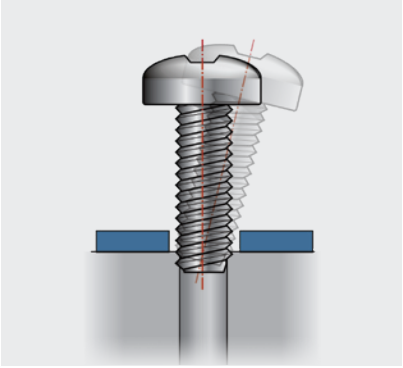
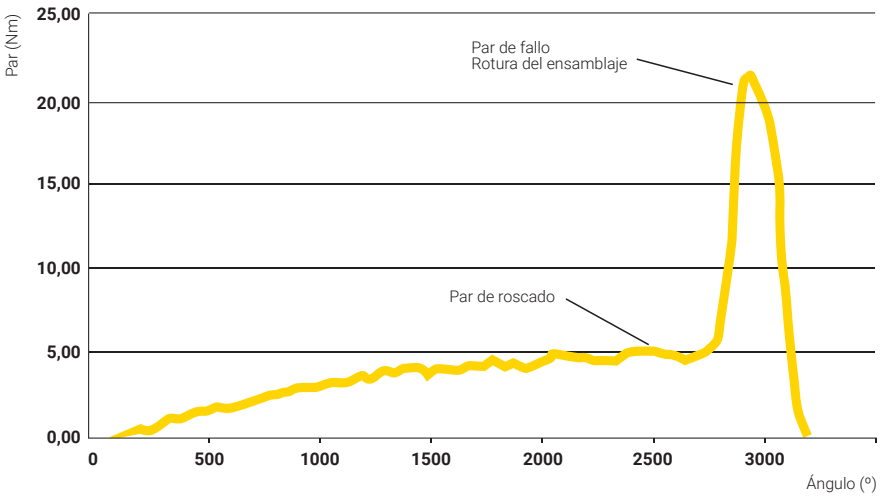


Fig.34. Los filetes formadores facilitan el alineamiento axial en el agujero y el roscado.

3. Curva de roscado

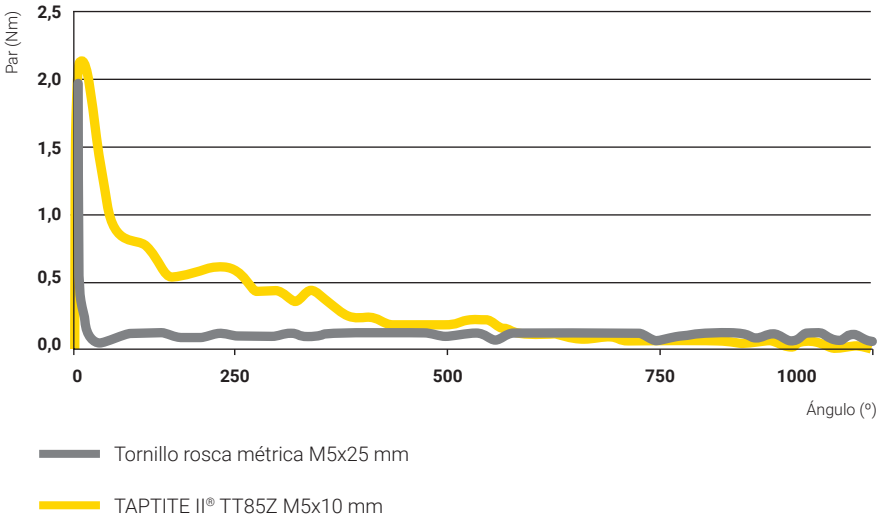
La gráfica muestra la curva típica de roscado ángulo / par de un tornillo TAPTITE II® sobre agujero ciego en una pieza de aluminio. La forma TRILOBULAR® de la rosca ofrece un amplio rango de seguridad en el atornillado debido al gran margen existente entre el par mínimo de roscado y el elevado par de fallo.

El par de apriete a aplicar depende del par de rotura del tornillo, coeficiente de fricción, dimensionamiento del agujero, longitud de engarce y la estabilidad del atornillador. El par de apriete se determina a partir de la curva de roscado resultante de los ensayos en el laboratorio.



TAPTITE II® M6 x 20; agujero Ø5,5 mm, longitud de engarce 12 mm.

La siguiente gráfica muestra la resistencia al aflojado de un tornillo TAPTITE II® M5x10 respecto a un tornillo métrico M5x25. El Par de apriete aplicado es de 4,5 Nm. Para el caso del TAPTITE II® es necesario aplicar un par de desapriete de 2,15 Nm, mientras que para aflojar un tornillo métrico es suficiente con 1 Nm, con una pérdida súbita de par.

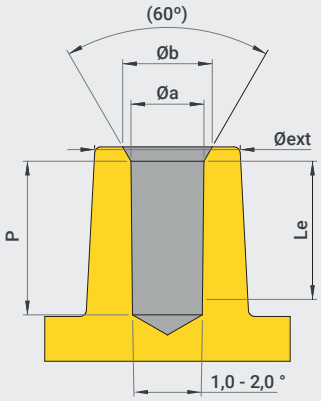


4. Dimensionamiento de agujeros en piezas de inyección de aluminio

En la tabla se indican las dimensiones recomendadas para el ensamblaje sobre piezas de inyección de aluminio. Los valores indicados en las tablas se sugieren como referencia y recomendamos confirmar con los respectivos ensayos.

Tabla 1. Piezas de inyección con agujeros inyectados

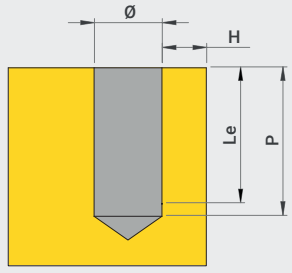
d	Øa	Tolerancia +	Tolerancia -	Øext mín	Øb	Le	P
M2	1,87	0,03	0,04	3,4	2,6	3,4	4,6
M2,5	2,35	0,03	0,04	4,2	3,2	4,3	5,6
M3	2,84	0,03	0,05	5,0	3,9	5,1	6,8
M3,5	3,30	0,03	0,05	5,8	4,5	5,9	7,8
M4	3,77	0,03	0,05	6,7	5,2	6,8	8,8
M5	4,74	0,03	0,05	8,3	6,5	8,5	11
M6	5,67	0,04	0,06	10	7,7	10,2	13
M7	6,67	0,04	0,07	11,6	9,1	11,9	15
M8	7,59	0,05	0,08	13,3	10,4	13,6	17
M10	9,51	0,05	0,10	16,6	13,0	17,0	21,5



P = Profundidad mínima
Le = Longitud de engarce

Tabla 2. Piezas de inyección con agujeros taladrados

d	Ø	Tolerancia +	Tolerancia -	H mín.	Le	P
M2	1,82	0,03	0,04	1,0	4,0	4,6
M2,5	2,29	0,03	0,04	1,2	5,0	5,6
M3	2,77	0,03	0,05	1,3	6,0	6,8
M3,5	3,23	0,03	0,05	1,6	7,0	7,8
M4	3,68	0,03	0,05	1,8	8,0	8,8
M5	4,64	0,03	0,05	2,1	10,0	11,0
M6	5,54	0,04	0,06	2,6	12,0	13,0
M7	6,54	0,04	0,07	2,6	14,0	15,0
M8	7,43	0,05	0,08	3,3	16,0	17,0
M10	9,32	0,05	0,1	3,9	20,0	21,5

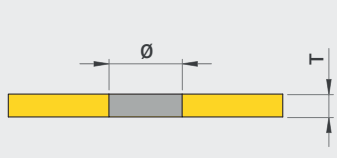


P = Profundidad mínima
Le = Longitud de engarce

5. Dimensionamiento de agujeros en chapa de acero

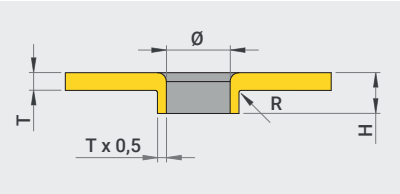
Grosor de chapa T	M2	M2,5	M3	M3,5	M4	M5	M6	M8
0,5 - 0,9	1,75	2,24	2,71	o	o	o	-	-
1,0 - 1,5	1,77	2,27	2,74	3,15	3,59	o	o	-
1,6 - 2,0	1,79	2,30	2,75	3,19	3,64	4,53	o	-
2,1 - 2,5	1,80	2,31	2,77	3,21	3,64	4,58	5,42	-
2,6 - 3,0	-	2.32	2,78	3,23	3,68	4,58	5,48	7,27
3,1 - 3,5	-	2,32	2,79	3,25	3,68	4,64	5,48	7,35
3,6 - 4,0	-	-	2,80	3,26	3,70	4,64	5,55	7,35
4,1 - 5,0	-	-	-	3,27	3,71	4,65	5,55	7,37
5,1 - 6,0	-	-	-	-	3,73	4,66	5,58	7,43
6,1 - 7,0	-	-	-	-	-	4,69	5,58	7,43
7,1 - 8,0	-	-	-	-	-	-	5,61	7,47
8,1 - 11,0	-	-	-	-	-	-	-	7,51

o Recomendamos el tornillo FASTITE® 2000™.



Tolerancias recomendadas:
+0,03 / -0,04 mm para agujeros < Ø2,0 mm
+0,03 / -0,05 mm para agujeros Ø2,0 - Ø5,0 mm
+0,04 / -0,06 mm para agujeros Ø5,1- Ø7,0 mm
+0,05 / -0,08 mm para agujeros > Ø7,0 mm

Dimensiones expresadas en mm.
Los valores indicados en las tablas se sugieren como referencia y recomendamos confirmar con los respectivos ensayos.



Tolerancias recomendadas:
+0,03 / -0,04 mm para agujeros < Ø2,0 mm
+0,03 / -0,05 mm para agujeros Ø2,0 - Ø5,0 mm
+0,04 / -0,06 mm para agujeros > Ø5,0 mm

Tolerancia para H: +0,40 mm

Dimensiones expresadas en mm.
Los valores indicados en las tablas se sugieren como referencia y recomendamos confirmar con los respectivos ensayos.

6. Dimensionamiento de agujeros extrusionados en chapa de acero

Tabla 1. Diámetro del agujero en chapa de acero con agujero rebordeado

Diámetro Tornillo	Grosor de la chapa (T)				
	0,50 – 0,69	0,70 – 0,99	1,00 – 1,49	1,50 – 2,49	2,50 – 3,00
M2,5	2,22	2,24	2,27	-	-
M3	2,7	2,72	2,76	2,82	-
M3,5	3,13	3,15	3,2	3,25	3,28
M4	3,55	3,57	3,6	3,64	3,68
M5	-	4,48	4,51	4,53	4,56
M6	-	-	5,38	5,42	5,46
M8	-	-	-	7,25	7,3

Tabla 2. Altura y radio de rebordeo en chapa de acero a partir de un diámetro de agujero determinado.

Ø	Grosor de la chapa (T)											
	0,50-0,90		0,91-1,35		1,36-1,99		2,00-2,39		2,40-2,75		2,76-3,00	
	H	R	H	R	H	R	H	R	H	R	H	R
2,06-2,54	1,00	0,13	1,00	0,13	1,00	0,15	1,10	0,25	–	–	–	–
2,57-3,30	1,20	0,13	1,20	0,13	1,20	0,15	1,30	0,25	1,40	0,25	–	–
3,33-3,81	1,30	0,13	1,30	0,13	1,30	0,15	1,50	0,25	1,60	0,25	1,80	0,33
3,84-4,57	–	–	1,50	0,13	1,55	0,15	1,80	0,25	1,90	0,25	2,20	0,33
5,60-5,59	–	–	1,80	0,13	1,80	0,15	2,30	0,25	2,40	0,25	2,60	0,33
5,61-6,60	–	–	–	–	1,90	0,15	2,50	0,25	2,70	0,25	3,05	0,33
6,63-7,62	–	–	–	–	2,10	0,15	2,95	0,25	3,20	0,25	3,60	0,33

En el ensamblaje de chapas de poco espesor se recomienda utilizar tornillos FASTITE® 2000™ o bien realizar agujeros extrusionados para aumentar la longitud de engarce. En este último caso, la longitud de la tuerca formada es casi el doble del espesor de la chapa con el objetivo de asegurar la resistencia al pasado de rosca y al aflojado por vibración.

Fig.35. Ensamblaje de los componentes de la vávula de gas.

7. Aplicaciones

Los tornillos TAPTITE II® ofrecen una reducción de costes y mejora de las propiedades mecánicas del ensamblaje en:

- Aplicaciones sobre piezas de acero con agujeros taladrados, punzonados o extrusionados.
- Aplicaciones sobre aleaciones ligeras.
- Aplicaciones sometidas a vibraciones o diferenciales térmicos.
- Aplicaciones libres de contaminación por virutas de roscado.

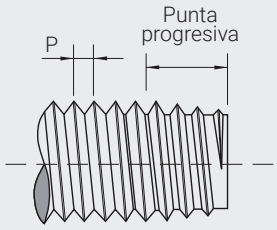
Ejemplos:
Componentes de automoción.
Material eléctrico.
Pequeño electrodoméstico.
Cerraduras.

8. Ficha técnica

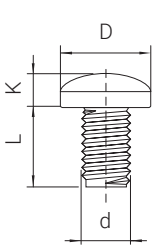
El diseño de los tornillos TAPTITE II® se adapta a las necesidades específicas de cada aplicación, permitiendo diferentes diseños de cabeza, impronta, material, dureza y recubrimiento.

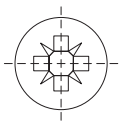
Los tornillos TAPTITE II® incorporan un lubricante especial para la reducir la fricción durante la formación de la rosca. Para asegurar la calidad del tornillo aplicamos el tratamiento de deshidrogenado para reducir el riesgo de la fragilización por hidrogenación (más información en pág. 124).

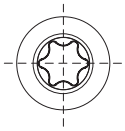
En la tabla se indican las dimensiones de la rosca y diseños de cabeza bajo el estándar de fabricación de CELO. Para diferentes diseños de cabeza, impronta o recubrimiento, por consulte con nuestro departamento comercial.

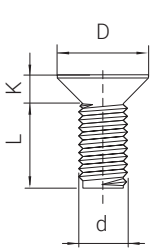


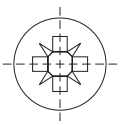
2-3 Filetes formadores

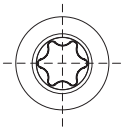


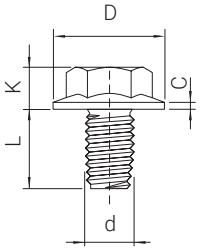

Ref. TT85Z

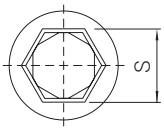

Ref. TT85T



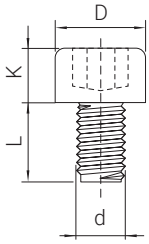

Ref. TT65Z

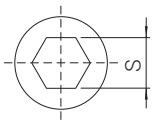

Ref. TT65T





Ref. TT78





Ref. TT12

d	P Paso	Punta progresiva	D máx.	K máx.	Torx®	Pozi	D máx.	K Ref.	Torx®	Pozi	D máx.	K máx.	C	S	D máx.	K máx.	S
M2	0,4	1,00	4,0	1,6	T6*	Z1	3,8	1,2	T6*	Z1	-	-	-	-	-	-	-
M2,5	0,45	1,13	5,0	2,0	T8	Z1	4,7	1,5	T8	Z1	-	-	-	-	-	-	-
M3	0,5	1,25	6,0	2,4	T10	Z1	5,6	1,65	T10	Z1	-	-	-	-	-	-	-
M3,5	0,6	1,50	7,0	2,7	T15	Z2	6,5	1,93	T15	Z2	-	-	-	-	-	-	-
M4	0,7	1,75	8,0	3,1	T20	Z2	7,5	2,2	T20	Z2	9,0	3,5	0,72	7,0	7,0	4,0	3,0
M5	0,8	2,00	10,0	3,8	T25	Z2	9,2	2,5	T25	Z2	11,0	4,5	0,82	8,0	8,5	5,0	4,0
M6	1	2,50	12,0	4,6	T30	Z3	11,0	3,0	T30	Z3	13,5	5,3	1,02	10,0	10,0	6,0	5,0
M8	1,25	3,13	16,0	6,0	T40	Z3	-	-	-	-	17,0	7,0	1,12	13,0	-	-	-

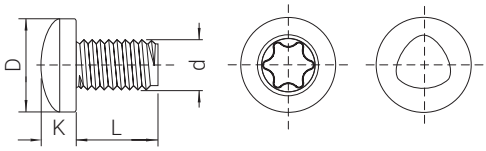
* Se recomienda la utilización de impronta TORX Plus® . Dimensiones expresadas en mm. Salvo indicación expresa, los valores indicados son nominales.

Tratamiento térmico	Dureza (HV)		Par mínimo de Rotura (Nm)							
	Superficie	Núcleo	M2	M2.5	M3	M3.5	M4	M5	M6	M8
Carbonitrurado	Mín. 446	286 -372	0,60	1,2	2,2	3,4	5,0	10,0	17,0	41,0
CORFLEX®-'N'	Mín. 336	327-382	0,45	1,0	1,9	3,0	4,4	9,3	16,0	40,0

Tolerancia para longitud nominal L (mm)	
≤ 3	± 0,2
3 < L ≤10	± 0,3
10 < L ≤ 16	± 0,4
16 < L ≤ 50	± 0,5
> 50	± 1,0

TT85T

TAPTITE II®



- **Cabeza alomada**
- **Impronta TORX®**
- **Cincado Cr (III) 5µm + Lubricado + Deshidrogenado**

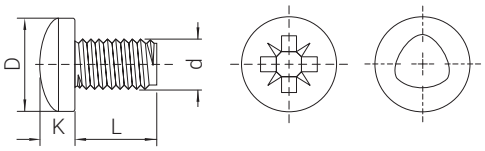
d mm	M2	M2,5	M3	(M3,5)	M4	M5	M6
D mm	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	10,0	12,0
K mm	1,6	2,0	2,4	2,7	3,1	3,8	4,6
TORX®	T6	T8	T10	T15	T20	T25	T30

L mm	**Ø2,0**	**Ø2,5**	**Ø3,0**	**Ø3,5**	**Ø4,0**	**Ø5,0**	**Ø6,0**
5	○	○	○	○	○	–	–
6	○	○	●	○	●	–	–
7	○	○	●*	○	○	○	–
8	○	○	●	○	●	○	○
10	○	○	●	○	●	●	●
12	–	○	●	○	●	○	●
16	–	–	●	○	●	○	●
18	–	–	○	○	○	○	○
20	–	–	○	○	●	○	●
25	–	–	–	○	●	○	●
30	–	–	–	–	○	○	○
35	–	–	–	–	○	○	○
40	–	–	–	–	○	○	○
50	–	–	–	–	–	–	○

● Producto diponible en stock. ○ Producto disponible bajo pedido. Más información acerca de las condiciones de envasado en la página 130.
* Disponible hasta eliminar existencias. Para otros recubrimientos, dimensiones de rosca y diseños de cabeza, consulte con nuestro departamento comercial.

TT85Z

TAPTITE II®



- **Cabeza alomada**
- **Impronta POZI**
- **Cincado Cr (III) 5µm + Lubricado + Deshidrogenado**

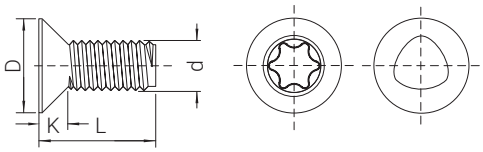
d mm	M2	M2,5	M3	(M3,5)	M4	M5	M6
D mm	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	10,0	12,0
K mm	1,6	2,0	2,4	2,7	3,1	3,8	4,6
POZI	Z1	Z1	Z1	Z2	Z2	Z2	Z3

L mm	**Ø2**	**Ø2,5**	**Ø3,0**	**Ø3,5**	**Ø4,0**	**Ø5,0**	**Ø6,0**
5	○	○	○	○	○	–	–
6	○	○	●	○	●	○	–
7	○	○	○	○	○	○	–
8	○	○	●	○	●	●	○
10	○	○	●	○	●	●	○
12	–	○	●	●	●	●	○
16	–	–	●	○	●	●	○
18	–	–	○	○	●	○	○
20	–	–	○	○	●*	○	○
25	–	–	–	○	○	○	○
30	–	–	–	–	○	○	○
35	–	–	–	–	○	○	○
40	–	–	–	–	○	○	○
50	–	–	–	–	–	–	○

● Producto diponible en stock. ○ Producto disponible bajo pedido. Más información acerca de las condiciones de envasado en la página 130.
Para otros recubrimientos, dimensiones de rosca y diseños de cabeza, consulte con nuestro departamento comercial.

TT65T

TAPTITE II®



- **Cabeza avellanada**
- **Impronta TORX®**
- **Cincado Cr (III) 5µm + Lubricado + Deshidrogenado**

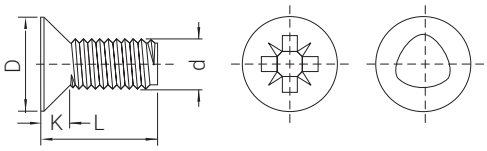
d mm	M2	M2,5	M3	(M3,5)	M4	M5	M6
D mm	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	10,0	12,0
K mm	1,6	2,0	2,4	2,7	3,1	3,8	4,6
TORX®	T1	T8	T10	T15	T20	T25	T30

L mm	Ø2	Ø2,5	Ø3	Ø3,5	Ø4	Ø5	Ø6
5	○	○	○	○	○	–	–
6	○	○	●	○	○	–	–
7	○	○	○	○	○	○	–
8	○	○	●	○	○	○	–
10	○	○	○	○	●	○	●
12	–	○	●	○	○	○	○
16	–	–	○	○	○	○	●
18	–	–	○	○	○	○	○
20	–	–	○	○	○	○	○
25	–	–	–	○	○	○	○
30	–	–	–	–	○	○	○
35	–	–	–	–	○	○	○
40	–	–	–	–	○	○	○

● Producto diponible en stock. ○ Producto disponible bajo pedido. Más información acerca de las condiciones de envasado en la página 130.
Para otros recubrimientos, dimensiones de rosca y diseños de cabeza, consulte con nuestro departamento comercial

TT65Z

TAPTITE II®



- **Cabeza avellanada**
- **Impronta POZI**
- **Cincado Cr (III) 5µm + Lubricado + Deshidrogenado**

d mm	M2	M2,5	M3	(M3,5)	M4	M5	M6
D mm	3,8	4,7	5,6	6,5	7,5	9,2	11,0
K mm	1,2	1,5	1,65	1,93	2,2	2,5	3,0
POZI	Z1	Z1	Z1	Z2	Z2	Z2	Z3

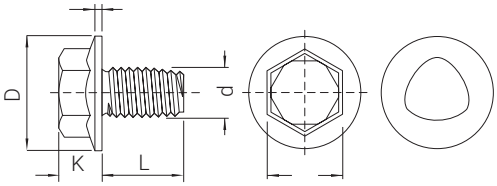
L mm	Ø2,0	Ø2,5	Ø3,0	Ø3,5	Ø4,0	Ø5,0	Ø6,0
5	○	○	○	–	–	–	–
6	○	○	○	○	○	–	–
7	○	○	○	○	○	○	–
8	○	○	●	○	●	○	○
10	○	○	○	○	●	○	○
12	–	○	○	○	●	○	○
16	–	–	○	○	●	○	○
18	–	–	○	○	○	○	○
20	–	–	○	○	○	○	○
25	–	–	–	○	○	○	○
30	–	–	–	–	○	○	○
35	–	–	–	–	○	○	○
40	–	–	–	–	○	○	○

● Producto diponible en stock. ○ Producto disponible bajo pedido. Más información acerca de las condiciones de envasado en la página 130.
Para otros recubrimientos, dimensiones de rosca y diseños de cabeza, consulte con nuestro departamento comercial

TT78

TAPTITE II®

- **Cabeza hexagonal con arandela**
- **Cincado Cr (III) 5µm + Lubricado + Deshidrogenado**



d mm	M4	M5	M6	M8
D mm	9,0	11,0	13,5	17,0
K mm	3,5	4,5	5,3	7,0
C mm	0,72	0,82	1,02	1,12
S mm	7,0	8,0	10,0	13,0

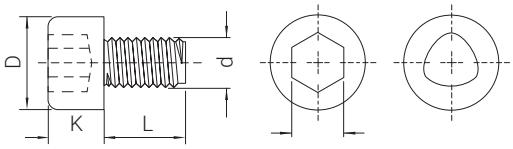
L mm	Ø4,0	Ø5,0	Ø6,0	Ø8,0
6	○	○	○	○
7	○	○	○	○
8	●	○	○	○
10	●	●	○	○
12	○	●	●	○
16	–	–	●	○
18	–	–	○	○
20	–	–	○	○
25	–	–	–	○
30	–	–	–	–
35	–	–	–	–
40	–	–	–	–
50	–	–	–	–

● Producto diponible en stock. ○ Producto disponible bajo pedido. Más información acerca de las condiciones de envasado en la página 130.
Para otros recubrimientos, dimensiones de rosca y diseños de cabeza, consulte con nuestro departamento comercial.

TT12

TAPTITE II®

- **Cabeza cilíndrica**
- **Impronta Allen**
- **Cincado Cr (III) 5µm + Lubricado + Deshidrogenado**



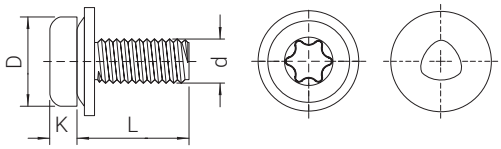
d mm	M4	M5	M6
D mm	7,0	8,5	10,0
K mm	4,0	5,0	6,0
S mm	3,0	4,0	5,0

L mm	Ø4,0	Ø5,0	Ø6,0
8	○	○	○
10	○	●	○
12	○	○	○
16	○	○	○
18	○	○	○
20	○	○	●
22	○	○	○
25	○	○	○
30	○	○	○
35	○	○	○
40	○	○	○

● Producto diponible en stock. ○ Producto disponible bajo pedido. Más información acerca de las condiciones de envasado en la página 130.
Para otros recubrimientos, dimensiones de rosca y diseños de cabeza, consulte con nuestro departamento comercial.

TT22T

TAPTITE II®

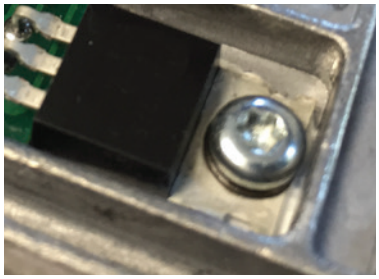


- **Cabeza alomada con arandela cónica**
- **Impronta TORX®**
- **Cincado Cr (III) 5µm + Lubricado + Deshidrogenado**

d mm	M3	M4	M5
D mm	6,0	8,0	10,0
K mm	2,4	3,1	3,8
TORX®	T10	T25	T25

L mm	**Ø3,0**	**Ø4,0**	**Ø5,0**
8	●	○	–
10	○	○	–
12	○	○	○

● Producto diponible en stock. ○ Producto disponible bajo pedido.
Para otros recubrimientos, dimensiones de rosca y diseños de cabeza, consulte con nuestro departamento comercial.



La arandela cónica ofrece las siguientes ventajas:

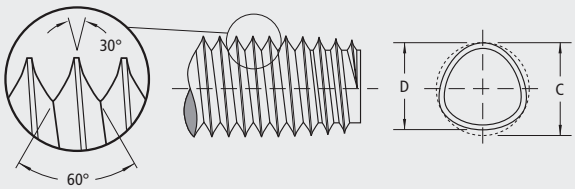
- **Aumenta la elasticidad** del sistema en aplicaciones sometidas a cargas axiales, compensando la pérdida de compresión por relajación térmica o dinámica.
- **Evita el deterioro** de la placa electrónica durante el montaje.

Para más información sobre dimensiones de las arandelas, por favor, consultar a nuestro departamento comercial.

POWERLOK®

La rosca TRILOBULAR® POWERLOK® está indicada para dar solución a los problemas de aflojado sobre agujeros roscados, especialmente en aplicaciones sometidas a vibraciones severas o ciclos de dilatación/ contracción.

El tornillo TRILOBULAR® POWERLOK® para el ensamblaje en agujeros roscados, es el único tornillo con concepto de bloqueo mecánico: el diseño de la rosca ejerce bloqueo mecánico en toda su longitud, independientemente de los materiales de la rosca y las temperaturas a las que está sometida la aplicación.



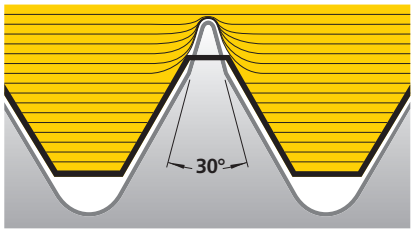


Fig.36. El Filete de 30º interfiere en la tuerca bloqueando la unión y eliminando la tolerancia de la tuerca.

Dureza POWERLOK®	
Núcleo	Superficie
327–382 HV	Mín. 336 HV

1. Características técnicas

- Hilo de rosca de ángulo doble (DUAL-ANGLE™):
  Filete de 30º superpuesto al estándar de 60º interfiere en la tuerca **bloqueando la unión** y eliminando la tolerancia existente entre el tornillo y la tuerca.

- Sección de rosca TRILOBULAR®.
  - **Reduce la fricción** durante la inserción del tornillo.
  - **Evita el aflojado por vibraciones** proporcionando una acción de bloqueo adicional.

- Tratamiento térmico neutro de acuerdo a la norma de fabricación POWERLOK®.

- En la última fase del proceso de fabricación se aplica un lubricante especial para facilitar la formación de la rosca.

- Debido al grado de dureza del tornillo, es necesario aplicar el tratamiento de deshidrogenado para reducir el riesgo de la fragilización por hidrogenación (pág. 124).

Para un correcto comportamiento del tornillo, éste debe tener una dureza superior a la dureza de la tuerca. Recomendamos consultar con nuestro departamento técnico la viabilidad del tornillo POWERLOK® para cada aplicación en particular.

2. Ventajas

- **Acción de bloqueo inmediata y continuada** en toda la longitud del tornillo POWERLOK® independiente de la tolerancia de la tuerca.
- **Excelente resistencia a la vibración**. El tornillo POWERLOK® elimina los problemas por aflojado en agujeros roscados y tuercas sin necesidad de elementos adicionales tales como tuercas autoblocantes y pastillas adhesivas.
- El efecto muelle del filete de 30° **mantiene la compresión de la unión.**
- **Reducción de costes** al eliminar la utilización de elementos de bloqueo adicionales.
- **Cumple los requerimientos de la normativa IFI 524** respecto a la resistencia al aflojado de tornillos.
- **Resistencia a temperaturas elevadas** sin alteración de la eficiencia en la acción de bloqueo.
- **Permite la reutilización** del tornillo manteniendo las propiedades de bloqueo.

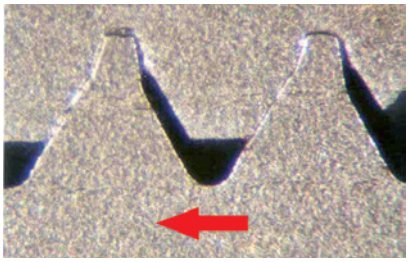


Fig.37. Efecto fuelle del filete de 30º que mantiene la comprensión de la unión.

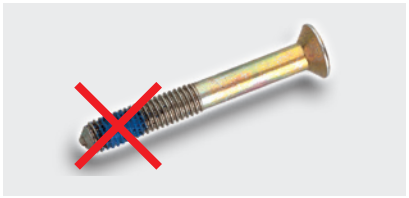


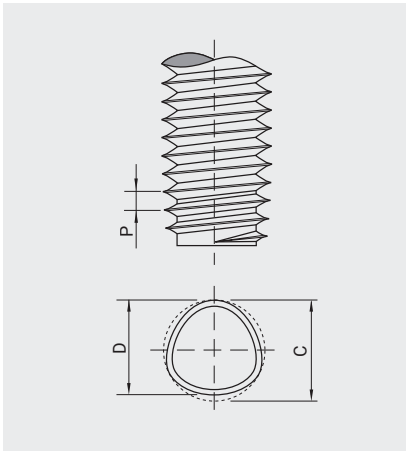
Fig.38. La pastilla adhesiva aplicada en la rosca pierde gran parte de sus propiedades blocantes y se deteriora cuando está sometida a altas temperaturas, disolventes o productos químicos. El tornillo no es reutilizable y el coste de aplicación es elevado.

3. Ficha técnica

El diseño de los tornillos POWERLOK® se adapta a las necesidades específicas de cada aplicación, permitiendo diferentes diseños de cabeza, impronta, material y recubrimiento.
Para más información, por favor consulte con nuestro departamento comercial.

d	Paso P	Par de rotura mín. (Nm)	C	D
M3	0,50	1,90	3,18	3,08
M3,5	0,60	3,00	3,69	3,57
M4	0,70	4,40	4,22	4,08
M5	0,80	9,30	5,26	5,10
M6	1,00	16,00	6,30	6,10

Dimensiones expresadas en mm. Los valores indicados son nominales. Para tolerancias y otros datos consultar con nuestro departamento técnico.



Tolerancia para longitud nominal L (mm)	
≤ 3	± 0,2
3 < L ≤10	± 0,3
10 < L ≤ 16	± 0,4
16 < L ≤ 50	± 0,5
> 50	± 1,0

4. Aplicaciones

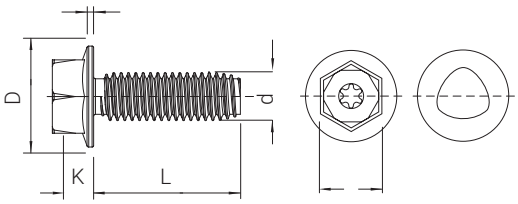
Ensamblaje de componentes sometidos a condiciones severas de vibración o ciclos de expansión/contracción en agujeros roscados.

Reducción de costes y mejora técnica con la substitución de pastillas adhesivas en tornillos métricos y la substitución de tuercas autoblocantes.

Ejemplos:
Componentes de automoción
Electrodomésticos
Motores y equipos industriales

PL78T

POWERLOK®



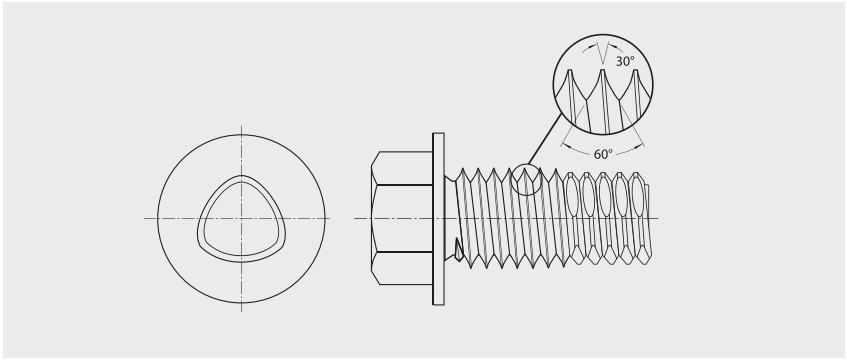
- **Cabeza hexagonal con arandela**
- **Impronta TORX®**
- **Cincado Cr (III) 10µm + Sellante + Lubricado + Deshidrogenado**

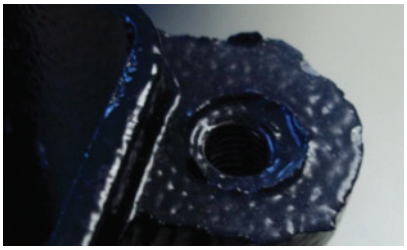
d mm	M5	M6
D mm	11	13,5
K mm	4,5	5,3
C mm	0,82	1,02
S mm	8	10
TORX®	**T20**	**T25**
L mm	Ø5	Ø6
16	○	●
20	●	●

● Producto diponible en stock. ○ Producto disponible bajo pedido. Más información acerca de las condiciones de envasado en la página 130.
Para otros recubrimientos, dimensiones de rosca y diseños de cabeza, consulte con nuestro departamento comercial.

KLEERTITE®- KLEERLOK®

En las aplicaciones donde la rosca presenta contaminación por pintura, soldadura, esmalte u otro material, la punta del tornillo KLEERTITE® permite un montaje sin bloqueo. La geometría de la punta KLEERTITE® está diseñada para arrancar el material contaminante y facilitar la instalación del tornillo. Los tornillos KLEERLOK® combinan la acción blocante de la rosca POWERLOK® con la acción limpiante de la punta KLEERTITE®.





La configuración de la punta **KLEERLOK®** ayuda a la rosca POWERLOK® a limpiar con seguridad agujeros contaminados, manteniendo el par de roscado dentro de valores ergonómicamente aceptables.

Aplicaciones para tornillos KLEERLOK®:

Los tornillos con punta KLEERLOK® suelen utilitzarse en el ensamblaje de sartenes, piezas de aluminio anodizado, estanterías metálicas pintadas.

Se trata de un tornillo de fabricación especial. Para más información, por favor, póngase en contacto con nuestro departamento comercial.

REMFORM® II™ "F"

El tornillo autorroscante REMFORM® II™ "F" (Fine Thread) está especialmente diseñado para el ensamblaje directo sobre piezas de inyección de magnesio o aluminio, perfiles de aluminio, aluminio extrusionado, plásticos altamente reforzados y otros materiales con baja ductilidad.

La rosca REMFORM® II™ "F" tiene la misma configuración de filete asimétrico que REMFORM® II™ "HS" pero un paso de rosca reducido.

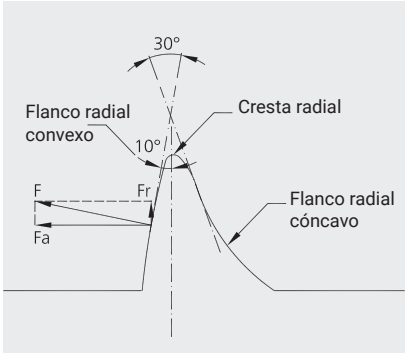
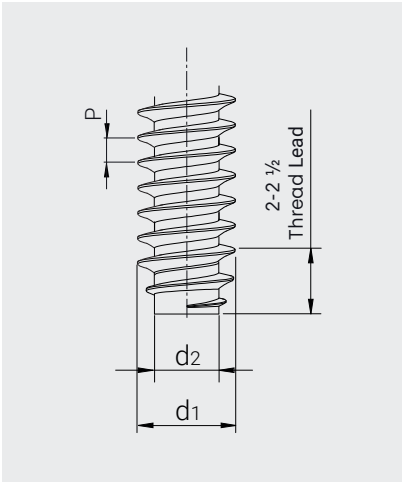


Fig.39. Asymmetric thread design of REMFORM® II™ "F". Trailing Pressure Flank minimizes radial stress (Fr) during threading and optimizes pull-out resistance.



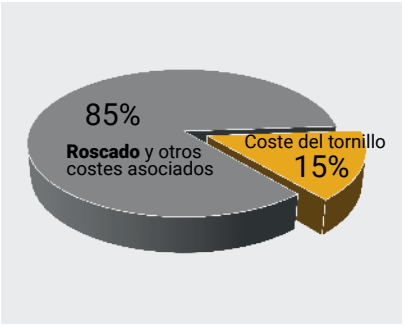
1. Características

- El filete asimétrico minimiza la interferencia durante la formación de la rosca y facilita el desplazamiento del material entre los filetes de la rosca, requiriendo el mínimo de energía durante el proceso de roscado.
- El paso de la rosca está perfectamente adaptado a las propiedades de los materiales de baja ductilidad, confiere una mayor área de cizalla y, por lo tanto, una **mayor resistencia al arranque y al pasado de rosca.**
- En las aplicaciones sobre magnesio, el diámetro del agujero puede tener una amplia dispersión como consecuencia del proceso de inyección. El diseño del tornillo REMFORM® II™ "F" permite absorber esta variabilidad, **asegurando la formación de rosca en agujeros con una amplia tolerancia de diámetro.**
- Los filetes guía de la punta del tornillo **facilitan el posicionado en el agujero, evitando el bloqueo** del mismo.
- El magnesio se encuentra en la parte más baja de la serie galvánica, por lo tanto, en contacto con otros metales, se acelera la corrosión del mismo debido a la diferencia de potencial de los materiales. En determinadas aplicaciones es preciso utilizar tornillos con un **recubrimiento especial para minimizar el riesgo de corrosión galvánica del magnesio.** Para más información, por favor consulte con nuestro departamento técnico.

2. Ventajas

- El diámetro optimizado del núcleo proporciona **mayor resistencia a la torsión** y permite un par de apriete más elevado.
- La resistencia a la tracción superior a 1.000 N/mm^2 y el paso de rosca reducido confiere una **elevada resistencia al arranque.**
- **Alta resistencia al pasado de rosca.**
- El perfecto alineamiento del tornillo en el agujero **evita el bloqueo y facilita la formación de rosca.**
- El bajo par de roscado y alto par de fallo ofrecen un **mayor margen de seguridad durante el montaje.**

3. Reducción de costes



El tornillo representa aproximadamente el 15% del coste total de ensamblaje. La mayor parte de los costes se atribuyen a las operaciones de roscado, limpieza de aceites y virutas, incorporación de elementos adicionales para evitar el bloqueo de rosca y el aflojado por vibración, paros de linea, reparaciones, scrap...

En el ensamblaje sobre piezas de magnesio, el tornillo REMFORM® II™ “F” ofrece importantes oportunidades para el ahorro de costes:

- El diseño del filete asegura la formación de rosca en agujeros con variabilidad de diámetro, evitando el bloqueo del tornillo y el pasado de rosca.
- La punta progresiva asegura el alineamiento del tornillo en el agujero, evita el bloqueo y facilita el roscado en agujeros con variabilidad de diámetro.
- Evita el roscado previo del agujero y las operaciones asociadas al mismo: taladro, roscado, limpieza y verificación del agujero.

Estas ventajas permiten su utilización en lineas de montaje automatizadas y aumentar la productividad por ausencia de paros de linea y reajustes.

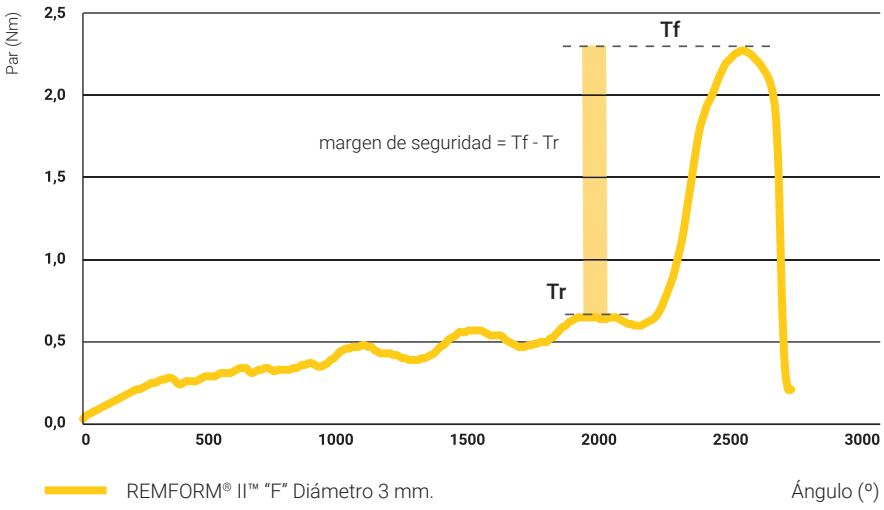
En el ensamblaje sobre piezas de extrusión de aluminio, el tornillo REMFORM® II™ “F” también ofrece importantes oportunidades para la reducción de costes:

- El filete de 30º minimiza la tensión radial y permite el diseño de torretas con espesor de pared reducido. Asimismo asegura la estabilidad en agujeros abiertos tipo gusanillo, evitando que se abran durante la inserción del tornillo.
- La punta progresiva asegura el perfecto alineamiento en el agujero y evita que se escape la punta en agujeros abiertos.

4. Curva de roscado

La diferencia entre el par de roscado (Tr) y el par de fallo (Tf) garantiza una ensamblaje más seguro y una mayor estabilidad durante la instalación del tornillo REMFORM® II™ "F".

Pieza de magnesio, agujero de Ø 2,7mm; engarce 6 mm.

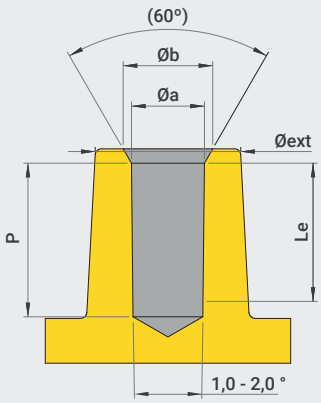


REMFORM® II™ "F" Par Mínimo de Rotura	
d (mm)	**Par (Nm)**
2,5	0,92
3,0	1,56
3,5	2,45
4,0	3,51
5,0	6,97
6,0	12,6
8,0	31,8

El par de apriete se determina a partir de la curva de roscado resultante de los ensayos de laboratorio.

5. Dimensionamiento de agujeros para piezas de inyección

Para ensamblajes sobre magnesio y aluminio se utilizarán las recomendaciones indicadas en las siguientes tablas:

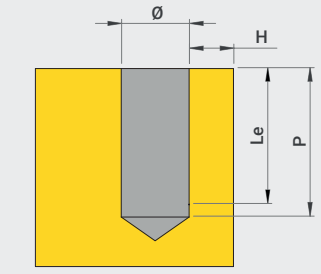


P = Profundidad mínima
Le = Longitud de engarce

Tabla 1. Piezas de inyección con agujeros inyectados

Ensamblajes sobre magnesio						
Diámetro tornillo	**Øa**	**Tolerancia**	**Øext mín.**	**Øb**	**Le**	**P**
2,0	1,87	±0,04	3,80	2,70	5,00	5,70
2,5	2,32	±0,04	4,50	3,20	6,25	7,00
3,0	2,78	±0,04	5,30	3,90	7,50	8,25
3,5	3,22	±0,04	6,10	4,50	8,75	9,50
4,0	3,68	±0,04	7,00	5,20	10,00	10,75
5,0	4,61	±0,04	8,90	6,50	12,50	13,25

Ensamblajes sobre aluminio						
Diámetro tornillo	**Øa**	**Tolerancia**	**Øext mín.**	**Øb**	**Le**	**P**
2,0	1,89	±0,04	3,80	2,70	5,00	5,70
2,5	2,36	±0,04	4,50	3,20	6,25	7,00
3,0	2,88	±0,04	5,30	3,90	7,50	8,25
3,5	3,35	±0,04	6,10	4,50	8,75	9,50
4,0	3,87	±0,04	7,00	5,20	10,00	10,75
5,0	4,87	±0,04	8,90	6,50	12,50	13,25



P = Profundidad mínima
Le = Longitud de engarce

Tabla 2. Piezas de inyección con agujeros taladrados

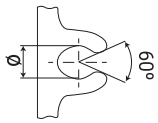
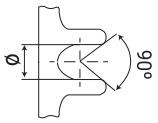
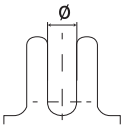
Ensamblajes sobre magnesio					
Diámetro tornillo	**Ø**	**Tolerancia**	**H mín.**	**Le**	**P**
2,0	1,78	±0,04	1,4	5,00	5,70
2,5	2,22	±0,04	1,8	6,25	7,00
3,0	2,66	±0,04	2,2	7,50	8,25
3,5	3,09	±0,04	2,6	8,75	9,50
4,0	3,53	±0,04	2,9	10,00	10,75
5,0	4,45	±0,04	3,6	12,50	13,25

Ensamblajes sobre aluminio					
Diámetro tornillo	**Ø**	**Tolerancia**	**H mín.**	**Le**	**P**
2,0	1,80	±0,04	1,4	5,00	5,70
2,5	2,25	±0,04	1,8	6,25	7,00
3,0	2,75	±0,04	2,2	7,50	8,25
3,5	3,20	±0,04	2,6	8,75	9,50
4,0	3,70	±0,04	2,9	10,00	10,75
5,0	4,65	±0,04	3,6	12,50	13,25

Dimensiones expresadas en mm. Los valores indicados en las tablas se sugieren como referencia y recomendamos confirmar con los respectivos ensayos.

6. Dimensionamiento de agujeros para perfiles de aluminio

Para ensamblajes sobre perfiles de aluminio se utilizarán las recomendaciones indicadas en la siguiente tabla.

		apertura 60º		apertura 90º		apertura en U	
							
Díametro Tornillo	**tolerancia Ø**	**Ø mm**	**L mm**	**Ø mm**	**L mm**	**Ø mm**	**L mm**
2,5	±0,04	2,3	3 - 5	2,3	3 - 5	2,2	3 - 5
3	±0,04	2,75	4 - 6	2,75	4 - 6	2,65	4 - 6
3,5	±0,04	3,2	5 - 7	3,2	5 - 7	3,1	5 - 7
4	±0,05	3,65	6 - 8	3,6	6 - 8	3,55	6 - 8
5	±0,05	4,65	7 - 10	4,6	7 - 10	4,4	7 - 10
6	±0,07	5,55	9 - 12	5,5	9 -12	5,3	9 - 12
8	±0,10	7,45	12 - 16	7,4	12 - 16	7,1	12 - 16

Dimensiones expresadas en mm. Estos datos son orientativos. Aconsejamos realizar pruebas previas con las medidas recomendadas.
L = Longitud de engarce.

7. Aplicaciones

Los tornillos REMFORM® II™ "F" se recomiendan especialmente para el ensamblaje de:

- Piezas de inyección de Magnesio y aluminio con agujeros inyectados o taladrados.
- Perfiles de aluminio extruido con agujeros abiertos.

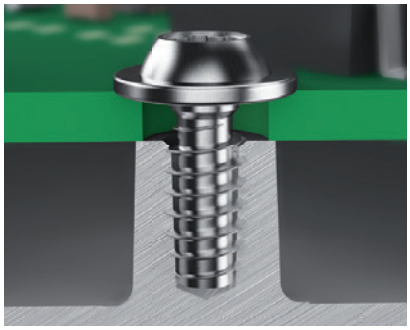


Fig.40. Pieza de magnesio inyectado.

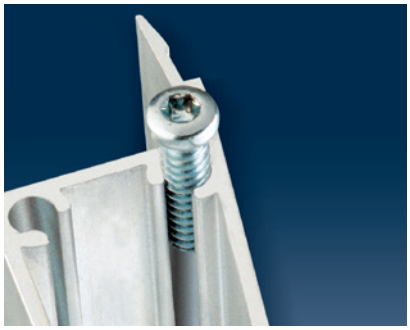
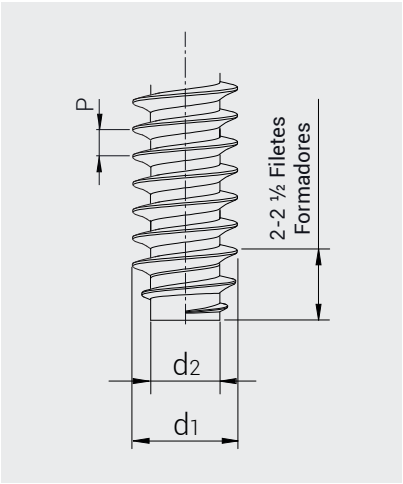


Fig.41. Perfil de aluminio con agujero abierto tipo gusanillo.



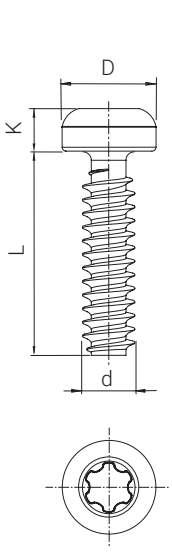
8. Ficha técnica

El diseño de los tornillos REMFORM® II™ "F" se adapta a las necesidades específicas de cada aplicación, permitiendo diferentes diseños de cabeza, impronta, material y recubrimiento.

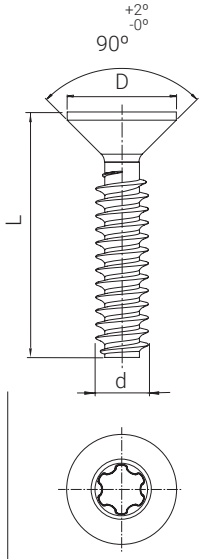
Para asegurar la calidad del tornillo aplicamos el tratamiento de deshidrogenado para reducir el riesgo de la fragilización por hidrogenación (más información en pág. 124).

En la tabla se indican las dimensiones de la rosca y diseños de cabeza bajo el estándar de fabricación de CELO. Para diferentes diseños de cabeza, impronta o recubrimiento, por consulte con nuestro departamento comercial.

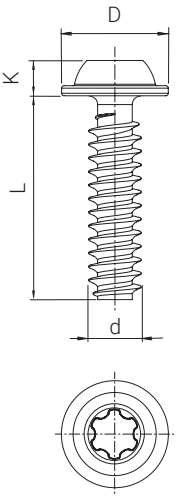
Valor nominal (mm)	Tolerancias h14	h15
Hasta 3	0 -0,25	0 -0,40
De 3 hasta 6	0 -0,30	0 -0,48
De 6 hasta 10	0 -0,36	0 -0,58
De 10 hasta 18	0 -0,43	0 -0,70



Ref. F282PA



Ref. F282PA



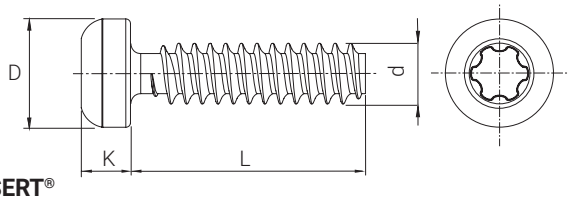
Ref. F287PA

d	d1	d2 mín.	P	Par de rotura mín. (Nm)	D h14	K h14	TORX Plus® AUTOSERT®	D h14	TORX Plus® AUTOSERT®	D h15	K h14	TORX Plus® AUTOSERT®
1.8	1,8	1,22	0,55	0,32	3,20	1,50	6 IP			4,20	1,40	6 IP
2.0	2,0 +0,10	1,33	0,60	0,48	3,40	1,60	6 IP	4,00	6 IP	4,30	1,50	6 IP
2.5	2,5 +0,10	1,68	0,70	0,92	4,30	2,10	8 IP	5,00	8 IP	5,30	2,10	8 IP
3.0	3,0 +0,10	2,02	0,80	1,56	5,30	2,30	10 IP	6,00	10 IP	6,30	2,20	10 IP
3.5	3,5 +0,10	2,37	0,95	2,45	6,20	2,60	15 IP	7,00	15 IP	7,30	2,60	15 IP
4.0	4,0 +0,10	2,71	1,05	3,51	7,00	3,10	20 IP	8,00	20 IP	8,30	2,90	20 IP
5.0	5,0 +0,15	3,40	1,25	6,97	9,00	3,60	25 IP	10,00	25 IP	10,50	3,60	25 IP
6.0	6,0 +0,15	4,09	1,40	12,60	10,80	4,20	30 IP	12,00	30 IP	12,50	4,00	30 IP
8.0	8,0 +0,15	5,46	1,75	31,80	14,00	4,80	40 IP			17,00	5,00	40 IP

Dimensiones expresadas en mm.

F281PA

REMFORM® II™ "F"



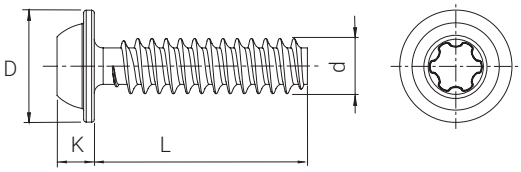
- **Cabeza alomada**
- **Impronta TORX Plus® AUTOSERT®**
- **Cincado Cr (III) 8 µm + Sellante + Deshidrogenado (144h NSS)**

d mm	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0
D mm	5,30	6,20	7,00	9,00	10,60
K mm	2,30	2,60	3,10	3,60	4,20
TORX Plus® AUTOSERT®	10 IP	15 IP	20 IP	25 IP	30 IP

L mm	**Ø3,0**	**Ø3,5**	**Ø4,0**	**Ø5,0**	**Ø6,0**
6	○	○	○	–	–
7	○	○	○	○	–
8	●	○	○	○	○
10	●	●	●	○	○
12	○	○	●	○	○
16	○	○	○	○	○
18	○	○	○	○	○
20	●	○	○	●	○
25	–	○	○	○	○
30	–	–	○	○	○
35	–	–	○	○	○
40	–	–	○	○	○
50	–	–	–	–	○

F287PA

REMFORM® II™ "F"

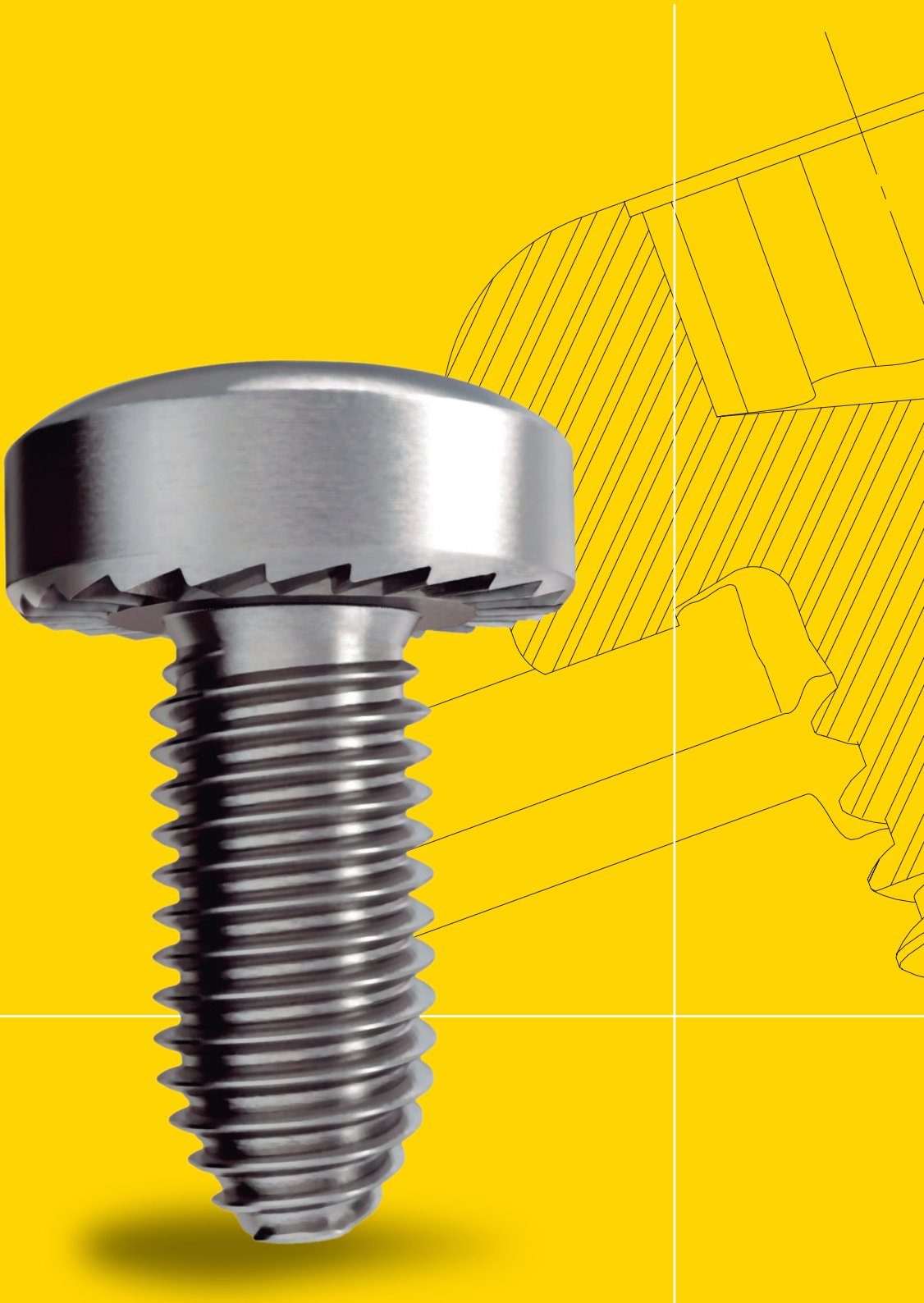


- **Cabeza alomada con arandela**
- **Impronta TORX Plus® AUTOSERT®**
- **Cincado Cr (III) 8 µm + Sellante + Deshidrogenado (144h NSS)**

d mm	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0
D mm	4,30	5,30	6,30	7,30	8,30	10,50	12,50
K mm	1,50	2,10	2,20	2,60	2,90	3,60	4,00
TORX Plus® AUTOSERT®	6 IP	8 IP	10 IP	15 IP	20 IP	25 IP	30 IP

L mm	**Ø2,0**	**Ø2,5**	**Ø3,0**	**Ø3,5**	**Ø4,0**	**Ø5,0**	**Ø6,0**
6	●	○	●	–	–	–	–
8	●	●	●	○	○	–	–
10	●	●	●	●	●	○	–
12	○	○	●	○	○	○	○
13	○	○	○	○	○	○	○
14	○	○	●	○	○	○	○
15	○	○	○	○	○	○	○
16	–	○	○	○	○	○	○
18	–	○	○	○	○	○	○
20	–	○	○	○	○	○	○
22	–	○	○	○	○	○	○
25	–	○	○	○	○	○	○
30	–	–	–	○	○	○	○
35	–	–	–	○	○	○	○
38	–	–	–	○	○	○	○
40	–	–	–	○	○	○	○
50	–	–	–	○	○	○	○

● Producto diponible en stock. ○ Producto disponible bajo pedido. Más información acerca de las condiciones de envasado en la página 130.
Para otros recubrimientos, dimensiones de rosca y diseños de cabeza, consulte con nuestro departamento comercial.



Tornillos para chapa fina

FASTITE® 2000™

Los tornillos rosca TRILOBULAR® FASTITE® 2000™ han sido especialmente desarrollados para el ensamblaje de chapa finas de acero y aluminio (grosor hasta 1/3 del diámetro nominal del tornillo), garantizando la compresión de la unión sin riesgo de pasado de rosca.

Los tornillos FASTITE® 2000™ proporcionan una elevada resistencia al arranque y al aflojado por vibración y excelentes oportunidades para el ahorro de costes si los comparamos con otras soluciones de ensamblaje.

1. Características técnicas

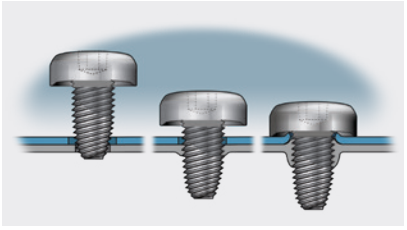
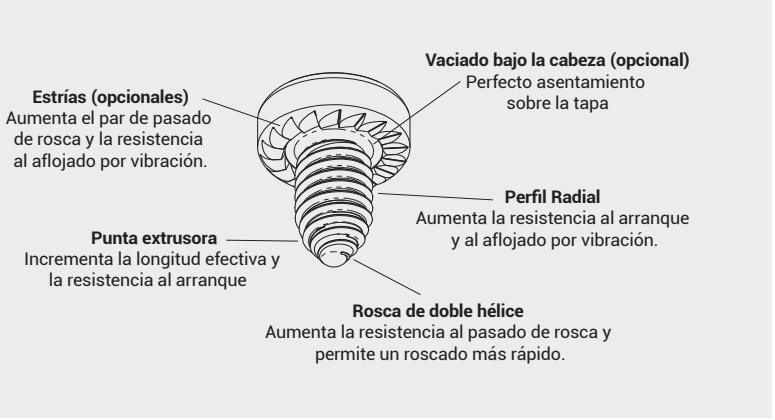


Fig.42. La punta especial provoca una extrusión en la chapa durante el proceso de roscado, aumentado la longitud de ensamblaje y por lo tanto, la resistencia al arranque.



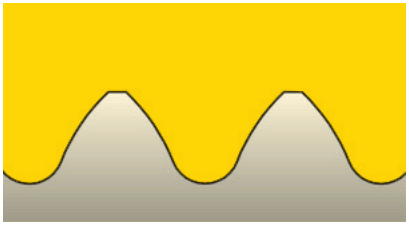


Fig.43. El Perfil Radial incrementa la superficie de contacto con el material, incrementado la resistencia a la tracción y la resistencia al aflojado por vibración.

- Rosca doble hélice que **aumenta la resistencia al pasado de rosca** y permite un roscado más rápido.
- **Punta especial extrusionante** que **incrementa la longitud efectiva** del ensamblaje de manera simultánea a la formación de la rosca.
- **Perfil Radial** del filete según norma TAPTITE 2000®: aumenta la superficie de contacto con la tuerca creada en el material base aumentando la resistencia **al aflojado por vibración.**
- Estrías bajo la cabeza del tornillo que **aumentan el par de pasado de rosca y la resistencia al aflojado por vibración.**
- Roscado total del vástago para evitar el clipado del tornillo en el roscado de chapas muy finas.
- La sección TRILOBULAR® **garantiza un bajo par de roscado y una elevada resistencia al aflojado por vibración.**

- Vaciado bajo la cabeza para absorber la deformación de la chapa y permitir un perfecto asentamiento de la cabeza del tornillo sobre la tapa.
- Punta *cut off* (opcional) que permite perforar chapas sin agujero previo sin provocar deformaciones de la chapa. (Disponemos del Tornillo PG con punta *cut off* en stock).

2. Ventajas

- **Alta resistencia al pasado de rosca.**
- El roscado total del vástago evita el clipado del tornillo en la chapa.
- Excelente alineamiento del tornillo en el agujero, **manteniendo la verticalidad** del tornillo **durante todo el proceso de atornillado.**
- **Alta resistencia al aflojado por vibración.**
- **Elevada compresión de la unión.**
- **Reducción de costes** al **eliminar las operaciones de roscado y extrusión** de la chapa.
- Es una alternativa muy eficiente a elementos de alto coste como insertos roscados y tuercas remachables.
- Posibilidad de perforar materiales finos con la punta opcional *cut off*.

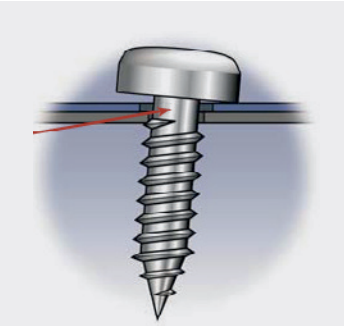


Fig.44. En un tornillo rosca chapa, la zona sin rosca bajo la cabeza del tornillo es superior al grosor del ensamblaje, ocasionando el clipado del tornillo en la chapa.

3. Comparativa del tornillo FASTITE® 2000™ frente a soluciones alternativas.

El tornillo FASTITE® 2000™ ofrece numerosas ventajas técnicas y económicas si lo comparamos con otras soluciones para el ensamblaje de chapa fina. A continuación, se detalla una comparativa de costes, ventajas inconvenientes de las soluciones alternativas más frecuentes:

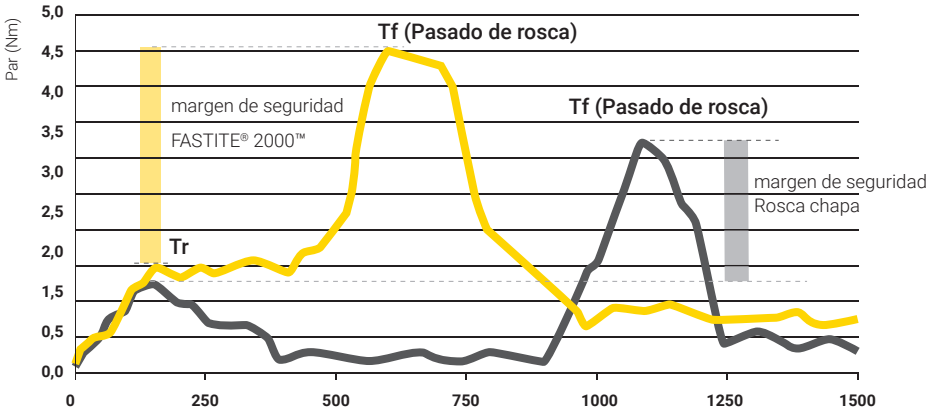
Tornillo	Coste elemento de fijación	Coste del proceso de ensamblaje	Desventajas	Ventajas
Tornillo Rosca chapa	•	•	Riesgo de pasado de rosca Aflojado por vibración Baja comprensión Inestabilidad del proceso de roscado	Disponibilidad en el mercado
Remaches	•••	••	Aflojado por vibración Baja comprensión No reutilizable	Disponibilidad en el mercado
Tornillo autoroscante + extrusión de la chapa	••	••• Agujeros extrusionados	Mayor coste del proceso	Unión resistente Proceso de ensamblaje seguro
Tornillo métrico + inserto o tuerca remachable	••••	••••	Aflojado por vibración Riesgo de cruzado de roscas	Disponibilidad en el mercado
FASTITE® 2000™	••	•		Elevado par de pasado de rosca Resistencia al aflojado por vibracion Proceso de roscado estable y seguro

• Bajo •• Medio ••• Alto •••• Muy alto

4. Curva de roscado

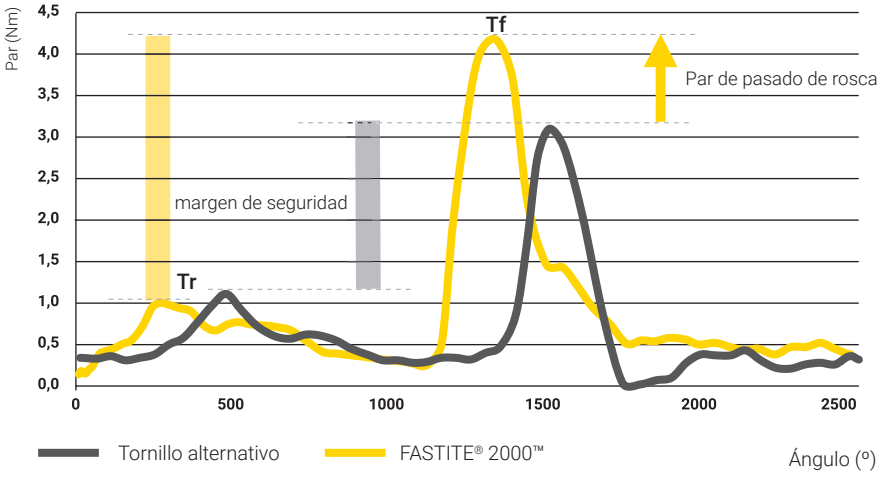
La siguiente gráfica muestra una comparación entre el tornillo rosca chapa DIN 7981 y el tornillo FASTITE® 2000™ sobre chapa de aluminio de 1,4 mm de espesor.

El ensamblaje con el tornillo FASTITE® 2000™ tiene un margen de seguridad superior así como un roscado más rápido. La doble rosca y la mayor longitud de ensamblaje ofrecen un par de pasado de rosca superior.



Tf = Par de fallo Tr = Par de roscado Margen de seguridad = Tf - Tr

En la siguiente gráfica mostramos la curva de roscado del tornillo FASTITE® 2000™ 4x7 zincado (47FT85T) en comparación con otro de similares características para el ensamblaje de una reactancia sobre chapa de acero pintado de 0,5 mm de espesor y agujero de 1,8 mm de diámetro.

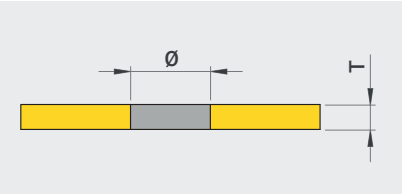


Tf = Par de fallo Tr = Par de roscado Margen de seguridad = Tf - Tr

De los resultados obtenidos concluimos que el tornillo FASTITE® 2000™ fabricado por CELO tiene un mejor comportamiento. El par de roscado es más bajo (roscado más ergonómico) y el par de fallo es más elevado, ofreciendo un mayor margen de seguridad durante la instalación del tornillo.

El par de apriete a aplicar depende del par de rotura del tornillo, coeficiente de fricción, dimensionamiento del agujero, longitud de engarce y la estabilidad del atornillador. El par de apriete se determina a partir de la curva de roscado resultante de los ensayos en el laboratorio.

5. Dimensionamiento de agujeros



Las siguientes tablas muestran los diámetros de agujeros recomendados para diferentes espesores de chapa de aluminio y acero en función del diámetro nominal del tornillo.

Diámetro del Tornillo	Grosor de chapa de aluminio (T)				
	0,5	1	1,5	2	2,5
3	2,25	2,40	2,50	2,60	-
4	2,85	3,00	3,15	3,30	3,50
5	-	3,70	3,90	4,15	4,35
6	-	4,35	4,60	4,90	5,20

Dimensiones expresadas en mm.

Diámetro del Tornillo	Grosor de chapa de Acero (T)				
	0,5	1	1,5	2	2,5
3	2,25	2,40	2,60	2,70	-
4	2,90	3,10	3,30	3,50	3,65
5	-	3,80	4,00	4,20	4,50
6	-	4,65	4,90	5,15	5,40

Dimensiones expresadas en mm.

Tolerancias recomendadas:
+0,03 / - 0,04 mm para Ø < 2,0 mm
+0,03 / - 0,05 mm para Ø2,0 - Ø5,0 mm
+0,04 / - 0,06 mm para agujeros > Ø5,0 mm

Los valores indicados en las tablas se sugieren como referencia y recomendamos confirmar con los respectivos ensayos.

6. Aplicaciones

Los tornillos FASTITE® 2000™ se han diseñado especialmente para su utilización en chapas finas, ya sean de acero o de aluminio.

Ejemplos
Ensamblaje de componentes electrónicos.
Ensamblaje de material informático y material eléctrico.
Iluminación.
Pequeño electrodoméstico.
Construcciones metálicas.

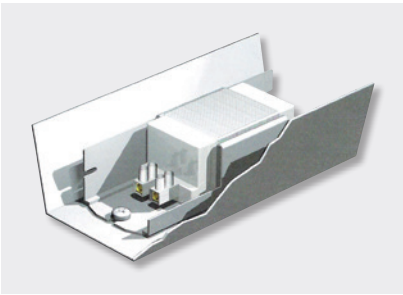
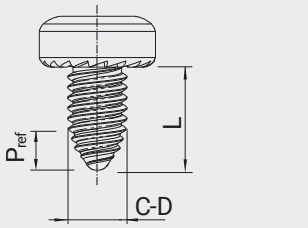
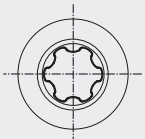


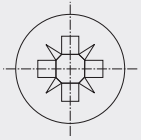
Fig.45. Ensamblaje de componentes en iluminación.

Fig.46. Ensamblaje de componentes en encimeras.

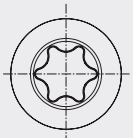




TORX® PLUS



POZI



TORX®

7. Ficha técnica

El diseño de los tornillos FASTITE® 2000™ se adapta a las necesidades específicas de cada aplicación, permitiendo diferentes diseños de cabeza, impronta, material y recubrimiento. Para más información, por favor, consulte con nuestro departamento comercial.

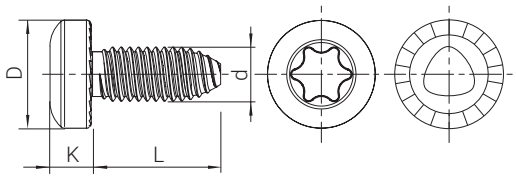
Para asegurar la calidad del tornillo aplicamos el tratamiento de deshidrogenado para reducir el riesgo de la fragilización por hidrogenación (más información en pág. 124).

Diámetro tornillo	Paso	$C_{máx.}$	$D_{máx.}$	$P_{ref.}$ Punta extrusionante	Pozi	TORX®	TORX Plus®
2,5	0,45	2,52	2,48	2,03	Z1	T8	8 IP
3	0,5	3,02	2,97	2,25	Z1	T10	10 IP
3,5	0,6	3,52	3,46	2,70	Z2	T15	15 IP
4	0,7	4,02	3,95	3,15	Z2	T20	20 IP
5	0,8	5,02	4,94	3,60	Z2	T25	25 IP
6	1,0	6,03	5,93	4,50	Z3	T30	30 IP

Dimensiones expresadas en mm. Los valores indicados son nominales.

FT85T

FASTITE® 2000™



- **Cabeza alomada con estrías**
- **Impronta TORX®**
- **Cincado Cr (III) 5µm + Deshidrogenado**

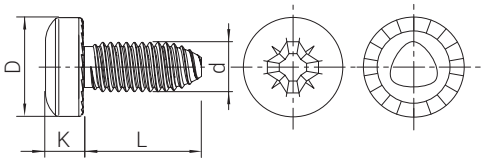
d mm	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0
D mm	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0
K mm	1,6	2,6	3,4	4,1	5,05
TORX®	6IP[1]	T10	T20	T25	T30

L mm	Ø2,0	Ø3,0	Ø4,0	Ø5,0	Ø6,0
5	○	○	–	–	–
6	–	●	●	–	–
7	–	○	●	–	–
9	–	○	○	●	–
10	–	○	○	○	–
12	–	–	●	●	●

● Producto diponible en stock. ○ Producto disponible bajo pedido. [1] TORX PLUS®
Para otros recubrimientos, dimensiones de rosca y diseños de cabeza, consulte con nuestro departamento comercial.
Más información acerca de las condiciones de envasado en la página 130.

FT85Z

FASTITE® 2000™



- **Cabeza alomada con estrías**
- **Impronta POZI**
- **Cincado Cr (III) 5µm + Deshidrogenado**

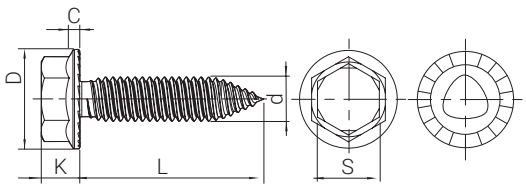
d mm	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0
D mm	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0
K mm	1,6	2,6	3,4	4,1	5,05
POZI	Z1	Z1	Z2	Z2	Z3

L mm	**Ø2,0**	**Ø3,0**	**Ø4,0**	**Ø5,0**	**Ø6,0**
5	○	○	–	–	–
6	–	●	○	–	–
7	–	○	●	○	–
9	–	○	○	●	–
12	–	–	○	○	○

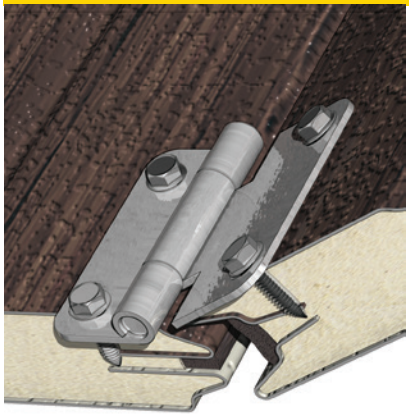
● Producto diponible en stock. ○ Producto disponible bajo pedido.
Para otros recubrimientos, dimensiones de rosca y diseños de cabeza, consulte con nuestro departamento comercial.
Más información acerca de las condiciones de envasado en la página 130.

PG

FASTITE® 2000™



- **Cabeza hexagonal con arandela**
- **Punta Cut off**
- **Cincado Cr (III) 5µm + Deshidrogenado**



Tornillo PG para la unión de las bisagras en puertas de garaje seccionales.

d mm	6.0
D mm	13,5
K mm	5,25
S mm	10,0

L mm	Ø6,0
25	●

● Producto diponible en stock.
Para otros recubrimientos, dimensiones de rosca y diseños de cabeza, consulte con nuestro departamento comercial.
Más información acerca de las condiciones de envasado en la página 130.

FASTITE® 2000™ AUTOTALADRANTE

El tornillo FASTITE® 2000™ AUTOTALADRANTE (FTA) mantiene las características y ventajas del FASTITE® 2000™ añadiendo una punta autotaladrante especialmente diseñada para perforar y extrusionar chapa fina de acero.

1. Ventajas

Adicionalmente a las ventajas asociadas al tornillo FASTITE® 2000™, la versión autotaladrante ofrece:

- **Reducción de costes** ya que no es preciso perforar los dos materiales a ensamblar.
- **Par de pasado de rosca superior** en comparación con los tornillos autotaladrantes estándares.
- **Unión reversible.**

Espesor máximo de chapa (mm)		Velocidad de taladro
Aluminio	Acero	(rpm)
0,5 - 2,5	0,5 - 2,0	1200 - 1800

2. Aplicaciones

El tornillo FTA es ideal para la substitución de agujeros en coliso en carcasas metálicas y para la substitución de remaches y tuercas enjauladas o clipadas.

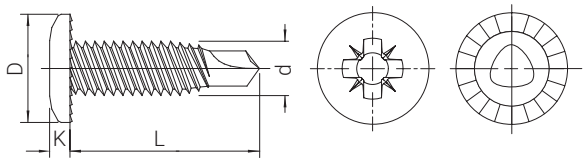
Además de la referencia disponible en stock, el tornillo FASTITE® 2000™ AUTOTALADRANTE puede fabricarse con diferentes dimensiones y recubrimientos.

Para más información, consulte con nuestro departamento comercial.

FTA85Z

FASTITE® 2000™

- **Cabeza alomada baja**
- **Impronta POZI**
- **Cincado Cr (III) 5µm + Deshidrogenado**



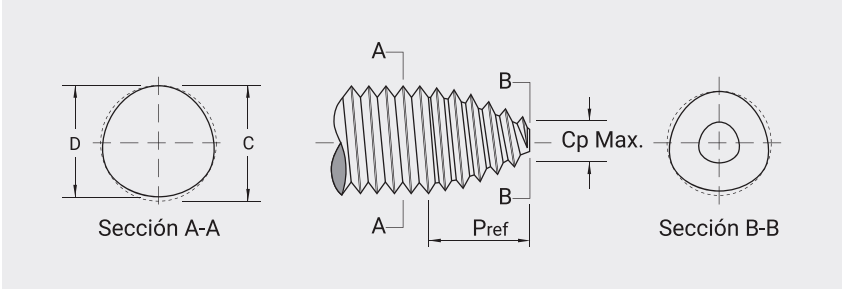
d mm	4.0
D mm	8,1
K mm	2,3
L mm	**Ø4,0**
10	●

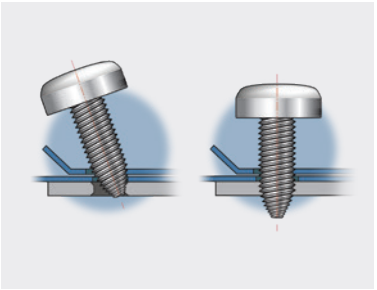
● Producto diponible en stock.
Para otros recubrimientos, dimensiones de rosca y diseños de cabeza, consulte con nuestro departamento comercial.
Más información acerca de las condiciones de envasado en la página 130.

EXTRUDE-TITE®

El tornillo TRILOBULAR® EXTRUDE-TITE® proporciona unas prestaciones óptimas en el ensamblaje de chapa fina de acero o aluminio en las que se requiere resistencia al pasado de rosca y configuración de rosca métrica.

1. Características técnicas





- Rosca con trilobularidad reducida para garantizar una **mayor superficie de contacto** con la tuerca virtual y **al pasado de rosca en ensamblajes de poco espesor.**
- Punta CA para una rápida y efectiva inserción, asegurando la alineación del tornillo en el agujero.

2. Ventajas

- **Elevado par de pasado de rosca.**
- **Perfecto alineamiento axial** de los componentes del ensamblaje que permite su utilización en agujeros descentrados.
- Requiere un **mínimo esfuerzo axial** para iniciar roscado.
- Forman una tuerca interna con **geometría de rosca métrica.**
- Elevada **resistencia a la vibración.**
- **Configuración de rosca métrica**
- Posibilidad de perforar materiales finos con la punta opcional *Cut off*.
- **Reducción de costes** como consecuencia de:
  - Permitir materiales más finos y ligeros en el ensamblaje.
  - La eliminación de reparaciones por pasado de rosca y descentramiento del tornillo.

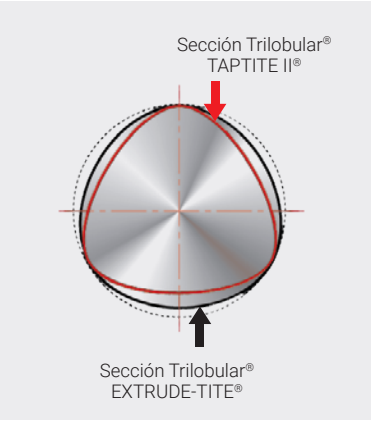


Fig.47. Parte posterior de una lavadora.

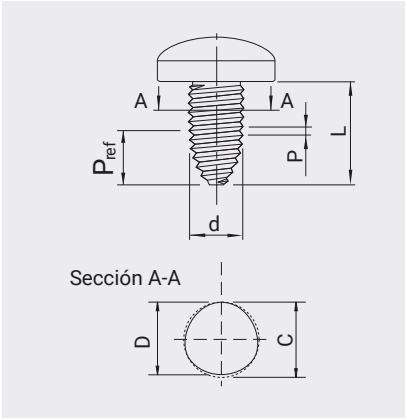
3. Diámetro de agujero recomendado para chapa de aluminio y acero.

Consultar la información indicada en los tornillos FASTITE® 2000™ (Pág 91).

4. Aplicaciones

El tornillo EXTRUDE-TITE® se recomienda para aquellas aplicaciones sobre chapa fina en las que se requiera un tornillo de elevadas prestaciones mecánicas y configuración de rosca métrica.

Ejemplos:
Conexiones de toma a tierra.
Electrodomésticos.
Material eléctrico.



5. Ficha técnica

El diseño de los tornillos EXTRUDE-TITE® se adapta a las necesidades específicas de cada aplicación, permitiendo diferentes diseños de cabeza, impronta, material y recubrimiento. Para más información, por favor, consulte con nuestro departamento comercial.

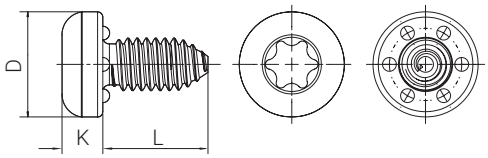
Para asegurar la calidad del tornillo aplicamos el tratamiento de deshidrogenado para reducir el riesgo de la fragilización por hidrogenación (más información en pág. 124).

Diámetro tornillo	Paso	Par de rotura mínimo (Nm)	P_{ref} Punta extrusionante	C	D
M2,5	0,45	1,2	2,48	2,57	2,52
M3	0,50	2,2	2,75	3,07	3,02
M4	0,70	5,2	3,85	4,08	4,01
M5	0,80	10,5	4,40	5,09	5,01
M6	1,00	17,7	5,50	6,10	6,00

Dimensiones expresadas en mm.

EX85T

EXTRUDE-TITE®



- **Cabeza alomada**
- **Impronta TORX®**
- **Estrías punteadas para asegurar la conductividad eléctrica.**
- **Cincado Cr (III) 5µm + Deshidrogenado.**

d mm	M4
D mm	8,0
K mm	3,1
TORX®	T20
L mm	**Ø4,0**
8	●

● Producto diponible en stock.
Para otros recubrimientos, dimensiones de rosca y diseños de cabeza, consulte con nuestro departamento comercial.
Más información acerca de las condiciones de envasado en la página 130.

Conexiones de toma a tierra:

Los tornillos utilizados en el ensamblaje de la toma a tierra deben cumplir los requerimientos indicados en la Norma EN 60335-1:2002 para asegurar la conductividad eléctrica y seguridad del componente.

El tornillo EX85T cumple la indicación establecida en la Norma EN 60335-1:2002: Los tornillos se aprietan y aflojan 5 veces, conservando las propiedades iniciales y manteniendo la compresión requerida. El ensayo se realiza con la herramienta adecuada y aplicando el par de apriete indicado en la siguiente tabla:

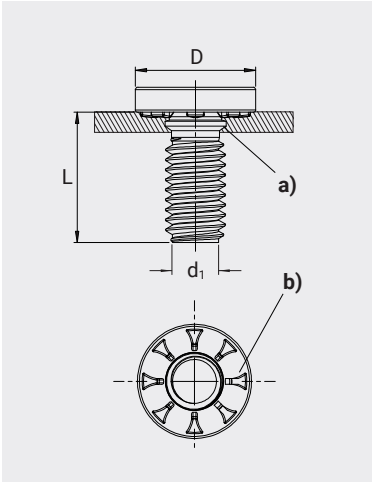
Diámetro del tornillo	Par de apriete (Nm)
M3	0,5
M3,5	0,8
M4	1,2

Las estrías punteadas en la parte inferior de la cabeza aseguran la conductividad eléctrica, requerimiento indispensable en el ensamblaje de toma a tierra.

CELOSTAMP®

El sistema de clipado CELOSTAMP® es una solución para la fijación de tornillos sobre chapa fina de acero o aluminio. Es una alternativa de alta calidad a la soldadura en los casos en los que ésta no es posible o deseable, por ejemplo, en la unión de materiales diferentes, chapas con recubrimientos especiales o uniones sensibles a temperatura.

La instalación del tornillo CELOSTAMP® se realiza mediante prensa hidráulica o mecánica, dependiendo si se trata de un montaje manual o automático.



a) El anillo de retención aloja el material desplazado por las estrías, impidiendo que el tornillo se desprenda.

b) El diseño patentado de las estrías optimiza el desplazamiento de material durante la inserción.

1. Características técnicas

- Las estrías de diseño radial curvo y progresivo **desplazan más material** hacia el agujero durante el momento de la inserción, reduciendo el diámetro considerablemente más que cualquier otro tipo de estría.

Adicionalmente, la estría se opone en sentido radial al giro del tornillo mejorando su resistencia a la torsión y, en caso de desplazamiento, favorece la fluencia del material hacia el anillo, **aumentando más el bloqueo o retención.**

- El anillo de retención aloja el material desplazado por las estrías durante la inserción del tornillo, **asegurando la retención del tornillo** durante la manipulación de la chapa.

2. Ventajas

- Permite utilizar una **menor fuerza de inserción,** lo cual **minimiza el riesgo de deformación de la chapa.**
- El diseño de las estrías y el anillo asegura una **elevada resistencia a la tracción y a la torsión durante la vida útil del ensamblaje.**
- Posibilita el ensamblaje de materiales no soldables.
- La facilidad de instalación comporta una **reducción el coste del ensamblaje** en general.

Resultados obtenidos con un tornillo CELOSTAMP® M6:

Grosor de chapa (mm)	Fuerza de inserción (kN)	Resistencia a la tracción mín. (N)	Resistencia a la torsión mín. (N)
2,0	30	1800	13
1,5	30	1250	12

Se trata de un tornillo de fabricación especial. Para más información, por favor, póngase en contacto con nuestro departamento comercial.

Soluciones especiales y piezas funcionales

PIEZAS FUNCIONALES

Existen numerosas aplicaciones en la industria que requieren de productos específicos con una funcionalidad determinada que se adapten a las necesidades concretas de cada proyecto, a la geometría de las piezas a ensamblar, a las solicitaciones mecánicas y a los parámetros de instalación.

En CELO hemos desarrollado soluciones específicas adaptadas a las necesidades particulares de estas aplicaciones y fabricadas de acuerdo a los requerimientos de cada proyecto que nos permite ofrecer numerosas oportunidades para la reducción de costes y la optimización de la aplicación.

Las piezas funcionales se fabrican normalmente en el proceso de estampación en frío y se combinan con un mecanizado posterior cuando se requieren de ranuras, taladros, recortes u otra geometría compleja. En función de los materiales al ensamblar y de su funcionalidad, estas piezas pueden incorporar una rosca métrica, imperial o roscas especiales detalladas anteriormente, así como el tratamiento térmico necesario en cada caso. El acabado superficial dependerá de los requerimientos particulares de cada proyecto.

A continuación, se detallan algunos de los ejemplos de piezas funcionales fabricadas bajo especificaciones de nuestros clientes:

MAThread®

La punta MAThread® se aplica a los tornillos con rosca métrica para evitar el cruzado de roscas y/o bloqueo durante su instalación, mejorando el ensamblaje y la ergonomía del montaje sobre agujeros roscados o tuercas.

Espárragos doble rosca

El espárrago doble rosca combina dos roscas en su longitud. Se utiliza para aquellas aplicaciones en las que es preciso facilitar el ensamblaje de dos piezas. Una de las roscas queda montada en la primera pieza, permitiendo el ensamblaje de una segunda pieza con una tuerca. La multifuncionalidad de estas piezas nos permite ofrecer numerosas posibilidades de reducción de costes.

Tornillo de bola

Los tornillos de bola son piezas formadas por una cabeza con forma de bola y un vástago que puede tener diferentes diseños de rosca en función del material base. La cabeza está diseñada para proporcionar un rápido montaje y desmontaje. Asimismo, las piezas ensambladas mediante este elemento de unión permanecen unidas de forma móvil.

Los tornillos de bola se fabrican en el proceso de estampación en frío y un mecanizado posterior para conseguir el acabado superficial y las tolerancias ajustadas requeridas.

Tornillos con cabeza de geometría especial o de grandes dimensiones

Para determinadas funcionalidades o requerimientos del ensamblaje se precisa de un tornillo con una cabeza de geometría especial: con una relación de estampación muy alta o bien con arandelas cautivas en acero o EPDM, como alternativa a las piezas mecanizadas u otros sistemas de ensamblaje alternativos. La elevada superficie de contacto de la cabeza del tornillo con la tapa reduce la presión y aumenta la resistencia al pasado de rosca.

Remaches

Los remaches son piezas formadas por una cabeza y un vástago que al deformarse permite que los materiales queden unidos permanentemente. En función de los requerimientos específicos de la aplicación pueden fabricarse macizas o semi-huecas. En determinadas aplicaciones, estas piezas se utilizan como elemento de unión móvil o como espaciadores entre los componentes.

Piezas para sobre-inyección de plástico

Se trata de piezas formadas por un vástago roscado y una cabeza de diseño especial sobre la cual se inyecta una pieza de plástico. La cabeza está diseñada para conferir una unión firme y perfecta con el plástico y ofrece una alta resistencia al arranque.

Tornillos insertables

Los tornillos insertables incorporan un moleteado radial o axial. Proporcionan una rosca permanente en las chapas metálicas de bajo espesor y transfieren una excelente resistencia al arranque.

La utilización de este tipo de tornillos reduce considerablemente los costes del ensamblaje como consecuencia de una reducción en el tiempo de inserción y mejoran la calidad del producto acabado.

Piezas complejas con segundas operaciones

Para determinadas aplicaciones, los tornillos fabricados por estampación en frío precisan de ranuras especiales, rebajes, recortes, taladros o determinados acabados. En estos casos se realiza un mecanizado posterior con arranque de viruta. Cuando se precisa de elementos separadores o juntas de EPDM, se realiza un ensamblaje especial una vez acabada la fase de recubrimiento superficial del tornillo.

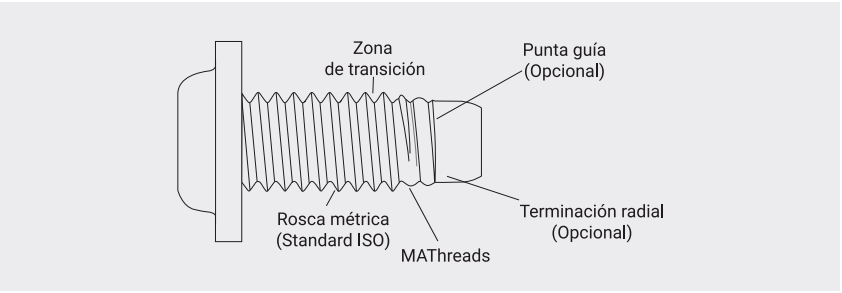
Estos elementos están adaptados a la aplicación en particular de cada cliente, ofreciendo numerosas posibilidades de ahorro de costes por su multifuncionalidad.

PUNTA MATHREAD®

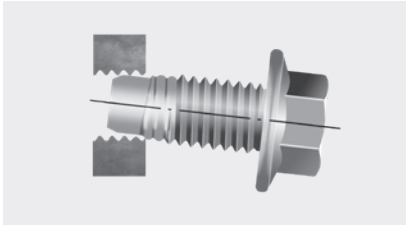
La punta MAThread® utiliza un diseño de rosca patentada que se aplica a los tornillos con rosca métrica para evitar el cruzado de roscas y/o bloqueo durante su instalación.

La punta MAThread® permite una rápida y fácil alineación del tornillo en agujeros roscados o tuercas en la línea de ensamblaje, mejora la ergonomía del montaje y ofrece grandes oportunidades para el ahorro de costes.

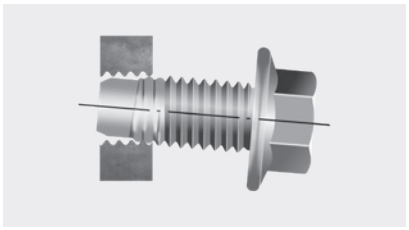
1. Características técnicas



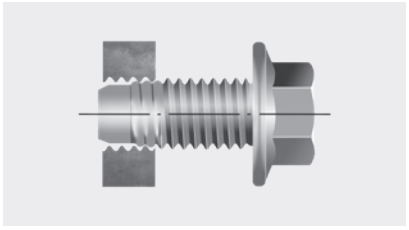
- **Perfecta Alineación del tornillo** en la rosca hembra. La zona de transición de la punta alinea el tornillo en la rosca hembra. La punta **MAThread® endereza el tornillo con una óptima interferencia en la rosca** hembra con ángulos de desalineación de hasta 15°.
- La punta MAThread® puede incorporarse en los tornillos métricos fabricados con los materiales más comunes (acero, inoxidable, cobre…).



1.Tornillo desalineado.



2. La punta MAThread® obliga al tornillo a alinearse correctamente.



3. El tornillo entra correctamente dentro de la rosca hembra.

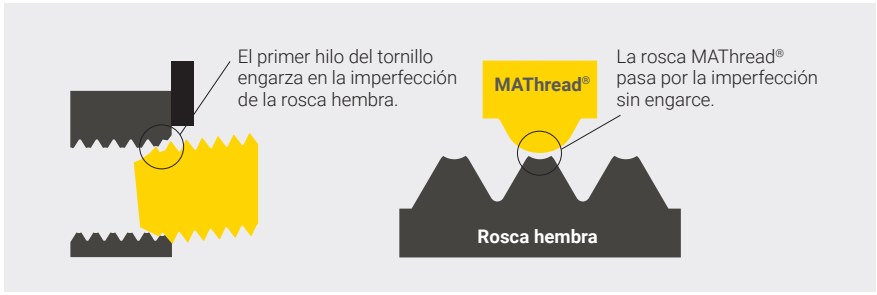
2. Ventajas

- **Reducción de costes** de ensamblaje: La punta MAThread® permite una **rápida inserción** del tornillo en el agujero **sin reducir la velocidad de montaje y sin riesgo de cruzado de roscas o bloqueo:**
  - Reduce el tiempo de instalación del tornillo.
  - Elimina los costes derivados de paros en la línea, re-trabajo, reparaciones y rechazos asociados al ensamblaje con tornillos convencionales.
- El **rendimiento de la punta MAThread® es independiente de la velocidad** de montaje.
- La punta MAThread® mejora la ergonomía del montaje al apuntarse más fácilmente en el agujero roscado.

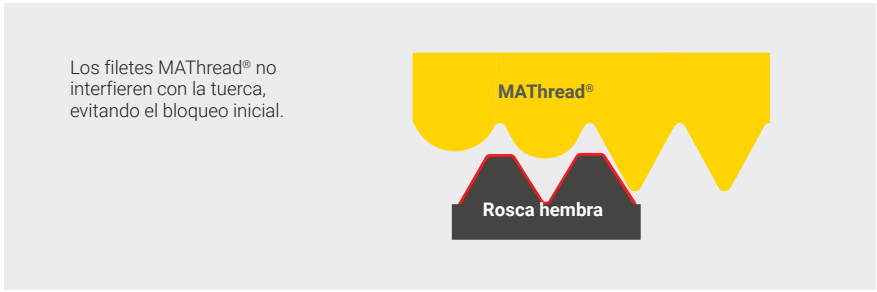
La punta MAThread® soluciona los problemas de:

- Cruzado de roscas o bloqueo de roscas por desalineación angular. Ocurre cuando se inserta el segundo hilo de rosca del tornillo en el primer hilo de la tuerca.

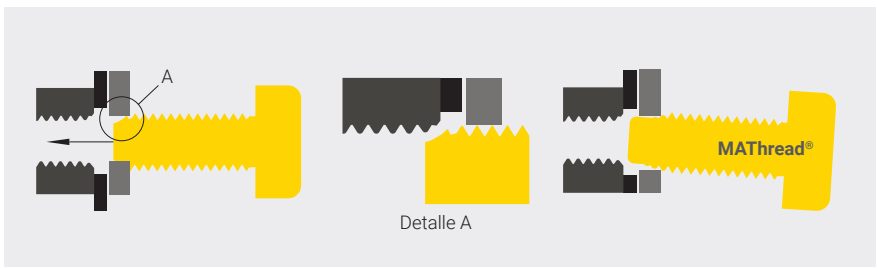
- Falso roscado: En algunas ocasiones, el hilo de la rosca hembra puede tener imperfecciones en la cresta del filete. El falso roscado ocurre cuando el primer hilo del tornillo engarza en la imperfección del hilo de la rosca hembra.

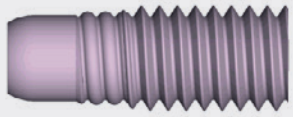


- Gripado: Se trata del bloqueo del tornillo por enclavamiento de pintura o soldadura. Los hilos MAThread® no interfieren con la tuerca y evita el bloqueo inicial.

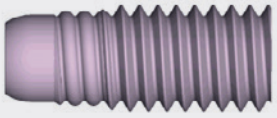


- Winking: Se trata del bloqueo por desalineación de las piezas de ensamblaje. La punta de los tornillos MAThread® interfiere menos con los agujeros de la tapa del ensamblaje. Esto le permite adaptarse mejor cuando existe una desalineación entre tapa y base que, en otras circunstancias, podría desgastar el hilo de rosca.

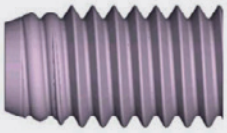




Standard MAThread®



MATpoint®



VS Point®

Existen diferentes tipos de punta en función de las condiciones de ensamblaje:

Punta estándar MAThread®

- Absorbe ángulos de desalineación de hasta 15°.
- Se utiliza en aplicaciones en las que la longitud de la punta no es un problema para la aplicación.
- No se recomienda en los casos en los que se requiere el posicionamiento de piezas pesadas.

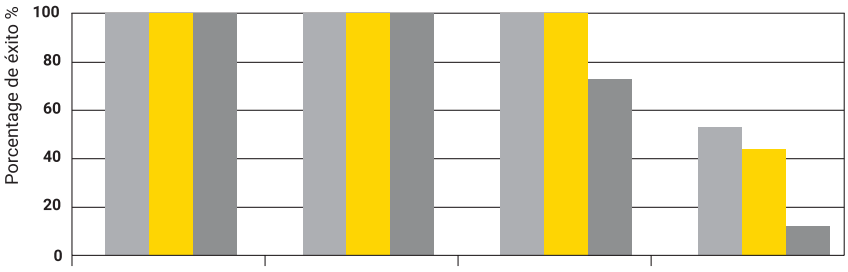
Punta MATpoint®

- Se trata de una optimización de la punta MAThread®.
- Absorbe ángulos de desalineación de hasta 12°.
- Su diseño es adaptable a la mayoría de aplicaciones.

Punta VS Point®

- Se trata de una punta MAThread® sin apenas punta guía.
- Absorbe ángulos de desalineación de hasta 7°.
- Es ideal en aplicaciones en las que existe limitación en la longitud de rosca útil.

Efectividad en el alineamiento de tornillos con punta MAThread®.



	MAThread®	MATpoint®	VS Point®	Punta Guía
7º	100	100	100	53
9º	100	100	100	44
12º	100	100	73	12

3. Aplicaciones

La punta MAThread® y sus diferentes versiones se pueden incorporar en tornillos métricos para el ensamblaje sobre tuercas o agujeros roscados en líneas de montaje automáticas y en todas aquellas uniones susceptibles de tener problemas de roscas cruzadas.

Se trata de un tornillo de fabricación especial. Para más información, por favor, póngase en contacto con nuestro departamento comercial.

ESPÁRRAGO DOBLE ROSCA

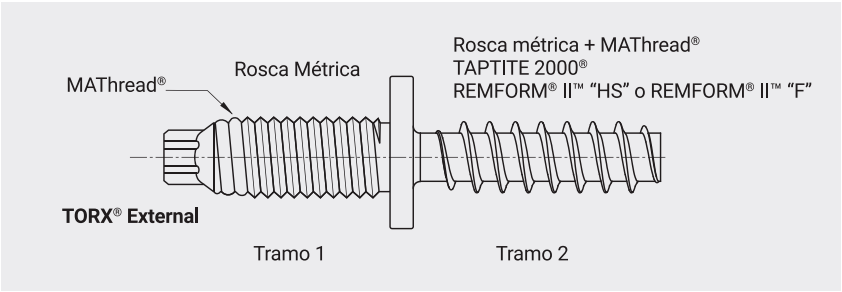
El espárrago doble rosca se utiliza para aquellas aplicaciones en las que es preciso realizar el ensamblaje de dos piezas. Una de las roscas queda montada en la primera pieza, permitiendo el ensamblaje de una segunda pieza con una tuerca.

La multifuncionalidad de estas piezas nos permite importantes oportunidades para la reducción de los costes de ensamblaje.

1. Características técnicas

El espárrago doble rosca combina dos roscas en su longitud, que pueden ser iguales o diferentes dependiendo de la naturaleza de los materiales sobre los que se realiza el montaje y los requerimientos de la unión.

En primer lugar, se realiza el montaje de la parte autorroscante del tornillo (tramo 2) sobre la pieza, quedando la parte de rosca métrica (tramo 1) pendiente del montaje posterior al soporte final.



Tramo 1: Rosca métrica + Impronta externa.

El espárrago doble rosca tiene una rosca métrica como cabeza de tornillo que se monta en una tuerca o agujero roscado. Recomendamos la punta MAThread® para facilitar el ensamblaje y evitar el bloqueo de la rosca durante el montaje. Para más información sobre el diseño de punta MAThread® diríjanse a la pág 104.

La impronta externa o arandela intermedia con forma hexagonal nos sirve para insertar la rosca del tramo 2 en el material base. La impronta externa suele ser TORX® en sus diferentes variantes (más información en la pág. 121):

- TORX® STEM
- TORX PLUS® STEM
- TORX PLUS® Maxx

Tramo 2: Rosca autorroscante o métrica

En la segunda parte de su longitud puede realizarse diferentes tipos de rosca dependiendo del tipo de pieza a ensamblar:

- Rosca REMFORM® II™ "HS", REMFORM® II™ "F" o CELOspArk® si el ensamblaje se realiza sobre una pieza de plástico.
- Rosca TAPTITE 2000® si el ensamblaje se realiza sobre piezas de inyección en aleaciones ligeras (Zamak, aluminio,...).
- Rosca métrica si el ensamblaje se realiza sobre una pieza de metal con agujero roscado o bien sobre una tuerca. En este caso también se recomienda la punta MAThread®.

En todos los casos se recomienda realizar la **Selección Óptica o Láser** en los tornillos (véase pág. 126).

2. Ventajas

El espárrago doble rosca **facilita el montaje de dos piezas** ya que incorpora dos roscas en una única pieza. Su utilización **simplifica el sistema de ensamblaje y ofrece importantes oportunidades para el ahorro de costes**, evitando soluciones alternativas que comportan un mayor número de elementos y el diseño de piezas más complicadas.

Para maximizar el ahorro de costes, es importante considerar esta solución desde la fase inicial del diseño de los componentes a ensamblar.

3. Aplicaciones

Los espárragos de doble rosca pueden utilizarse en todas aquellas aplicaciones en las que se precisa ensamblar dos piezas.

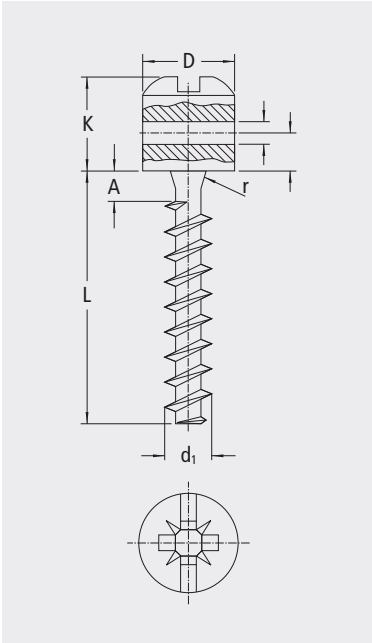
Se trata de artículos de fabricación especial. Para más información, por favor, póngase en contacto con nuestro departamento comercial.

TORNILLO PRECINTO

Los tornillos PRECINTO se utilizan en el ensamblaje de componentes en los que es imperativo precintar la unión para evitar cualquier manipulación por personal no autorizado. Los tornillos precinto fabricados por estampación en frío presentan numerosas ventajas técnicas y económicas respecto a otras soluciones existentes en el mercado.

Los tornillos fabricados por mecanizado ofrecen limitaciones en cuanto al material, diseño de la rosca y la impronta, y tienen un elevado coste.

1. Características técnicas



Tipo de cabeza:

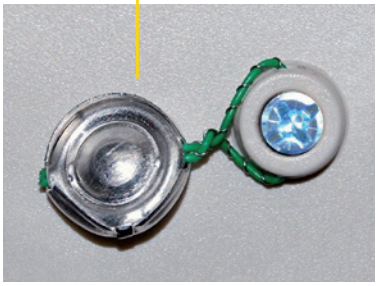
- Cabeza cilíndrica con la posibilidad de realizar **1 ó 2 agujeros pasantes.**
- La **impronta combinada POZI + Ranura** permite el montaje en la línea de fabricación y la manipulación posterior por el personal autorizado.

Tipo de rosca:

- La fabricación por estampación permite realizar una rosca para plásticos (CELOspArk®, REMFORM® II™ "HS") y se evita la utilización de insertos metálicos.
- Rosca métrica o rosca métrica parcial.

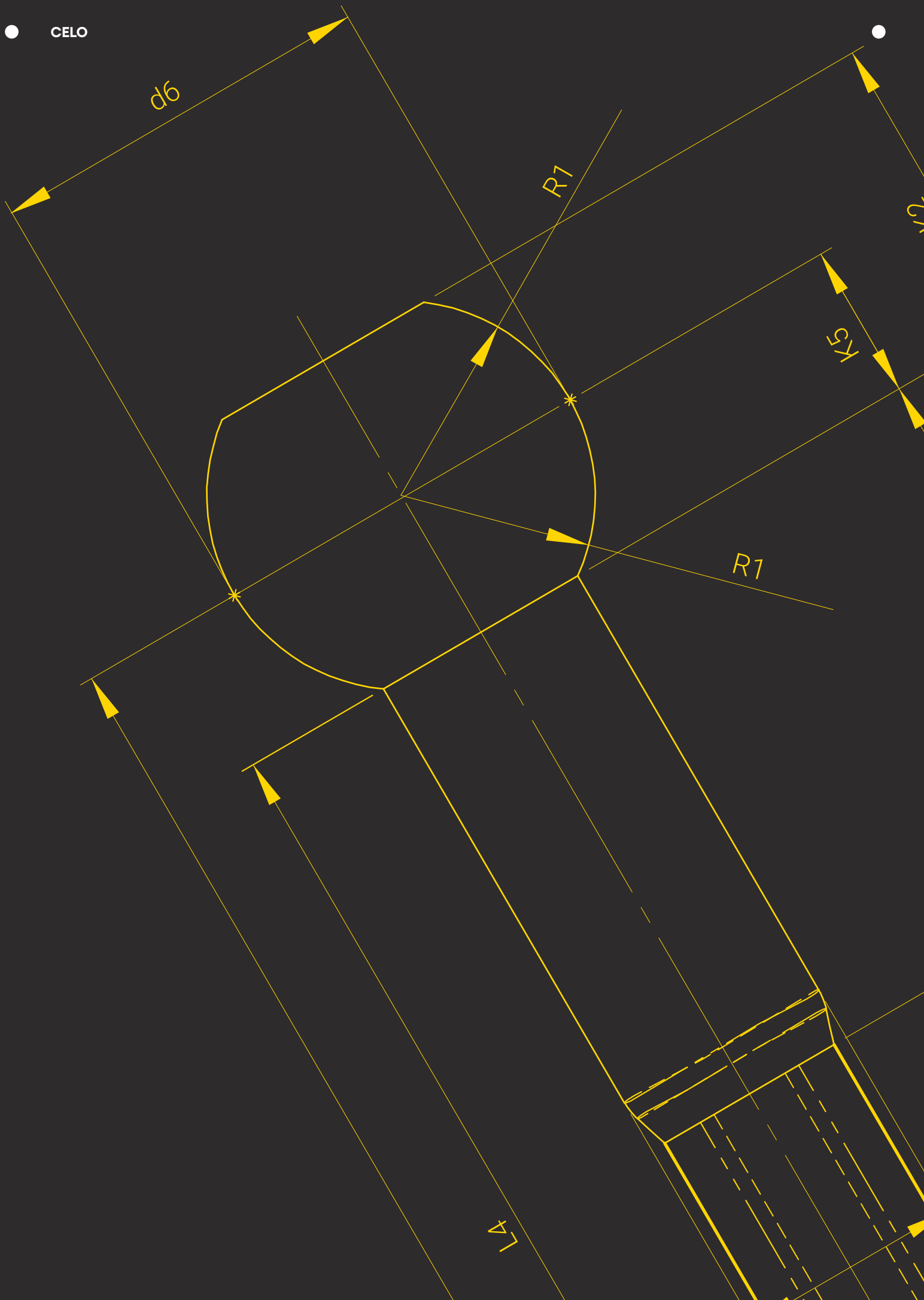
2. Ventajas

- El tornillo fabricado en acero conlleva un **ahorro de costes y ofrece mejores prestaciones mecánicas.** Habitualmente los tornillos precinto fabricados por mecanizado son de latón niquelado.
- La impronta POZI + RANURA mejora el proceso de ensamblaje en la línea de montaje, manteniendo la accesibilidad de la RANURA para el instalador.
- La rosca para plástico permite la eliminación de insertos metálicos, ofreciendo:
  - Reducción de costes, tanto en el coste del inserto como en el proceso de inyección.
  - Facilidad en el reciclado de la pieza.
  - Aumento en la resistencia al aflojado por vibración. Para más información, véase los apartados correspondientes a las roscas CELOspArk® y REMFORM® II™ "HS".

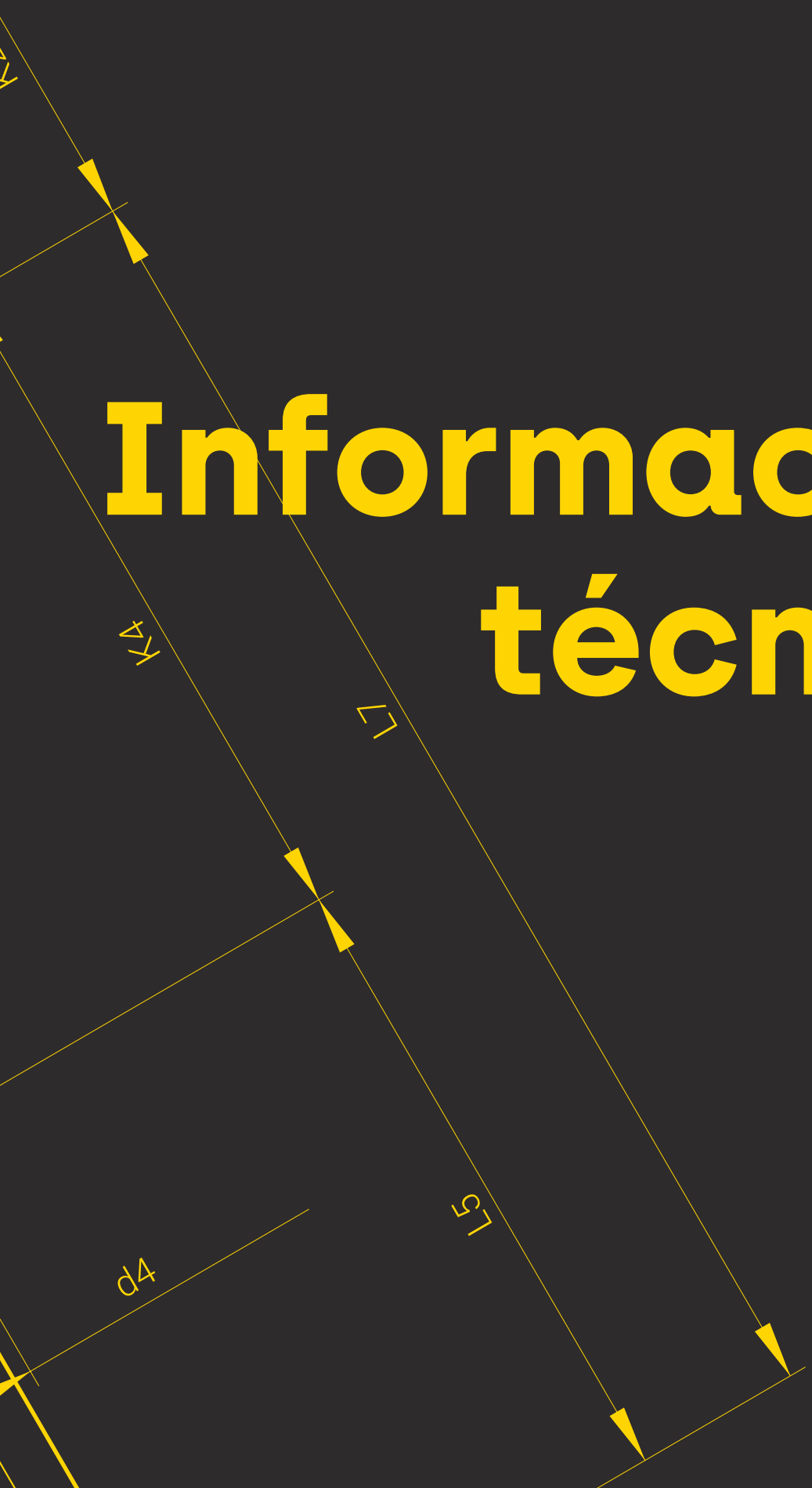


3. Aplicaciones

Cajas eléctricas, envolventes, contadores eléctricos, contadores de gas, taxímetros.

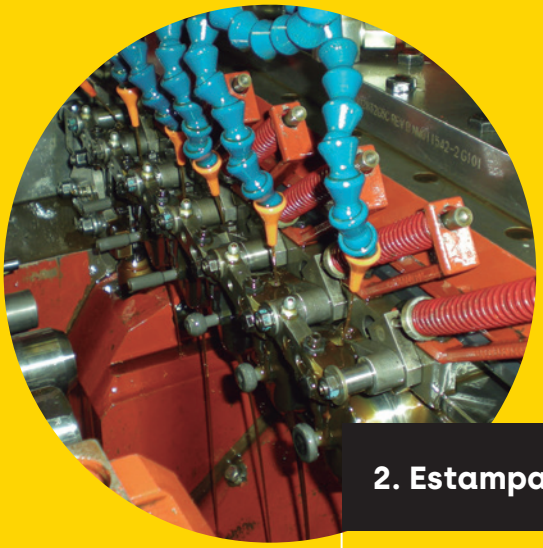

d6
R1
K5
R1
L4

Información técnica



1. Diseño de utillajes

El diseño óptimo de los utillajes utilizados en la fabricación es clave para asegurar la calidad de las piezas fabricadas.
La oficina técnica diseña los utillajes para la fabricación de todas las referencias y cuenta con un software para la simulación del proceso de deformación de la pieza que nos permite realizar un análisis preliminar de los esfuerzos de deformación en frío previo a la industrialización.
El taller de mecanizado ofrece un soporte óptimo e inmediato a las líneas de producción.



2. Estampación

El proceso de estampación en frío parte de un alambre que se deforma para conseguir la cabeza, la impronta y el vástago del tornillo. Dependiendo de la complejidad de la geometría del tornillo se fabrica en las líneas de estampación de 2, 3, 4 ó 5 estaciones. Todas las líneas incorporan un dispositivo de control de esfuerzos para detectar posibles roturas de utillaje.

3. Roscado

La rosca del tornillo se forma por la presión que ejercen los peines sobre el vástago consiguiendo la rosca por laminación del material.
El montaje de arandelas cautivas se realiza en una máquina especialmente diseñada para incorporar la arandela en el vástago y roscar inmediatamente. Todas las líneas incorporan un dispositivo de control de esfuerzo de roscado.

Proceso de

4. Tratamiento térmico

Para obtener las propiedades mecánicas requeridas, cada familia de producto se somete al tratamiento térmico de temple y revenido o carbonitruración, de acuerdo a la DIN ISO 898 o a las normas de fabricación de los tornillos de la familia TAPTITE® y REMFORM® II™. Desde hace más de 10 años el acero utilizado para la fabricación de nuestra gama de tornillos es libre de fosfatos, contribuyendo enormemente al cuidado del medio ambiente y reduciendo el riesgo de fragilidad.
Los parámetros de proceso están controlados por el software de la instalación que garantiza las condiciones de proceso y la trazabilidad de todos los lotes procesados.

6. CELOSmart®

El sistema de calidad CELOsmart® incluye diferentes modalidades de inspección que aseguran una alta homogeneidad y una instalación sin incidencias en líneas de montaje automáticas. En función de las necesidades concretas de la aplicación las piezas pasan por el proceso de selección por láser, selección óptica o bien selección mecánica.
Más información acerca del sistema de calidad CELOsmart® en la pág. 126.

5. Tratamiento superficial

Los tornillos incorporan un recubrimiento para protegerlos contra la corrosión y mejorar su estética. Podemos aplicar una extensa gama de recubrimientos, diferenciando entre electrolíticos y orgánicos llegando hasta las 1000 horas de resistencia a la niebla salina.
Más información acerca de los recubrimientos disponibles en la pág. 122.

7. Envasado

Disponemos de sistemas de envasado in-line con las máquinas de inspección para garantizar la ausencia de mezclas y contaminación del lote una vez inspeccionado.
El proceso de envasado en las líneas de inspección óptica incluye la opción de cajas de cartón y bolsas con film ESD.

fabricación

Tipos de Cabeza

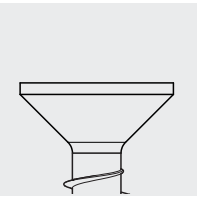
La cabeza del tornillo aloja la impronta y transmite la fuerza de compresión a las piezas del ensamblaje. El diseño de la cabeza dependerá de su función en la aplicación y de la superficie donde apoya. Para determinar las dimensiones de la cabeza pueden seguir las indicaciones de las normas ISO/DIN que detallan las medidas para diferentes tipos de impronta, tipo y calidad de la rosca. Las recomendaciones generales pueden modificarse de acuerdo a la necesidad de cada aplicación, reduciendo la altura o ampliando el diámetro de la cabeza o de la arandela estampada.

En muchos casos es necesario un tornillo de cabeza sobredimensionada en relación al diámetro de la rosca. Este hecho puede ser consecuencia de una arandela de grandes dimensiones o bien por una cabeza con gran volumen de material para evitar la rotura en el momento de realizar el apriete. En estos casos es preciso analizar la viabilidad del proceso de estampación, y proceder a la estampación en 4 o 5 estaciones o bien la realización de mecanizados posteriores.

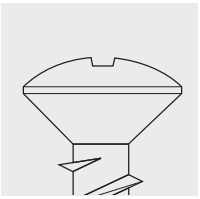
A continuación, se detallan los tipos de cabeza más habituales fabricados por CELO:

Cabeza alomada
TORX®, TORX Plus® / AUTOSERT®
Impronta cruciforme (Pozi, Phillips, Combi)

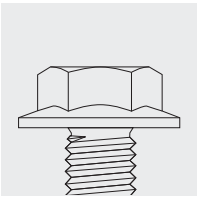
Cabeza alomada con arandela estampada
TORX®, TORX Plus® / AUTOSERT®
Impronta cruciforme (Pozi, Phillips)



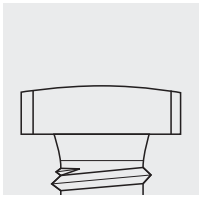
Cabeza avellanada
TORX®, TORX Plus® / AUTOSERT®
Impronta cruciforme (Pozi, Phillips)



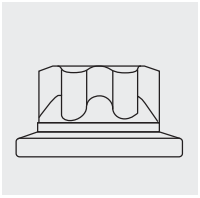
Cabeza gota de sebo
TORX®, TORX Plus® / AUTOSERT®
Impronta cruciforme (Pozi, Phillips, Combi)



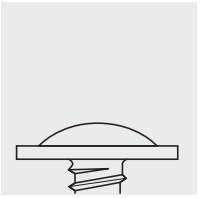
Cabeza hexagonal arandela estampada
puede incluir la impronta TORX®, TORX Plus® / AUTOSERT®



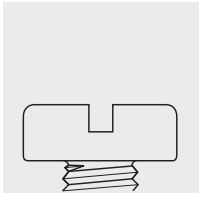
Cabeza cuadrada,
puede incluir recortes o ranuras especiales



TORX Plus® externo con arandela estampada



Cabeza ancha con arandela estampada.
Impronta Phillips poco profunda



Cabeza cilíndrica
TORX®, TORX Plus® / AUTOSERT®
Impronta cruciforme combinada

Tipos de impronta

La impronta es el punto de unión entre el sistema de atornillado y el tornillo. Es uno de los elementos principales de un tornillo ya que es la responsable de la transmisión del giro del atornillador y permite el montaje del tornillo. La fuerza de giro se mide con una magnitud conocida como par, la impronta absorbe el par y lo transmite al tornillo.

La impronta consiste normalmente en una hendidura o encaje en la cabeza del tornillo, aunque también puede tener forma de relieve o salientes. Otros nombres que recibe una impronta son: huella, encaje, cruz, mortaja y entalla.

Características básicas

Existen numerosos parámetros que definen el comportamiento de una impronta.
A continuación, se definen aquellos factores más importantes a tener en cuenta:

- **Transmisión de par:** es la característica más importante de una impronta. Cuanto menos esfuerzo de giro se pierda en la transición punta-impronta, mejor será la transmisión de par. Una elevada transmisión de par nos permite ahorrar energía en el proceso de atornillado, así como evitar problemas de coronado o rotura de impronta.

- **Camout o fuerza de expulsión:** es la fuerza de reacción resultante de la transmisión de par entre paredes no perpendiculares al eje de giro del tornillo. El efecto de camout disminuye considerablemente la transmisión de par y dificulta el montaje. Cuanto mayor sea el par que debamos aplicar, mayor será la fuerza de expulsión y mayor el esfuerzo a realizar para compensar esta fuerza de expulsión.

- **Apuntabilidad:** es la propiedad que tienen algunas improntas de orientar el tornillo en el sentido del eje de giro, para facilitar su encaramiento en el agujero o bien para que podamos aplicar la precarga correspondiente en un tornillo autotaladrante o autoperforante sin que este se nos escape.

- **Velocidad de engarce:** es la rapidez con la que la punta de atornillar encuentra el hueco de la impronta y puede empezar a transmitir el par. Habitualmente, cuanto menos tenga que girar la punta para entrar en la impronta, mayor será la velocidad de engarce. Por este motivo, improntas simétricas de seis lóbulos tienen una velocidad de engarce mayor que las cruciformes (solo cuatro lóbulos).

- **Desgaste:** las puntas de atornillar sufren un desgaste por el uso. El rozamiento y la fatiga entre otros factores debilitan la punta con el uso continuado. Es importante elegir una impronta que minimice el consumo de puntas, debido a su elevado coste y asegurar que el sistema punta-impronta utilizado sea el correcto.

- **Stick fit:** el stick fit es la capacidad que tienen algunos sistemas punta-impronta de quedar encajados el uno con el otro sin necesidad de utilizar un portapuntas magnético. Esta capacidad se debe a una interferencia entre la geometría de la punta y la de las paredes internas de la impronta que las mantiene unidas por fricción. Esta característica es muy valorada en montajes de difícil accesibilidad, en las que el tornillo puede caerse previo a su instalación. No es una característica compatible con líneas de montaje automáticas.

- **Inviolabilidad:** las improntas inviolables requieren puntas específicas que permitan la transmisión de par adecuada.

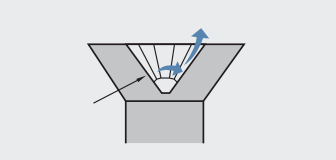
- **Indesmontabilidad:** las improntas indesmontables no permiten su posterior manipulación una vez instalado el tornillo.

Muchas de las improntas existentes son desarrollos patentados por diferentes empresas y otras están normalizadas por alguna entidad internacional que las define. Las normas internacionales más conocidas son las correspondientes a las improntas cruciformes y a las hexalobulares, pero existen patentes originales de uso extenso que permiten un mejor rendimiento punta-impronta.

Es importante destacar que el correcto engarce se consigue utilizando la punta adecuada para cada impronta. Por ello podemos afirmar que las puntas y las improntas con licencia constituyen un sistema que debería ser indisoluble, si no queremos mermar las propiedades del engarce entre ambas.

Una pequeña variación en las tolerancias, en el ángulo de las paredes internas o en la profundidad de la huella puede facilitar el deterioro de las puntas o causar problemas de ergonomía.

Las normas internacionales que definen las improntas son las siguientes:
DIN EN ISO 10664 - DIN EN ISO 4757

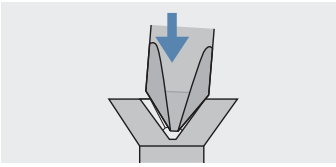


La conicidad de las paredes provoca la expulsión de la punta, efecto *camout*.

PHILLIPS

La impronta cruciforme PHILLIPS es una cruz de cuatro brazos iguales y forma cónica que puede combinarse con una ranura.

- El principal problema de la impronta PHILLIPS es el **efecto *Camout***. Debido a la conicidad de las paredes internas, la punta de atornillar tiene tendencia a escaparse de la impronta y dañar la superficie de la tapa. Para compensar esta fuerza de expulsión es preciso aplicar un esfuerzo en el sentido del atornillado que reduce la vida útil de las puntas.
- La dificultad del engarce de la punta en la impronta comporta una **baja transmisión de par.**



Esfuerzo para compensar el efecto del *camout*.

POZI

La impronta cruciforme POZI mejora el rendimiento respecto a la impronta PHILLIPS. Se distingue visualmente de la impronta PHILLIPS por cuatro pequeñas marcas radiales entre los cuatro brazos.

- Las paredes internas tienen menor conicidad, en consecuencia, se reduce el efecto de ***camout***
- Mejora la transmisión de par respecto a la impronta PHILLIPS.
- A pesar de que las paredes internas tienen menor conicidad **persiste el efecto de *camout* y la baja transmisión de par.**

COMBI

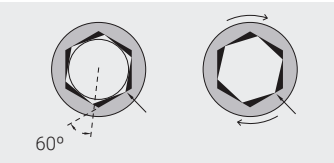
Se trata de una impronta POZI o PHILLIPS combinada con una ranura, principalmente se utiliza para componentes de material eléctrico.

- Se fabrica por estampación, lo que permite una reducción de costes importante respecto a la ranura.
- Permite la utilización de puntas POZI o PHILLIPS en la línea de montaje, manteniendo la accesibilidad de la RANURA para el instalador.

ALLEN

Se trata de una impronta hexagonal de paredes verticales que permite atornillar en sistemas que requieran elevados pares de apriete (clases de resistencia 12.9, 10.9…). No es aconsejable para líneas de ensamblaje automáticas.

- El ángulo de incidencia de 60° dificulta la transmisión de par.
- La punta de atornillar ejerce un contacto puntual en las aristas de la impronta, provocando el coronamiento de la impronta y la creación de tensiones en la cabeza del tornillo.
- Para garantizar que la transmisión de par sea efectiva, se requiere una importante profundidad de huella, lo que obliga a utilizar una gran altura de cabeza.

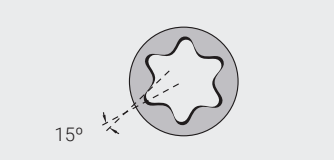


El contacto puntual puede generar tensiones y dañar la cabeza del tornillo.

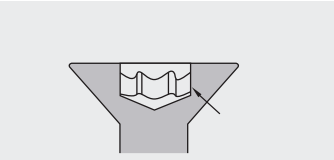
TORX®

La impronta hexalobular TORX® representó un gran avance para el ensamblaje en líneas de montaje manual y automatizado.

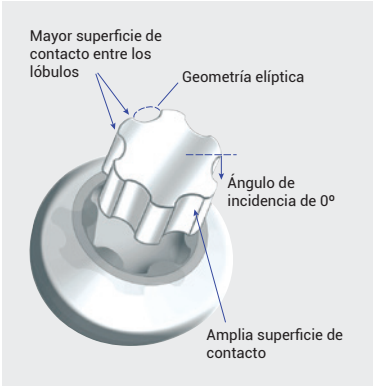
- Las paredes verticales eliminan el efecto de *camout*, eliminando el esfuerzo axial y permitiendo un montaje ergonómico.
- Los seis lóbulos permiten una mayor velocidad de engarce que una impronta cruciforme. Permite una mejor transmisión de par que la huella ALLEN.
- El ángulo de incidencia de 15° provoca una pequeña tensión radial, reduciendo la vida útil de las puntas.
- Mejora la transmisión del par respecto las improntas cruciformes.
- No obstante, requiere una elevada profundidad de huella para maximizar la eficiencia en la transmisión de par.
- La tolerancia entre la punta y la impronta puede dificultar el alineamiento en líneas de alta velocidad de ensamblaje



El ángulo de 15º provoca cierta tensión radial, reduciendo la vida útil de las puntas.



La verticalidad de las paredes elimina el efecto de *camout*



TORX PLUS®

La impronta TORX PLUS® es una evolución de la impronta TORX® que permite un ensamblaje más eficiente, **aumenta la productividad y reduce los costes** en líneas de montaje automatizadas.

Ventajas

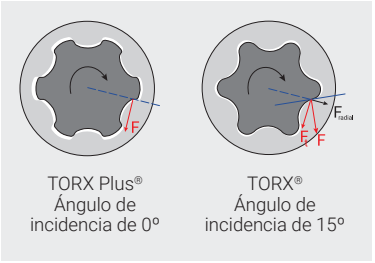
- El incremento en la resistencia a la torsión aumenta la **transmisión del par** a la impronta.
- Aumenta la **vida útil de las puntas** y con ello reduce los paros en la línea de montaje.
- **Reduce la fatiga muscular** en montajes manuales y semi-automáticos.

Las características de diseño y funcionalidad de la impronta TORX PLUS®, la convierten en una de las **mejores improntas para líneas de montaje automatizadas.**

Características

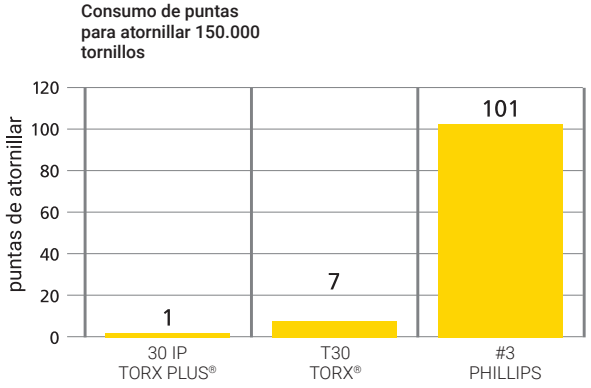
- **Geometría elíptica:** La configuración elíptica de los lóbulos maximiza el engarce entre la punta y la impronta. La fuerza de atornillado se distribuye en una mayor superficie de contacto, eliminando de esta manera el contacto puntual y **aumentando la vida útil de las puntas.**
- Las paredes verticales eliminan virtualmente el efecto *camout:*
  - Las puntas de atornillar se ajustan perfectamente a la impronta, reduciendo el riesgo de que ésta se escape y dañe la superficie de la pieza.
  - Elimina el esfuerzo axial para mantener la punta en el interior de la impronta, con lo que se reduce la fatiga muscular en el montaje manual.
- **El ángulo de incidencia de 0°** entre la punta y la impronta aumenta la superficie de contacto, asegura una óptima transmisión de par y elimina la tensión radial producida por el contacto puntual que podría dañar la impronta del tornillo.

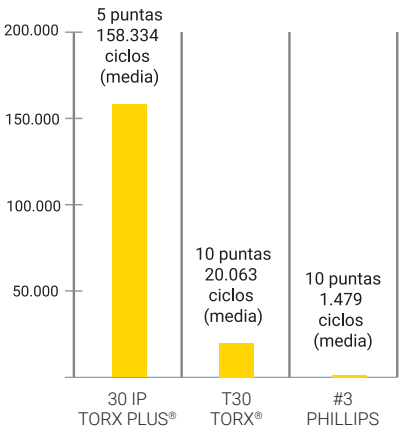
  La mayor superficie de contacto en los lóbulos **permite un engarce más rápido, maximiza la transmisión de par y aumenta la resistencia a la torsión.**



TORX Plus®
Ángulo de incidencia de 0º

TORX®
Ángulo de incidencia de 15º

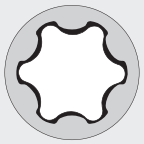




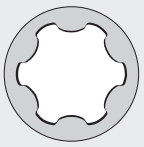
Prueba de durabilidad
Número de tornillos montados con una punta de atornillar

Las pruebas de durabilidad realizadas demuestran una **notable reducción de costes de producción y un aumento de la productividad**. Esto es el resultado de un menor consumo de puntas y de la disminución de las incidencias y paros de la línea por el desgaste de las mismas.

Los tornillos con impronta TORX PLUS® pueden ser manipulados con puntas TORX®. Esta solución deberá aplicarse solo en casos excepcionales ya que no se obtienen las ventajas y rendimiento del sistema de atornillado TORX PLUS®.



Punta de atornillar TORX®
en tornillo impronta TORX Plus®



Punta de atornillar TORX Plus®
en tornillo impronta TORX Plus®

Dimensiones de la impronta

Las dimensiones de la impronta varían en función del diámetro del tornillo y pueden modificarse en función de las necesidades de cada aplicación.

En la tabla siguiente se muestran las medidas de la impronta TORX PLUS® recomendadas para diferentes tipos de rosca:

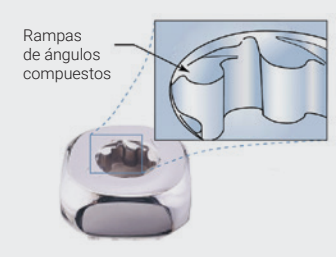
Gama REMFORM® II™ (1) y CELOspArk®

Diámetro del tornillo												
1.6	**1.8**	**2.0**	**2.3**	**2.5**	**3.0**	**3.5**	**4.0**	**4.5**	**5.0**	**6.0**	**7.0**	**8.0**
5 IP	5 IP	6 IP	7 IP	8 IP	10 IP	15 IP	20 IP	20 IP	25 IP	30 IP	40 IP	40 IP

Gama TAPTITE® (2) y Rosca métrica

Diámetro del tornillo								
M1,5	**M2**	**M2,5**	**M3**	**M3,5**	**M4**	**M5**	**M6**	**M8**
5 IP	6 IP	8 IP (3)	10 IP	15 IP	20 IP	25 IP	30 IP	40 IP

La impronta TORX® sigue las mismas recomendaciones en todos los casos.
(1) incluye REMFORM® II™, REMFORM® II™ "HS" y REMFORM® II™ "F"
(2) incluye TAPTITE 2000®, TAPTITE II®, POWERLOK®, FASTITE®2000™ y EXTRUDE-TITE®
(3)10 IP para cabeza avellanada



TORX PLUS® AUTOSERT®

La impronta TORX PLUS® con la versión AUTOSERT® incorpora unas rampas de posicionamiento en la parte superior de los lóbulos para facilitar la inserción y el engarce de la punta de atornillar.

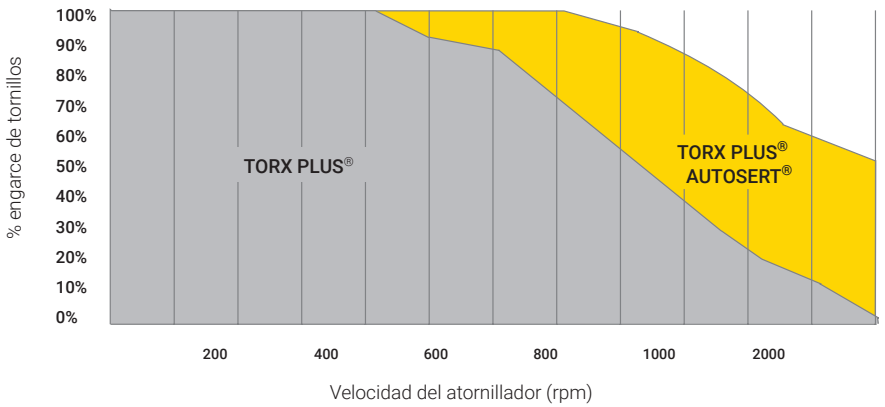
Se recomienda esta opción especialmente en líneas de montaje automatizadas, robotizadas y en aquellas situaciones en las que la punta está en continua rotación.

Ventajas

- **Aumenta la velocidad de engarce.**
- Permite el **engarce a elevadas revoluciones,** no es necesario reducir la velocidad de atornillado para alinear y engarzar punta e impronta.
- Reduce el tiempo de ensamblaje.

Las características de la impronta TORX PLUS® AUTOSERT® permiten incrementar la productividad de la línea de ensamblaje hasta un 5% (en función de la cadencia de la línea).

Pruebas realizadas en el laboratorio muestran el engarce del 100% de los tornillos con la versión AUTOSERT® a una velocidad de atornillado de 700 rpm.



Los tornillos con impronta **TORX PLUS® AUTOSERT®** utilizan puntas de atornillar **TORX PLUS®**

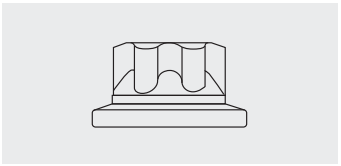
Variantes de la impronta TORX PLUS®

- **TORX PLUS® Inviolable**
  Se trata de la impronta TORX PLUS® pero con cinco lóbulos en lugar de seis y un pivote en el centro. Está disponible para diámetros a partir de M2,5.

  Las puntas para atornillar de este tipo de impronta son de distribución controlada, por lo que la manipulación puede hacerse únicamente por personal autorizado. La ventaja principal de esta impronta Incluso con la rotura del pivote, no se puede manipular el tornillo.

TORX PLUS® Inviolable

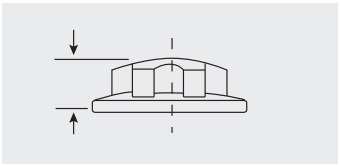
- **TORX PLUS® External**
  Diseñado con la misma configuración elíptica que la impronta TORX PLUS® interna, posibilita la máxima transmisión del par disponible. Para su instalación y desmontaje se precisa de llaves TORX PLUS®, no es posible utilizar llaves TORX®.



TORX PLUS® External

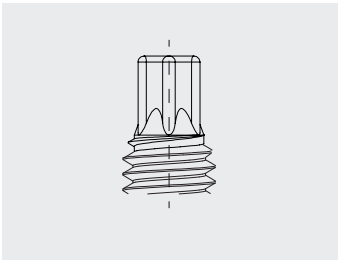
- **TORX PLUS® External Low Profile**
  Esta versión ofrece una elevada resistencia y una mayor transmisión del par que la impronta interna equivalente. La altura de cabeza es similar a la del diseño alomado o hexagonal, pero con un menor peso.

  El diseño optimizado minimiza el espacio necesario para acomodar la cabeza y reduce el desgaste de la llave de atornillar. Para su instalación y desmontaje se precisa de llaves especiales.



TORX PLUS® External Low Profile

- **TORX PLUS® STEM**
  La impronta TORX PLUS® Externa estampada en uno de los extremos de los espárragos de doble rosca simplifica y facilita el montaje de la pieza.

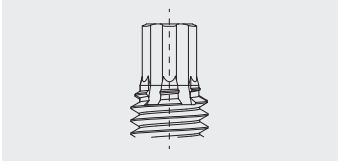


TORX PLUS® STEM

- **TORX PLUS® MAXX**
  Se trata de una mejora de la impronta TORX PLUS® STEM que, aplicada en el extremo de un tornillo, permite la aplicación de un mayor par de apriete.

  Esta versión elimina la zona de transición de la impronta a la rosca, mejorando el par de rotura de la pieza.

  Para su instalación y desmontaje se precisa de llaves especiales.



TORX PLUS® MAXX

Recubrimientos

Fig.48. Medición del espesor de capa por rayos-X.

A los tornillos y demás elementos de ensamblaje fabricados a partir de acero se les aplica un recubrimiento superficial con el objetivo de protegerlos contra la corrosión y/o mejorar su estética. La resistencia a la corrosión se expresa en HNS (Horas de Niebla Salina).

Existen multitud de recubrimientos en el mercado cuya resistencia a la corrosión depende, no sólo del tipo de recubrimiento, sino también de la calidad del proceso aplicado. Para evaluar su rendimiento existen diversos métodos de ensayo, tales como la determinación del espesor de capa, ensayos climáticos y test de adherencia entre otros. Estos ensayos son complementarios y deben ser utilizados con criterio para evitar conclusiones erróneas. En todos los casos recomendamos seguir las normas de referencia internacionales.

Espesor de capa

Existen varios métodos para la determinación del espesor de capa. Su elección dependerá del material base, del recubrimiento aplicado, de la geometría de la pieza… Para los tornillos y demás elementos de fijación con base férrea y geometría complicada (poca superficie lisa), el método más extendido, por su rapidez y fiabilidad, es la determinación del espesor por rayos-X. Para ello es fundamental que la capa de recubrimiento sea de un material metálico homogéneo, como es el caso de los recubrimientos electrolíticos con base Zinc, Níquel o Cobre.

La norma ISO 4042 constituye la principal referencia a la hora de especificar los recubrimientos y sus características técnicas.

En general, cuanto mayor es la capa de recubrimiento, mayor será su resistencia a la corrosión, si bien intervienen otros factores como la adherencia, la calidad del pasivado y la presencia de un Sellante. Estos parámetros no pueden ser evaluados por ninguna de las técnicas de determinación del espesor de capa, requiriendo ensayos adicionales como los descritos a continuación.

Fig.49. Aparición de corrosión blanca y corrosión roja en los tornillos.

Cámara de niebla salina

La Cámara de Niebla Salina (CNS) trata de reproducir las peores condiciones ambientales para un material férreo, como es el ambiente marino. Esta técnica permite evaluar la calidad del recubrimiento de una forma global, pero su tiempo de ensayo (de 3 a 48 días dependiendo del recubrimiento) la hace poco práctica para el control de calidad diario.

Existen varias normas de referencia, como DIN 50.021, ISO 9227 e incluso ATSM B-117, que describen exactamente las dimensiones de la cámara de ensayo, el volumen de niebla a pulverizar y la concentración de sal (5% NaCl).

Cuando una pieza de base férrea con recubrimiento se somete a ensayo, se mide el tiempo (en horas) que tarda en aparecer la corrosión blanca y la corrosión roja. La corrosión blanca indica que ha empezado el proceso la oxidación del Zinc presente en la capa de recubrimiento. Esta oxidación blanca evolucionará hasta agotar el Zinc y llegar a la oxidación del hierro, apareciendo la corrosión roja. La corrosión roja conlleva lleva la fragilización del tornillo y su posible rotura, por lo que es realmente importante retrasarla. La corrosión blanca debe tenerse en consideración en casos de alto requerimiento estético.

Cabe destacar que, aunque ha habido varios intentos de extrapolar las horas de resistencia en CNS de un recubrimiento a tiempo real, son aproximaciones basadas a unos datos ambientales que pueden ser distintos a los que finalmente estará sometido el recubrimiento.

Actualmente se están fomentando métodos de medida de la corrosión acelerados que tienen en cuenta cambios cíclicos en las condiciones de ensayo en cuanto a salinidad y temperatura (ensayos de ciclos).

Fig.50. Los ensayos en la cámara de niebla salina se realizan de acuerdo a lo establecido en el plan de control.

Recubrimiento electrolítico

El recubrimiento electrolítico es una capa metálica protectora depositada en la superficie del tornillo por inmersión en solución acuosa. El proceso a seguir es el siguiente: se aplica una corriente eléctrica entre un electrodo negativo con el elemento químico para la protección de las piezas (Zinc, Níquel, Cobre, Estaño) y un electrodo positivo en contacto con las piezas a tratar. Los tornillos quedaran cubiertos por captación electrolítica.

La elección del elemento químico dependerá del rendimiento que se desee del recubrimiento: protección contra oxidación, conductividad, aspecto, etc…

Para el caso de los tornillos y demás elementos de fijación, donde mayoritariamente se busca protección contra la oxidación, se utiliza el Zinc y sus aleaciones Zinc-Níquel y Zinc-Hierro. La capa de Zinc o cualquiera de sus aleaciones no son suficientes para proteger la pieza y se requiere de un pasivado, que establece su resistencia a la corrosión final y su color.

En los últimos años, y con la prohibición del uso del Cr (VI) por las diferentes directivas europeas (RoHS y ELV), se han desarrollado distintos Sellantes para aplicar sobre los recubrimientos electrolíticos de Zinc, Zinc-Níquel y Zinc-Hierro. Su prohibición empezó por los sectores más sensibilizados como es la automoción y la electrónica, pero se está extendiendo de forma generalizada. El Cr (VI) es el último estado de oxidación del Cromo y su presencia en un recubrimiento es debida a la conversión crómica que se realiza en la pasivación del Zinc y le proporciona gran resistencia a la corrosión. El Cr (VI) se ha sustituido en gran parte por el Cr (III), que debe ser combinado con Sellantes para llegar a equiparar la resistencia antes obtenida. Asimismo, la tonalidad del color amarillo y negro no son las obtenidas con el Cr (VI).

En la tabla siguiente se muestran los recubrimientos electrolíticos de mayor aplicación:

Recubrimiento	Espesor (µm)	Corrosión blanca (h)	Corrosión roja (h)	Denominación ISO 4042
Cincado plata Cr (III)	5	24	72	Zn5/An
Cincado plata Cr (III) + Sellante	5	48	96	Zn5/An/T2
Cincado Cr (III) + Sellante negro	10	48	120	Zn10/Fn/T2
Cincado plata Cr (III) + Sellante	8	72	144	Zn8/An/T2
Cincado iridisado Cr (III)	8	72	168	Zn8/Cn
Cincado iridisado Cr (III) + Sellante	8	96	240	Zn8/Cn/T2
Zn-Ni transparente + Sellante	8	240	720	ZnNi8/An/T2
Zn-Ni negro + Sellante	8	200	720	ZnNi8/Fn/T2
Zn-Ni transparente + Sellante alta resistencia	8	240	960	ZnNi8/An/T7
Zn-Ni negro + Sellante alta resistencia	8	240	960	ZnNi8/Fn/T7

Riesgo de fragilización por hidrogenación

La hidrogenación es la oclusión de átomos de hidrógeno dentro de la estructura metálica del acero durante la aplicación del recubrimiento electrolítico, causando fisuras submicroscópicas y una pérdida de ductilidad o de capacidad para soportar cargas. Cuando se aplica al tornillo un par de apriete elevado, o bien éste está sometido a esfuerzos, el átomo de hidrógeno tiende a desplazarse hacia las zonas de tensión, provocando la rotura del tornillo. Este fenómeno se conoce como fragilización por hidrogenación. El riesgo de fragilización por hidrogenación aumenta con la dureza del tornillo. Se reconoce la rotura por hidrogenación porque "salta" la cabeza del tornillo y lo hace al cabo de unas horas posteriores al montaje.

Debido a que la fragilización por hidrogenación afecta a los tornillos de elevada dureza, la norma sugiere el proceso de deshidrogenado a los tornillos con durezas superiores a 360HV.

El deshidrogenado es un proceso térmico que alivia las tensiones reduciendo el contenido de hidrógeno en la pieza. La norma ISO 4042 establece que, incluso aplicando un proceso de deshidrogenado, no se puede garantizar la eliminación total de la fragilidad por absorción de hidrógeno. Si se desea una probabilidad reducida deberían evaluarse procedimientos alternativos.

En CELO se aplica el proceso de deshidrogenado en los tornillos:

- TAPTITE 2000®, TAPTITE II®, FASTITE® 2000™, POWERLOK®, EXTRUDE-TITE®
- REMFORM®II™, REMFORM®II™ "HS", REMFORM®II™ "F"
- IBI-ZAS.
- PLASTITE®.
- Tornillos Clase 8.8 y 10.9
- Tornillos CELOspArk® y rosca chapa bajo requerimiento del cliente.

Recubrimiento orgánico. Láminas de Zinc-aluminio

Láminas de Zinc-aluminio, o también llamado Zinc Lamelar, es un recubrimiento orgánico que contiene pequeñas láminas de estos dos metales dispersas en una formulación base disolvente. Se pueden aplicar por inmersión o spray, dependiendo del tamaño de la pieza, y se realiza un curado posterior con temperatura.

En CELO, el recubrimiento orgánico se aplica por inmersión y centrifugado. Se aplica un mínimo dos capas para garantizar una capa protectora uniforme y a continuación se introducen en un horno a temperaturas superiores a 200°C para su polimerización. El espesor del recubrimiento, y así el número de capas, estará limitado por el diámetro del tornillo, o para ser más precisos, por el paso de rosca. La norma ISO 10683 indica los espesores máximos para roscas métricas ISO y según su posición de tolerancia.

En este tipo de recubrimientos se debe distinguir entre el Base Coat que es de color gris, y el Top Coat que puede ser incoloro, negro, azul, verde, rojo…siendo los más habituales el gris, el negro y el azul. El proceso de inmersión y centrifugado es idéntico para ambos, siendo el Base Coat el que realmente tiene propiedades de protección contra la corrosión. Si se desean los colores negro, azul u otros, las capas de Top Coat debe aplicarse sobre una o dos capas de gris, llegando a la aplicación de 4 a 5 capas. Con el número de capas aumenta el espesor de recubrimiento y mayor es el riesgo de bloquear la rosca y las improntas internas, de manera que la elección de colores y alta resistencia a la corrosión suele comprometer la funcionalidad de la rosca.

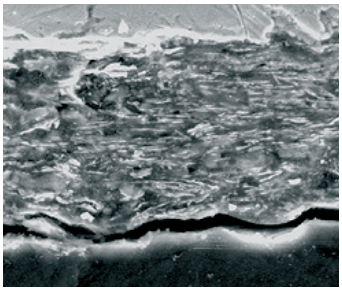


Fig.51. Captura microscópica de las láminas de Zn - Al.

El recubrimiento orgánico cumple con las directivas medioambientales europeas ELV y RoHS: está libre de Cr (VI) y de metales pesados como el Cadmio, Plomo y Mercurio.

Ventajas:

- **Excelente resistencia a la corrosión.** Las múltiples láminas superpuestas de Zinc y aluminio proporcionan una excelente barrera a la corrosión. El elevado contenido de Zinc proporciona una protección galvánica. La acción protectora se mantiene hasta temperaturas cercanas a los 200°C.
- **Capacidad bimetálica**. Debido a la concentración de aluminio en el revestimiento se logra una buena resistencia a la corrosión bimetálica.
- **No existe riesgo de fragilización por hidrogenación**. A diferencia de los recubrimientos electrolíticos, los productos tratados con recubrimiento orgánico no tienen el riesgo de fragilización por hidrogenación por la ausencia de electrólisis en el proceso de recubrimiento.
- **Resistencia a los disolventes.** Una vez polimerizado, el recubrimiento es resistente a los disolventes, gasolina, líquido para frenos, etc.

CELOsmart®

El proceso de inspección de CELO para líneas de montaje automatizadas.

El tornillo es uno de los componentes más pequeños que se incluyen en los productos que fabrican nuestros clientes y habitualmente considerado como C-parts. Pero sin duda alguna, la calidad del tornillo es fundamental para asegurar la máxima eficiencia de la línea de montaje y garantizar la funcionalidad del producto acabado durante su vida útil.

Asimismo, el avance de nuestros clientes hacia la automatización requiere de piezas más precisas, fiables y con el objetivo de "cero defectos" que permita su instalación en líneas de montaje completamente automatizadas.

El proceso CELOsmart® comienza en la fase conceptual del producto; nuestros ingenieros de aplicaciones, en colaboración con el cliente, definen el diseño y tolerancias de las piezas para asegurar la máxima productividad en las líneas de montaje automáticas.

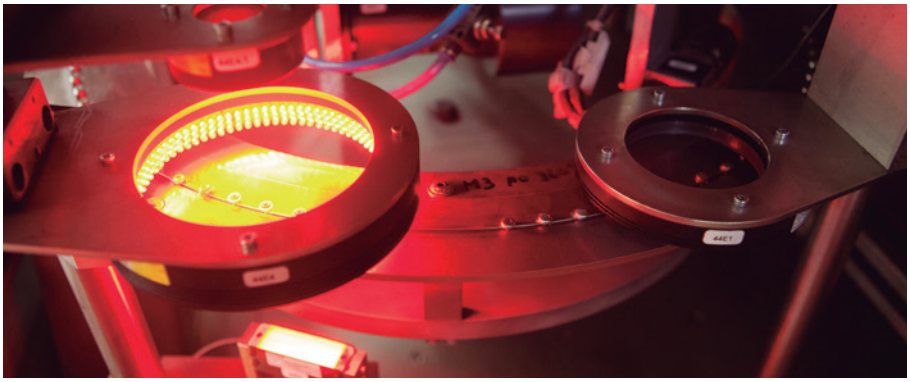
Las características más relevantes del diseño se identifican, monitorizan y registran a lo largo del proceso de fabricación siguiendo el Plan de Control:

- Dispositivos de control de la presión de estampación y de roscado,
- Métodos de verificación dimensional
- Control Estadístico de Procesos (SPC)
- Control de condiciones de proceso en el tratamiento térmico
- Control de proceso y del espesor del recubrimiento superficial

La última etapa del proceso CELOsmart® es la inspección unitaria para minimizar las piezas no conformes en el lote de fabricación.

CELOsmart® incluye diferentes modalidades de inspección que aseguran un alto nivel de calidad del producto para asegurar el mejor rendimiento de las líneas de montaje automatizadas. En función de las necesidades de la instalación las piezas pasan por el proceso de selección por láser, corrientes Eddy, selección óptica o bien selección mecánica.

Estos procesos de selección se realizan bajo demanda expresa de cliente, por lo que recomendamos solicitar presupuesto a nuestro departamento comercial.



Selección óptica y láser

CELO pone a su disposición la tecnología más novedosa en visión artificial óptica y por láser del 100% de las piezas, que nos permite detectar defectos en las dimensiones de la cabeza, impronta, vástago y rosca a 360°. Mediante estos sistemas de inspección se garantiza la conformidad de las piezas dentro de los parámetros de control establecidos y de acuerdo a las especificaciones acordadas.

Disponemos de máquinas de selección óptica con diferente número de cámaras que permiten una mejor detección en función de la complejidad de la pieza y de las cotas a controlar.

Es importante delimitar el número de características a inspeccionar para realizar una selección más efectiva. Estas características se especifican en el plano de la pieza.

El sistema de detección por corrientes Eddy incluida en las máquinas de selección por láser, permite segregar piezas con defectos metalográficos y de tratamiento térmico.

El concepto de "cero defectos" es el objetivo, pero no implica 0 ppm*. De acuerdo a la Norma UNE-EN ISO 16426, después de la inspección automática (selección óptica o láser) todavía puede quedar un porcentaje medio de no conformidades de alrededor de 10 ppm por cota crítica seleccionada.

*partes por millón, es el número de piezas no conformes aceptables por 1.000.000 de piezas inspeccionadas

CELO

CELOsmart®

Smart sorting
Automated assemblies

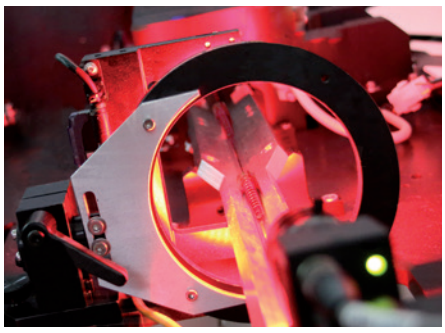


Fig.52. Detalle del paso del tornillo por la máquina de selección por láser.

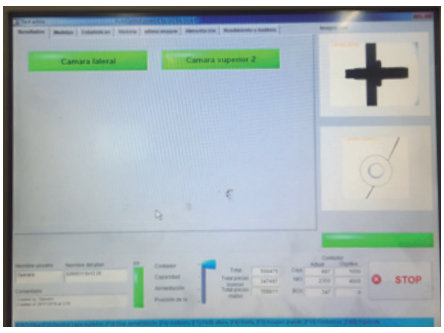


Fig.53. Pantalla de control de registros.

CELO

CELOsmart®

Mechanical sorting
Automated assemblies

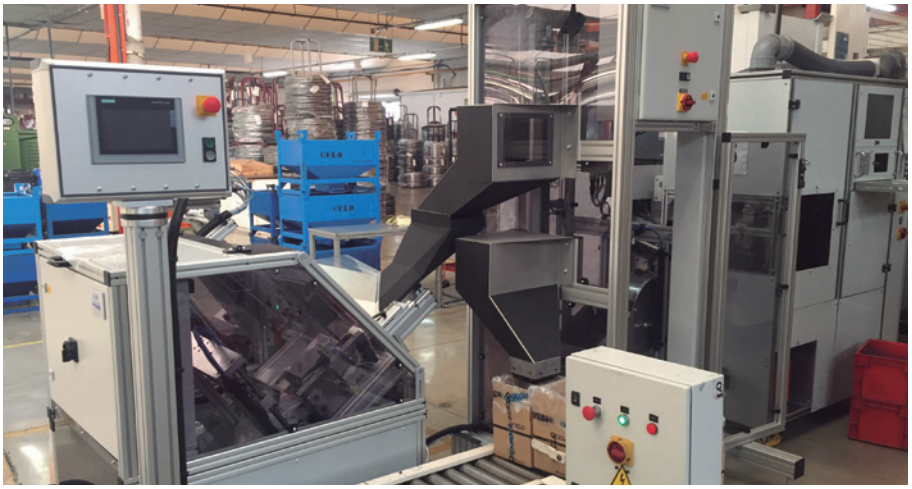
Selección mecánica

La inspección mediante selección mecánica nos permite detectar problemas de mezcla o contaminaciones de tornillos que se hayan podido producir en cualquier fase del proceso productivo, así como diferencias dimensionales en el diámetro de la cabeza.

Envasado

Para evitar la contaminación del lote una vez inspeccionado, nuestras líneas de inspección tienen el proceso de envasado incorporado inmediatamente después y en línea con el proceso de selección.

El proceso de envasado en las líneas de inspección óptica incluye la opción de bolsas de plástico (opcionalmente antiestáticas). Recomendamos esta opción como alternativa a las cajas de cartón para las plantas de fabricación de componentes electrónicos.



Licencias y patentes

Las plantas de producción de CELO en Estados Unidos, España y China cuentan con las siguientes licencias de fabricación:

- Productos registrados por la empresa REMINC/CONTI Fasteners AG: REMFORM® II™ HS" , REMFORM® II™, REMFORM® II™ "F", PLASTITE® 60, PLASTITE® 48-2, PLASTITE® 45, PUSTITE® II, TAPTITE II® , TAPTITE 2000®, TAPTITE 2000® “SP”™, TAPTITE 2000® “CA”™, FASTITE® 2000™, EXTRUDE-TITE®, POWERLOK®, KLEERTITE®, KLEERLOK®

- Punta MAThread®: una marca registrada por la empresa Mathread Inc.

- Productos registrados por la empresa Acument Intellectual Properties, LLC: TORX®, TORX PLUS®, AUTOSERT®, TORX PLUS® STEM, TORX PLUS® MAXX

Todos los procedimientos implicados en la fabricación de estos productos aseguran el cumplimiento de las especificaciones del propietario de las patentes.

CELOspArk®, CELOSTAMP® y CELOsmart® son marcas registradas por CELO.

Envasado de los Tornillos en stock

Las referencias de los tornillos disponibles en stock están envasadas en bolsas de plástico. La cantidad de tornillos incluida en la bolsa depende del peso del tornillo.

La referencia del tornillo y el lote de fabricación están impresos en la bolsa y por lo tanto permite la trazabilidad del proceso de fabricación.

Para las referencias de fabricación especial, el envasado dependerá de las condiciones acordadas en el momento de formalizar el pedido. Las cantidades por caja o bolsa dependerán de las dimensiones y peso del tornillo.

Para más información, por favor consulte con nuestro departamento comercial.

Referencias: SP81T, SP81Z, SP82T, SP82Z, HS81PA, HS82PA, F281PA

L	diámetro de tornillo								
	1.8	2.0 - 2.3	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	6.0
6	●	●	●	●	●				
8	●	●	●	●	●	○			
10	●	●	●	●	●	○			
12	●	●	●	●	○	○	+	+	
13	●	●	●	●	○	○	+	+	
14	●	●	●	○	○	○	+	+	
16	●	●	●	○	○	○	+	+	◊
18	○	○	○	○	○	+	+	+	◊
20	○	○	○	○	○	+	+	+	◊
22						+	+	–	◊
25						+	+	–	◊
30						–	–	–	◊
35						–	–	◊	◊
40							◊	◊	◊
50							◊	◊	◊

● 5.000 PCS / ○ 2.500 PCS / + 1.250 PCS / – 1.000 PCS / ◊ 500 PCS

Referencias: SP87T, SP87Z, TP88Z, HS87PA, F287PA

d mm	2.0 - 2.3	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
6	●	●	●				
8	●	●	●	●			
10	●	●	●	●	○		
12	●	●	●	○	○	○	
14	●	●	●	○	○	○	
16	●	●	●	○	+	+	–
18	●	●	○	○	+	+	–
20	●	●	○	+	+	+	–
22			○	+	+	+	–
25			○	+	+	+	–
30				+	+	+	◊
35				+	+	+	◊
40				+	+	+	◊
50				+	+	+	◊

● 5.000 PCS / ○ 2.500 PCS / + 1.250 PCS / – 1.000 PCS / ◊ 500 PCS

Referencias: TT85T, TT85Z, TT65T, TT65Z, TT12, TT78, TT22T , NT85T, PL78T, FT85T, FT85Z, EX85T

d mm	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0
3	●	●	●	●			
4	●	●	●	●			
5	●	●	●	●			
6	●	●	●	○	○		
7	●	●	●	○	○		
8	●	●	●	○	+	+	
10	●	●	●	○	+	+	
12	●	●	●	○	+	–	
15	●	●	●	○	+	–	◊
16	●	●	●	○	+	–	#
18	●	●	○	○	+	◊	#
20	●	●	○	+	–	◊	#
22			○	+	–	◊	#
25			○	+	–	◊	#
28			○	–	–	◊	#
30			○	–	–	◊	#
35			○	–	◊	◊	#

● 5.000 PCS / ○ 2.500 PCS / + 1.250 PCS / – 1.000 PCS / ◊ 500 PCS / # 250 PCS

CELO

Small Things Matter

Small Things Matter

Headquaters
Rosselló, 7
08211 Castellar del Vallès, Barcelona
Spain
T: +34 937 158 387
F: +34 937 144 453
celo@celo.com
www.celofasteners.com