

**Steel
beyond
limits**



ETG[®] 25

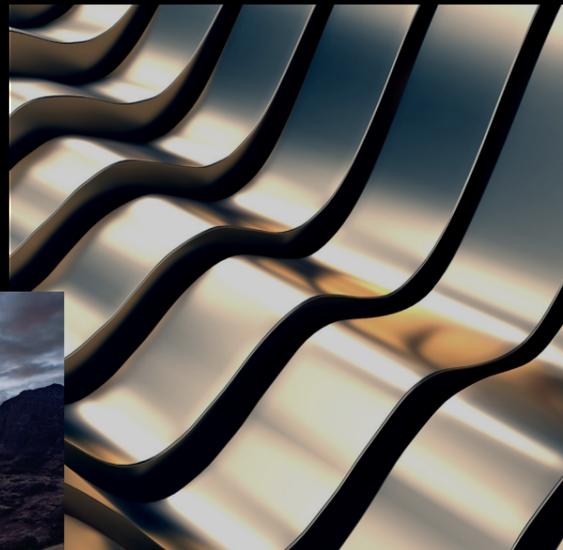


**Swiss
Steel**
Group

The background features a series of vertical, slightly blurred lines on the left side, transitioning into a dark, curved structure on the right that resembles a tunnel or a series of stacked, rounded rectangular blocks. The overall color palette is dark, with the text providing a strong contrast.

**El acero
multiusos
de alta
resistencia**

Steel beyond limits



No es sólo acero – es
una forma de pensar.

Desarrollar para crear mejor.
Crear en las posibilidades de la
ingeniería. Dele forma. Dóblelo.
Mecánízalo. Suéldelo.

ETG® 25 no es sólo un producto de
primera calidad: es una forma de
pensar. Un símbolo de fuerza, crea-
tividad y potencial. Durante más de
30 años, los aceros de alta resis-
tencia han definido nuestro coraje
como empresa de innovadores,
visionarios y buscadores de límites,
dispuestos a ir más allá.

¿Por qué elegir ETG® 25?

ETG® 25 va más allá de lo imposible. Permite múltiples procesos para producir componentes complejos.

Alta resistencia

Valores mecánicos similares a la clase de resistencia 8.8 EN ISO 898-1 en estado de suministro. Sin necesidad de tratamiento térmico adicional.

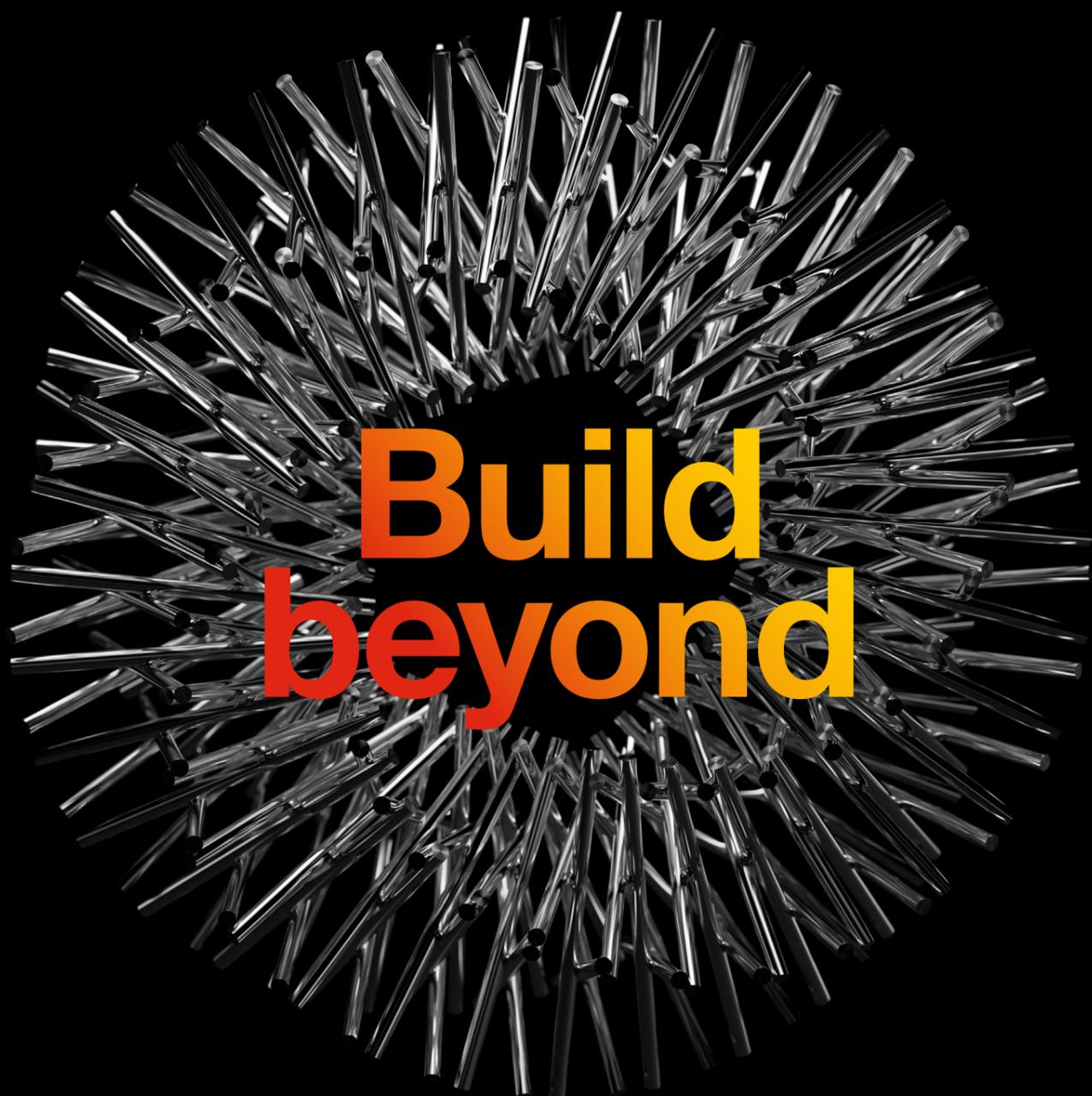
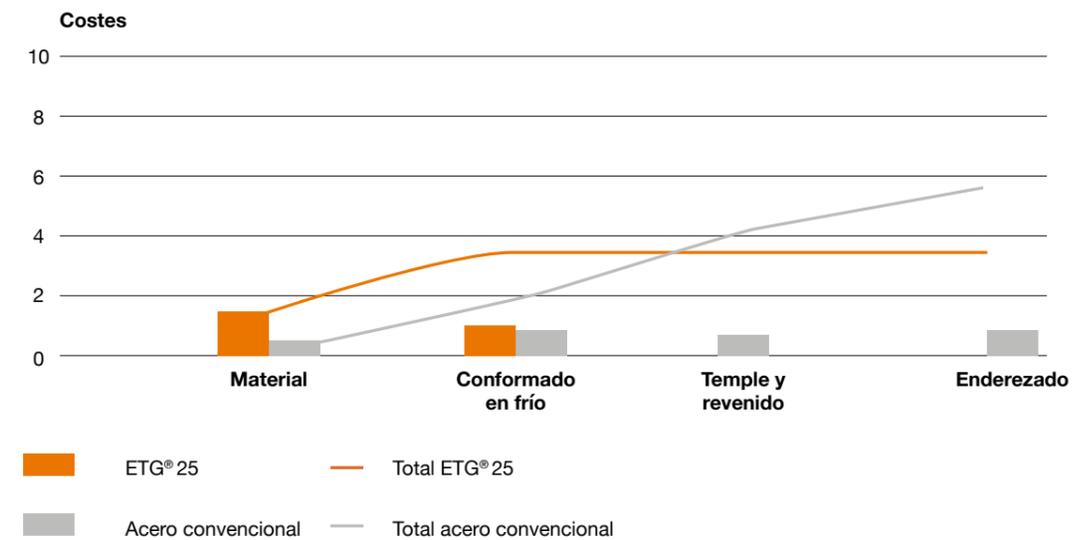
Polivalencia

Ideal para componentes complejos producidos mediante múltiples procesos: es posible laminar, mecanizar y soldar. La cantidad de material rechazado se reducen significativamente.

Deformación en frío y flexión

Deformación en frío y alta flexibilidad sin riesgo de agrietamiento. Reducción de los procesos de producción y costes de los componentes.

Comparación costes de los componentes en ETG® 25 / aceros convencionales



Mejore su capacidad de producción

Materiales excepcionales. Cualidades impresionantes. Alta resistencia, fácilmente mecanizable, deformable y soldable.



Hasta un 50% más resistente que los aceros convencionales

Alto límite elástico y de tracción – valores mecánicos similares a la clase de resistencia 8.8 (EN ISO 898-1)



Maquinabilidad excelente

v_c hasta 260 m/min. Mejor rotura de viruta, buen acabado superficial tras el mecanizado, baja tensión interna y baja distorsión.



Deformación en frío y flexibilidad

Sin inicio de agrietamiento en el lado de tracción según prueba de flexión DIN 50111



Soldabilidad – CET 0.40

A pesar de su alta resistencia, el ETG® 25 es especialmente adecuado para soldar



Una solución sostenible

Por lo general sin necesidad de tratamiento térmico. Reducción de los procesos de producción y del CO₂. Ahorro en el coste de los componentes de hasta un 50%.



Proceso de producción especial que da lugar a propiedades especiales

Baja tensión residual, alta resistencia a la fatiga y alta resistencia a la abrasión

Una gama de productos con infinitas posibilidades

Gama de productos

Categoría de acero	Proceso	Rango de diámetros mm	Tolerancia
ETG® 25	estirado, redondo	≥ 4.0 – ≤ 28.0 > 28 – 40	h9 h11
	rectificado, redondo	≥ 4.0 – ≤ 28.0	≥ IT 6

Longitudes de barra: estándar 3 m, otras longitudes bajo pedido

Código de color de la cara frontal: amarillo cadmio

Acabado y calidad superficial clase 3 según EN 10277-1

Medidas normales disponibles en stock. Requisitos técnicos particulares (por ej. en propiedades mecánicas) disponibles bajo pedido

Composición química Análisis en % de masa

Elemento	C	Si	Mn	P	S
min.	0.24	0.10	1.20	-	0.02
max.	0.29	0.30	1.50	0.04	0.04

Desviación del análisis del producto respecto a los límites especificados en el análisis de colada conforme a la norma EN 10087. Fundido con aluminio o agentes de efecto similar. El análisis cumple la norma SAE 1527, comparable con 28Mn6 (WSt-Nr. 1.1170).

Propiedades mecánicas Valores de orientación

Estáticas

Medidas	Ø	mm	≤ 16	> 16 – 30	> 30 – 40
Límite elástico	$R_{p0.2}$	N/mm ²	≥ 660	≥ 660	≥ 660
Resistencia a la tracción	R_m	N/mm ²	800 – 950	830 – 950	800 – 950
Alargamiento de rotura	A_5	%	≥ 12	≥ 12	≥ 12
Estricción	Z	%	≥ 45	≥ 45	≥ 45
Dureza	HV10	-	230 – 300	255 – 336	230 – 300
Resiliencia	Au_{RT} (ISO-U)	J	≥ 22	≥ 22	≥ 22

Dinámicas

Resistencia a la fatiga de tracción-compresión	σ_{zdw}	N/mm ²	-	ca. 360	-
Resistencia a la flexión alternativa	-	-	-	-	-
Probeta sin muesca	σ_{bw}	N/mm ²	-	ca. 390	-
Probeta con muesca $a_k = 4.0$	σ_{bw}	N/mm ²	-	ca. 125	-
Resistencia a la torsión alternativa	T_{tw}	N/mm ²	-	ca. 175	-

1 N/mm² = 1 MPa



**Impossible
until it's not**



Aplicaciones

En todos los sectores y en todo el mundo, nuestros clientes están construyendo lo imposible. Juntos, estamos dando forma a un futuro más inteligente, ecológico y eficiente para todos. El acero ETG[®] 25 ofrece propiedades mecánicas óptimas y constantes en estirado, para todo el rango de diámetros y en toda la sección transversal. Los componentes en ETG[®] 25 superan a los aceros convencionales en las aplicaciones más exigentes.

Más pequeño

Diseñe componentes más pequeños que reduzcan el peso total del conjunto, sin pérdida de rendimiento.



Más lejos

Produzca pernos roscados en frío con mayor resistencia a la fatiga y a la rotura para prolongar la vida útil de las piezas.



Más productivo

Fabrique componentes complejos con menos procesos de producción.



Más exigencia

Combine las posibilidades de procesamiento para obtener componentes complejos que cumplan los requisitos más exigentes.



Alta resistencia, acero polivalente

ETG® 25 “listo para usar” supera las expectativas de los aceros convencionales. Dóblelo. Mecánicelo. Diseñe más allá de lo normal.

Flexibilidad

A pesar de su elevada resistencia, ETG® 25 puede doblarse sin dificultad. En el ensayo tecnológico de flexión según DIN 50111 no se aprecia ningún inicio de grieta en el lado de tracción cuando el ETG® 25 se dobla 180°.

Maquinabilidad

ETG® 25 es especialmente adecuado para el mecanizado y presenta las siguientes ventajas en comparación con las piezas templadas y revenidas de resistencia similar:

- mejor rotura de viruta
- buen acabado superficial tras el mecanizado
- baja tensión interna
- baja distorsión

Acabado superficial

Al ETG® 25 se le puede aplicar la mayoría de los acabados superficiales. Por ejemplo, se puede galvanizar en caliente, cromar, niquelar, ennegrecido alcalino, etc... A temperaturas de tratamiento superiores a 300 °C hay que tener en cuenta que el límite elástico y la resistencia a la tracción se reducen. Se puede prescindir del decapado para eliminar los óxidos. Si la galvanización se realiza correctamente no hay peligro de fragilización por hidrógeno. En caso de necesitar acabado superficial se recomienda utilizar material rectificado.

Valores orientativos para diferentes procesos de mecanizado Pautas de mecanizado v_c [m/min] y f [mm/E]

Proceso mecanizado	v_c / f	Proceso	ETG® 25
Torneado CNC multihusillo (MD recubierto)	v_c	Desbaste	190 – 250
			f
	v_c	Acabado	200 – 260
			f
	v_c	Punteado / tronzado	160 – 240
			f
Torneado multihusillo CAM (Torneado recto, MD recubierto)	v_c	Desbaste	150 – 210
			f
	v_c	Acabado	160 – 220
			f
	v_c	Punteado / tronzado	100 – 160
			f
Torneado CNC (MD recubierto)	v_c	Desbaste	190 – 250
			f
	v_c	Acabado	200 – 260
			f
	v_c	Punteado / tronzado	160 – 240
			f
Cilindrado CNC (MD recubierto)	v_c	Desbaste	130 – 190
			f
	v_c	Acabado	140 – 200
			f
	v_c	Punteado / tronzado	50 – 90
			f

Continuar →

Datos técnicos

Taladrado (Broca insertada – MD recubierto)	v_c	60 – 110
	f	0.05 – 0.30
Taladrado (HSS, recubierto)	v_c	20 – 70
	f	0.05 – 0.20
Escariado (MD recubierto)	v_c	25 – 30
	f	0.10 – 0.30
Rosca (Roscado interno/ externo) Roscado con peine – MD recubierto	v_c	40 – 90
Corte – MD recubierto	v_c	6 – 9
Moldeo – HSS recubierto	v_c	8 – 20

Estos valores dependen de los parámetros de la máquina, geometría del corte, lubricante de enfriamiento, dimensiones y diámetro de perforación



Soldabilidad

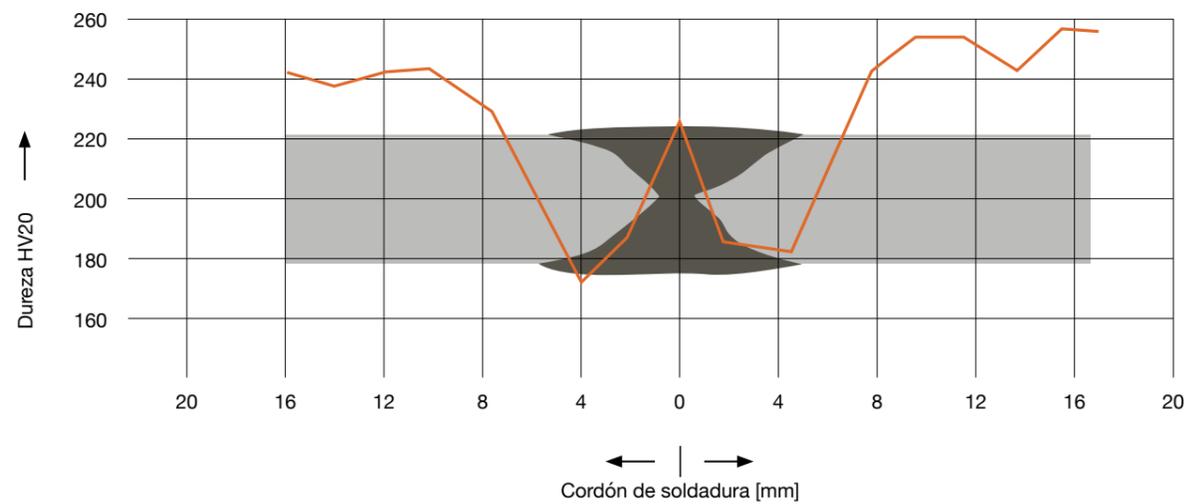
A pesar de su elevada resistencia, el ETG® 25 es especialmente adecuado para la soldadura. No obstante, debe tenerse en cuenta que, dependiendo de las condiciones y del metal de soldadura, puede producirse una reducción de la resistencia y un aumento de la dureza tanto en la propia soldadura como en la zona afectada por el calor. Debido a la composición química de ETG® 25, el aumento de dureza es mínimo y puede eliminarse mediante el revenido a 400 - 450 °C.

Soldadura por fusión

Se recomienda que se realice con la menor aplicación de calor posible. La reducción de la resistencia viene determinada no sólo por el material base, sino también por el metal de soldadura empleado. Los mejores resultados se han obtenido con la soldadura con gas de protección. Tomemos de ejemplo la soldadura MIG.

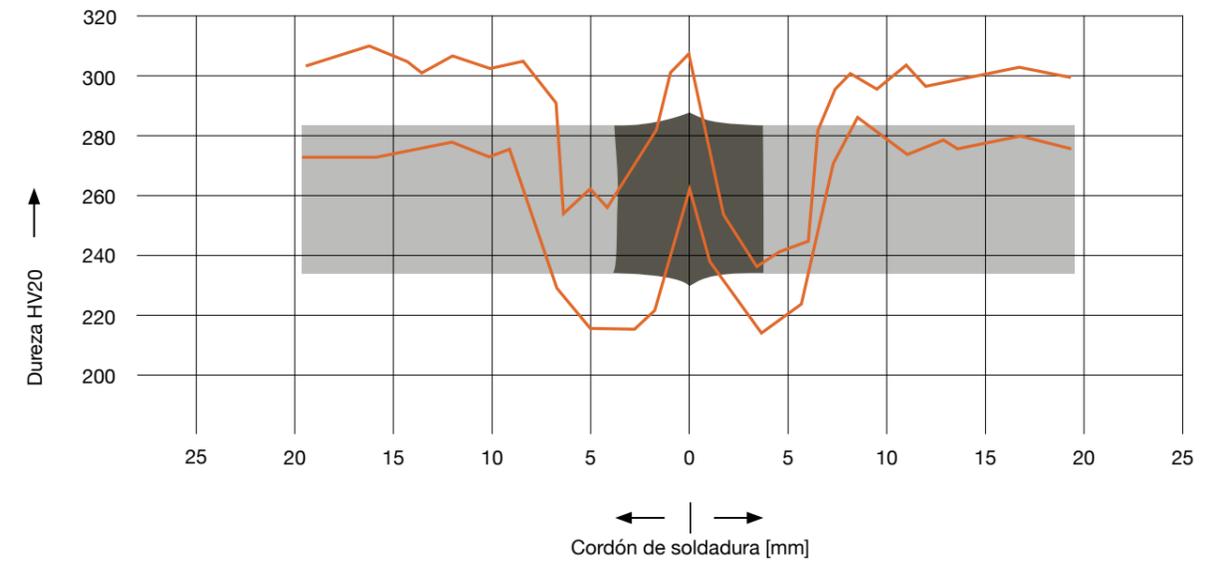
- ETG® 25 Ø 9 mm
- metal de soldadura Böhler 2.5 Ni-IG (ER 80, S-Ni 2)
- punto de soldadura mecanizado en forma de cuña (costura x)

Soldadura por fusión

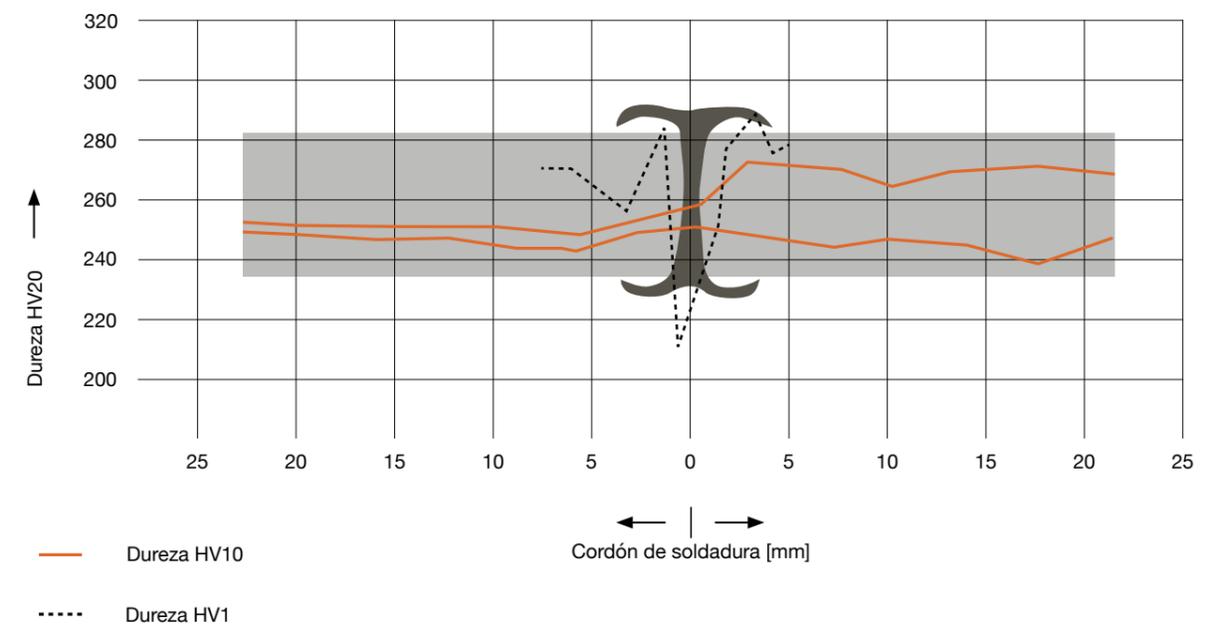


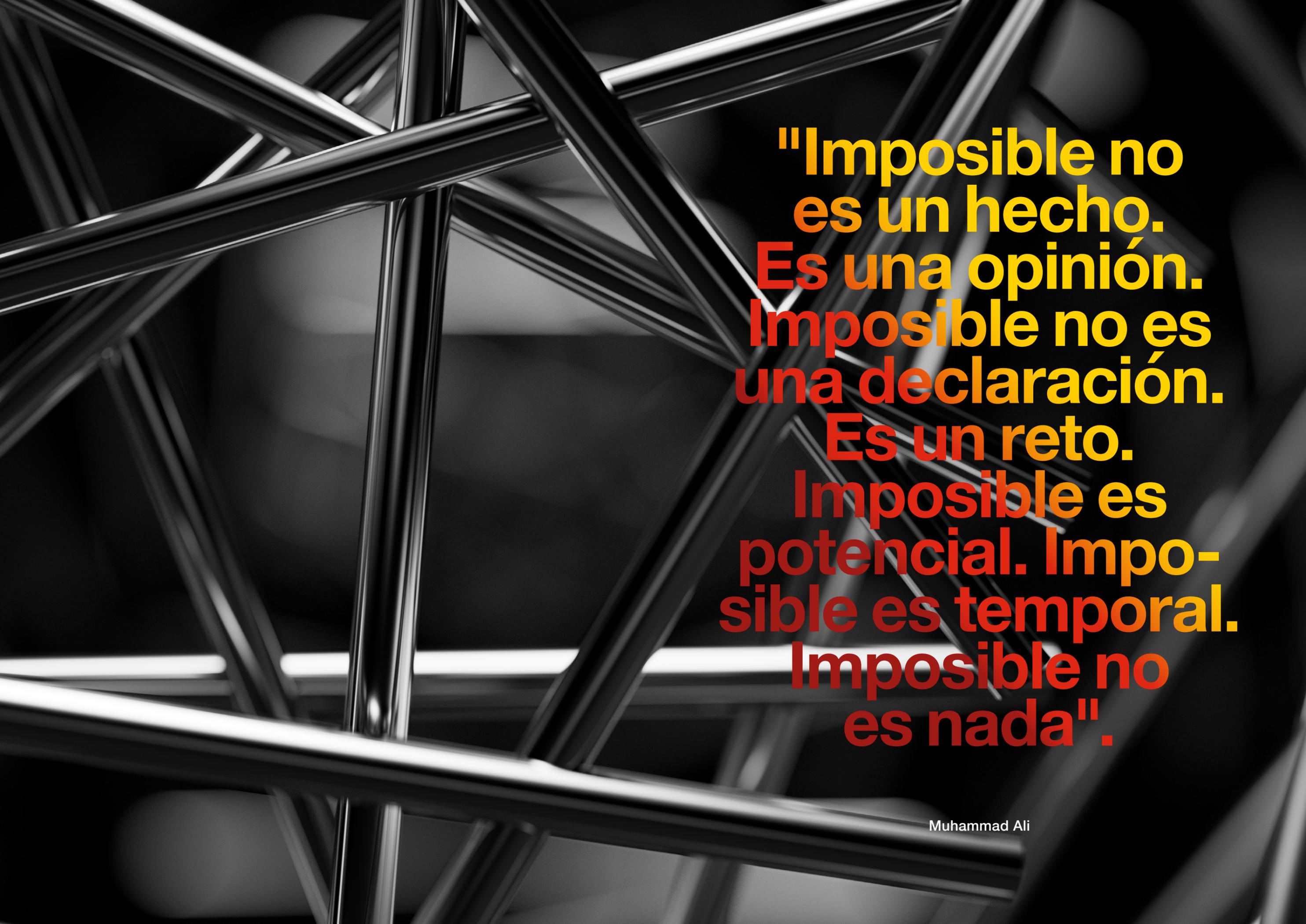
Soldadura por presión Soldadura por resistencia

Ejemplo: soldadura por resistencia ETG® 25, Ø 18,25 mm



Soldadura por fricción ETG® 25 a ETG® 25, Ø 18,25 mm





**"Imposible no
es un hecho.
Es una opinión.
Imposible no es
una declaración.
Es un reto.
Imposible es
potencial. Imposible es temporal.
Imposible no
es nada".**

Muhammad Ali

ETG[®] 25 para piezas conformadas

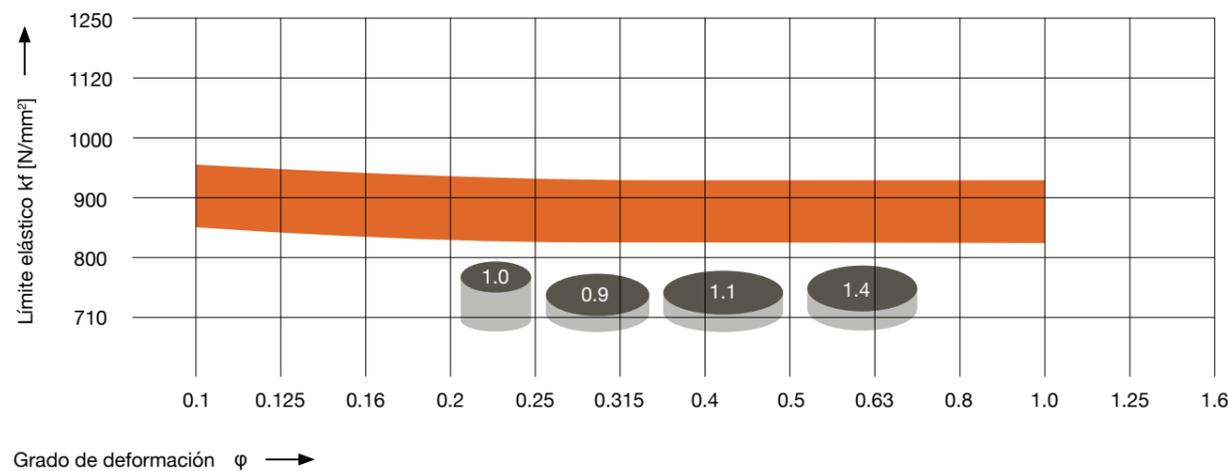
Deformación en frío

Al igual que con todas las piezas conformadas, hay que tener cuidado con las piezas recaladas para asegurarse de que el conformado se realiza en la misma dirección que la carga que actuará sobre la pieza cuando esté en servicio. Si la carga actúa en sentido contrario, puede producirse una reducción del límite elástico (efecto Bauschinger). La resistencia y la dureza no se ven afectadas. Un revenido posterior a 350 °C puede invertir este efecto. El límite elástico vuelve entonces a su valor original.

Curva de esfuerzo – deformación

Realizado un ensayo de deformación sobre un cilindro (Ø 10 x 16 mm), rango ± 50 N/mm². El proceso de producción especial dota al ETG[®] 25 propiedades no convencionales de deformación. El alto límite elástico del material supone que para pequeñas deformaciones precisa de fuerzas elevadas. Al contrario de lo que ocurre con los aceros convencionales, la resistencia a la deformación se mantiene constante hasta altos grados de conformación.

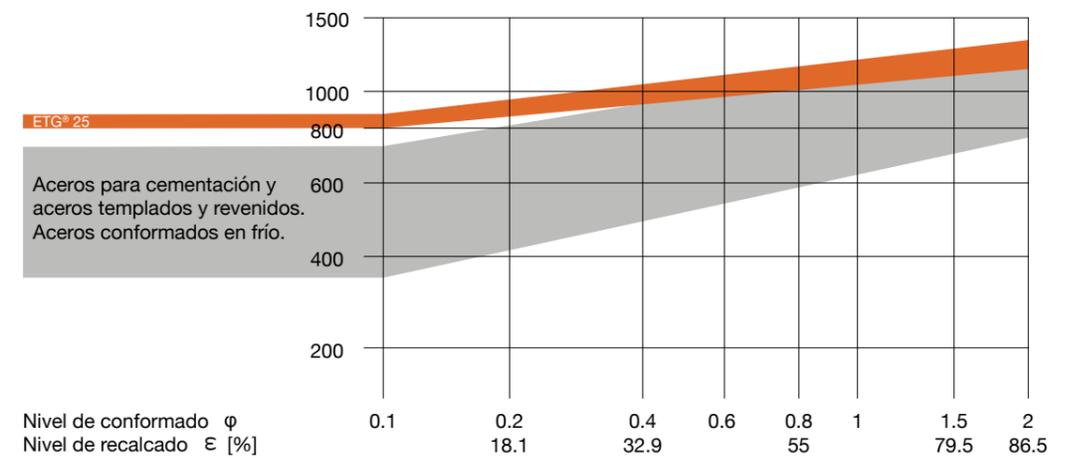
Curva de esfuerzo – deformación



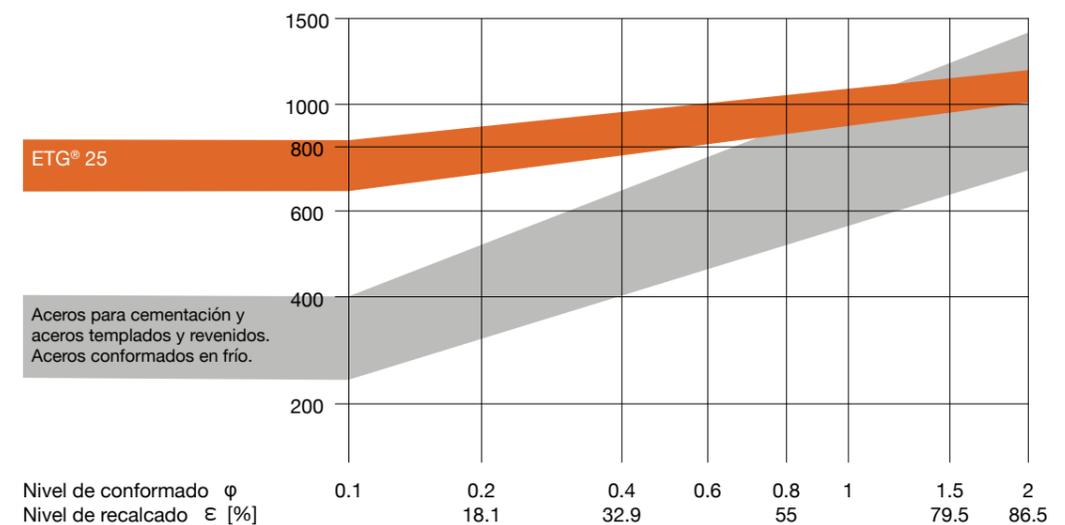
Propiedades mecánicas tras la deformación en frío

Valores medios de ETG[®] 25 en función del grado de conformado y recalado en comparación con aceros convencionales

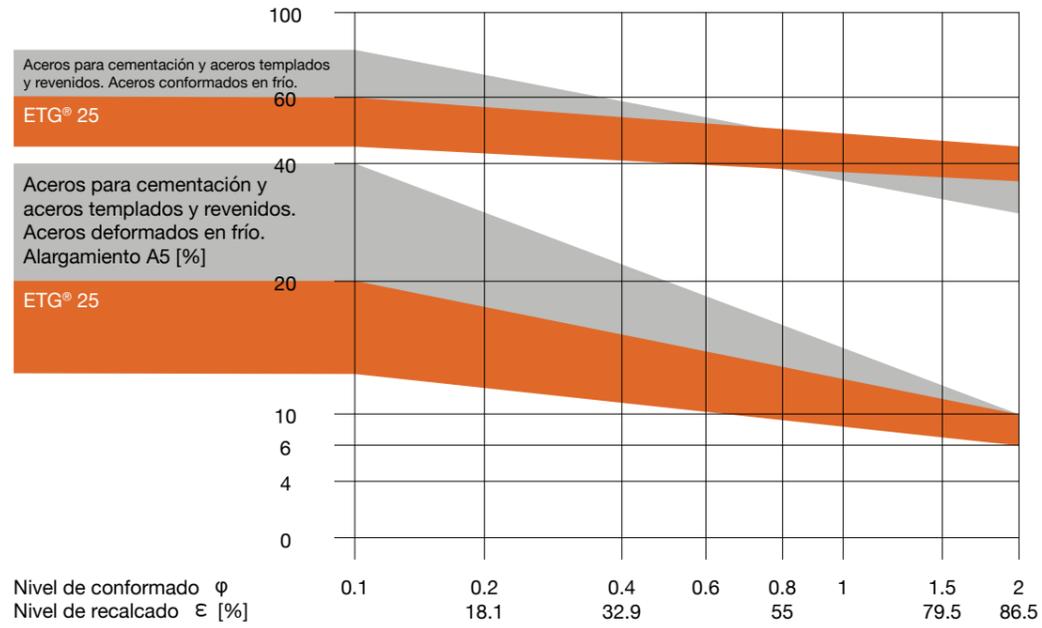
Resistencia a la tracción R_m [N/mm²]



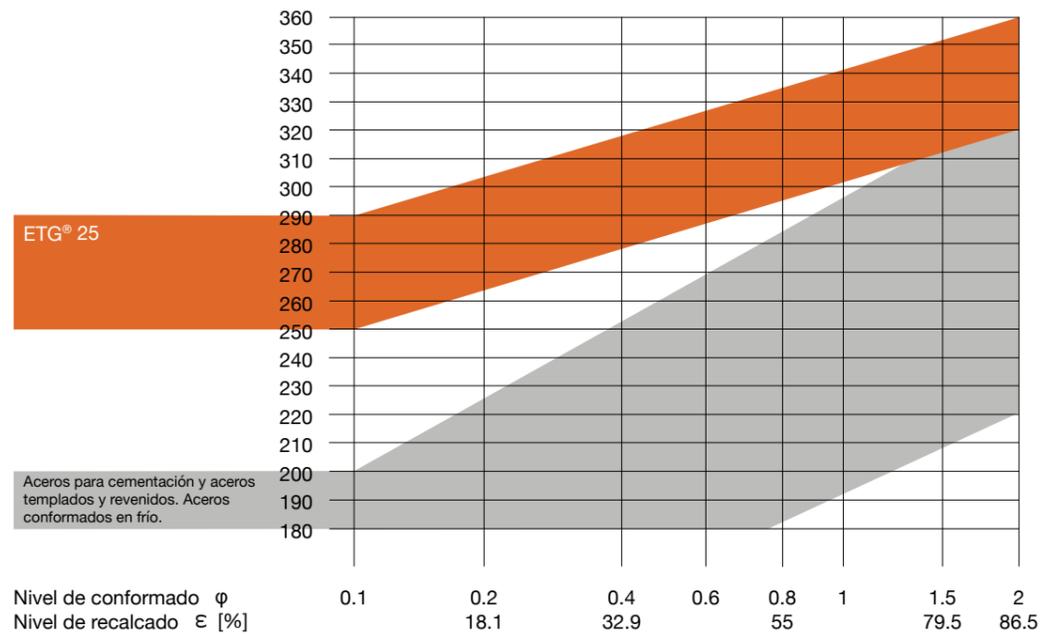
Límite elástico R_{p0.2} [N/mm²]



Estricción Z [%], Alargamiento A₅ [%]



Dureza HV10

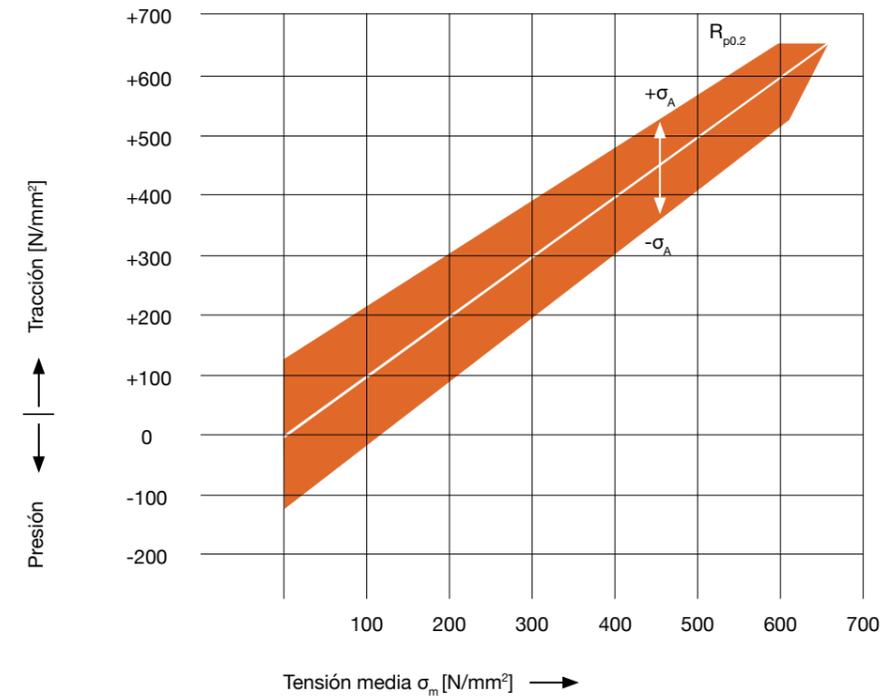


Valores característicos de los pernos roscados

			RT	RT	-20 °C	-20 °C	-40 °C	-40 °C
Medida	mm		≤ M 16	> M 16	≤ M 16	> M 16	≤ M 16	> M 16
Resistencia a la tracción	R _m	N/mm ²	≥ 810	≥ 830	820	840	830	850
Límite elástico	R _{p0.2}	N/mm ²	≥ 660	≥ 660	-	-	-	-

1 N/mm² = 1 MPa

Resistencia a la fatiga del ETG[®] 25



ETG® 25 para pernos roscados en frío con mayor resistencia a la fatiga

Roscas laminadas

Las roscas laminadas tienen la raíz del tornillo endurecido por deformación con tensiones internas de compresión. Por tanto, el límite elástico es algo inferior y la resistencia a la fatiga algo superior a la del material de partida.

Tensión de fatiga en función de la amplitud de tensión máxima soportada $\pm \sigma_A$ sin fractura por fatiga.

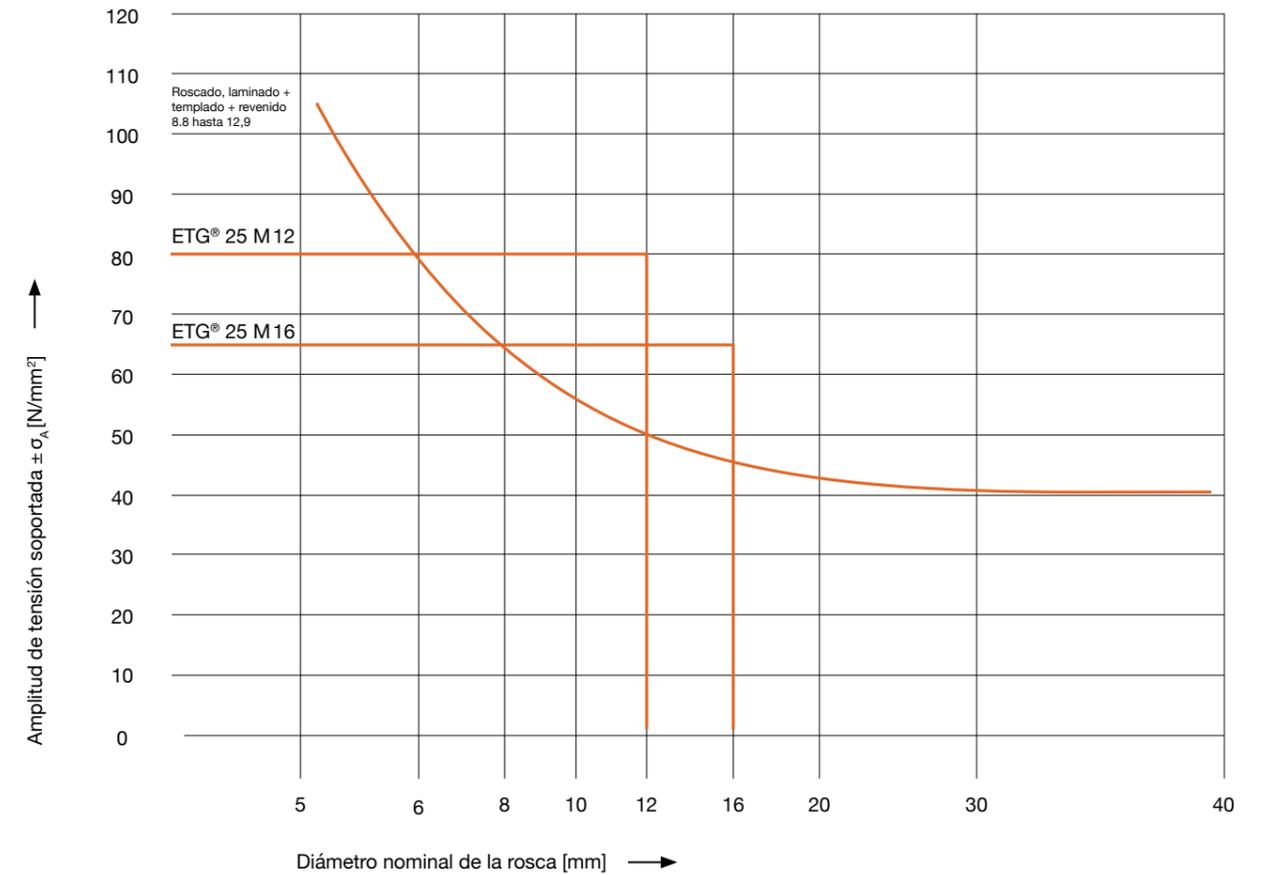
- ciclo de tensión > 2•10⁶
- Conexión roscada M12
- tornillos, ETG® 25, rosca laminada
- tuerca, DIN 934 clase 8

A temperaturas elevadas en pernos de fijación Valores orientativos

			+100 °C	+200 °C	+300 °C
Resistencia a la tracción	R _m	N/mm ²	815	815	800
Límite elástico	R _{p0.2}	N/mm ²	665	665	635
Alargamiento a la rotura	A ₅	%	13	12	18

1 N/mm² = 1 MPa

Tensiones estáticas admisibles en la rosca



Tensión estática de pernos roscados en ETG® 25 con rosca laminada. Ensayo según la norma EN ISO 898-1 en la barra roscada. Valores de resistencia expresados en términos de la sección transversal sometida a tensión.

$$A_s = \frac{\pi}{4} \left(\frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2$$

Los pernos roscados perfilados en frío de ETG® 25 tienen una resistencia a la fatiga significativamente mayor que los de material convencional finalmente templado.

- Tensión media σ_m 450 [N/mm²]
- Rosca M 12 $\sigma_A \pm 80$ [N/mm²]
- Rosca M 16 $\sigma_A \pm 65$ [N/mm²]

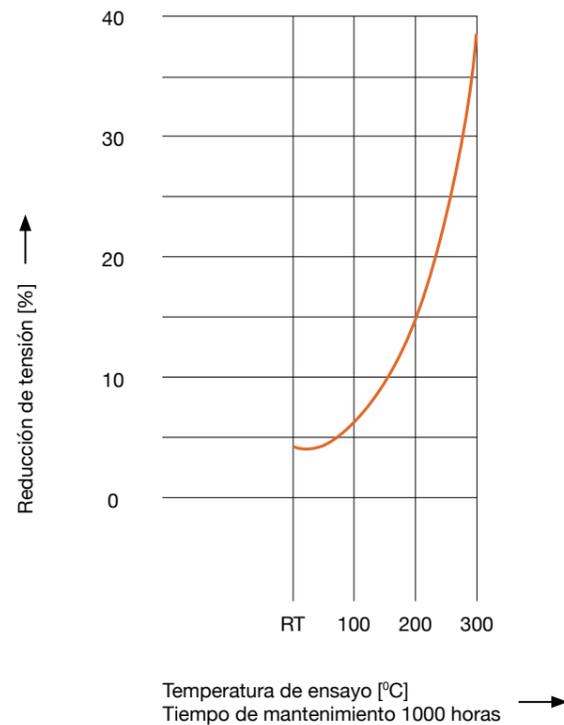
Comparación con rosca laminada y templada y revenida en las clases de resistencia 8.8 a 12.9.

Nitruración del ETG[®] 25

Aptitud a la distensión

Una propiedad clave, especialmente para la producción de piezas roscadas, es el comportamiento del material con respecto a la relajación de tensiones. El siguiente diagrama muestra el comportamiento de distensión del ETG[®] 25 en forma de reducción porcentual relativa de la tensión tras 1000h de almacenamiento a temperaturas comprendidas entre RT y 300 °C. Las probetas utilizadas eran barras roscadas M 12 pretensadas a $0,7 \times R_{p0,2}$.

Distensión del ETG[®] 25

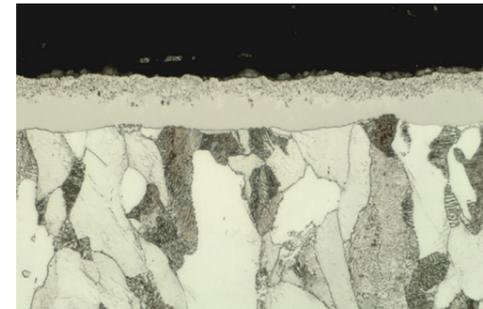


Nitrocarburation

La nitrocarburation mejora la resistencia del acero tanto al desgaste como a la corrosión. También aumenta la resistencia a la fatiga por flexión del material. La nitrocarburation de ETG[®] 25 puede realizarse mediante baño salino, plasma o gas. En un estudio, ETG[®] 25 se nitrocarburo en un horno de cuba a 520 °C y 570 °C durante 10h y 40 h y durante 0,5 h y 4 h respectivamente. En cada caso se utilizó una atmósfera con un potencial de nitruración de $K_N = 2$. A 570 °C se añadió un 2,5 % de CO_2 .

En aplicaciones con tolerancias estrictas en cuanto a estabilidad dimensional, el material debe someterse previamente a un tratamiento térmico a 520 - 570 °C. También puede utilizarse la nitruración por plasma, ya que el proceso implica temperaturas más bajas (aprox. 480 - 510 °C). Como las temperaturas utilizadas en el proceso de plasma son más bajas, se produce una menor reducción de la resistencia del núcleo.

ETG[®] 25 presenta una capa compuesta compacta con escasa formación de poros. La dureza del núcleo es de aproximadamente 225 HV/0,5. La nitrocarburation suele provocar una reducción de la resistencia a la tracción de unos 200 MPa.



ETG[®] 25, 520 °C 10h, $K_N = 2$, grabador Nital

Nitrocarburation

Tratamiento	Espesor de la capa compuesta	Zona porosa	Espesor de la capa de nitruración	Dureza de la zona endurecida
	µm	µm	mm	HV 0.5
520 °C N 10h	10.5	4.6	0.38	450
520 °C N 40h	11.7	4.4	0.62	480
570 °C NC 0.5h	8.4	3.2	0.29	375
570 °C NC 4h	21.0	7.6	0.29	440

Dependiendo del proceso de nitrocarburation utilizado, puede ser necesario templar el material a 350 °C durante al menos 2 horas para eliminar el hidrógeno que se haya introducido.

Steel beyond limits

Más allá de lo común

Una mentalidad creativa que compartimos con pasión.

Más allá de los aceros convencionales, combinados con innovación, soporte y servicios a la altura. Con cálculos gratuitos sobre el potencial de ahorro de procesos vamos más allá con nuestros clientes, permitiéndoles producir de forma más eficiente, segura y competitiva.

Nuestro personal



Llevamos más de 30 años colaborando con clientes y proveedores, universidades e institutos de investigación, para ir más allá de lo convencional. Juntos, superamos los límites. Juntos, redefinimos las expectativas.

Nuestra producción



Supervisamos nuestros procesos de producción para que funcionen de la forma más ágil y eficiente posible. Para que nuestros productos sean lo más fiables posible.

Nuestra red



Alcance mundial. Toque local. El acceso a nuestros conocimientos y experiencia le ayuda a trabajar de forma más ágil y eficiente. In situ o a distancia, nuestros servicios técnicos de calidad ofrecen accesibilidad y comunicaciones rápidas para que usted trabaje de forma más eficiente.

Nuestro proceso de pruebas



Las estrictas pruebas de producción y los controles de calidad garantizan la uniformidad en la alta calidad dentro de tolerancias muy estrechas.



**Together.
For a future
that matters.**

Nos reservamos el derecho a realizar cambios y mejoras técnicas sin previo aviso. Salvo error u omisión. Las fichas técnicas específicas de los productos tienen prioridad sobre los datos que figuran en el catálogo. Las características de rendimiento deseadas sólo son vinculantes si se han acordado exclusivamente en el momento de formalizar el contrato.



**Swiss
Steel**
Group

ETG® 25 se fabrica en Steeltec AG y
Steeltec GmbH

info.engineering@swisssteelgroup.com
www.swisssteel-group.com