

Guía de selección de material

Once grados de material para mallas de hilo cuña — propiedades, límites y aplicaciones típicas, extraídos de la base de datos de ingeniería que respalda nuestro asistente de materiales.



INTRODUCCIÓN

Seleccionar un material significa ajustar cuatro realidades operativas.

Las mallas de hilo cuña funcionan en plantas de tratamiento de agua, líneas de procesamiento de minerales, recipientes de grado alimentario, reactores químicos y fachadas arquitectónicas. Cada entorno carga el material de la malla de forma distinta. Cada grado de esta guía se puntúa frente a cuatro ejes — úselos para acotar la elección antes de leer las páginas detalladas que siguen.

Exposición a cloruros

Los iones cloruro rompen la película pasiva de óxido del acero inoxidable e inician la corrosión por picaduras o la corrosión bajo tensión. El

Número Equivalente de Resistencia a Picaduras ($PREN = \%Cr + 3.3 \cdot \%Mo + 16 \cdot \%N$) predice cómo de bien resiste un grado el ataque por cloruros. PREN 18 tolera unos 200 ppm de Cl^- a temperatura ambiente; PREN 24 soporta 1000 ppm; el dúplex y el súper dúplex superan los 3 600 a 50 000 ppm.

Carga abrasiva

Los sólidos que se desplazan por la cara de la malla desgastan el hilo cuña. El inoxidable austenítico se puntúa con 1 en nuestra escala de abrasión de cuatro puntos. El dúplex se puntúa con 2. Para abrasión intensa — finos de minería, áridos — el **S700** o el **Hardox 450/500** ofrece de tres a cuatro veces la vida útil, asumiendo la contrapartida de una resistencia a la corrosión nula.

Temperatura de operación

Las altas temperaturas provocan tres modos de fallo: precipitación de carburos en las zonas de soldadura (sensibilización), reducción de la resistencia a cloruros y fluencia. Por encima de 400 °C, los grados estabilizados con titanio (**SS 316Ti**, **SS 321**) evitan la sensibilización. Las aleaciones dúplex están limitadas a 300 °C — la región de fragilización a 475 °C degrada la fase ferrítica por encima de ese punto.

Coste & fabricación

El coste se expresa como un índice relativo al SS 304 (1.00). El SS 316L se sitúa en **1.30**. El Super Duplex 2507 está cerca de 2×. Los aceros estructurales se sitúan en 0.35–0.55, el Hardox en torno a 0.70. La complejidad de fabricación se suma por encima: el dúplex y el súper dúplex requieren procedimientos de soldadura cualificados, que tienden a aumentar el plazo de entrega más que el sobrecoste de la materia prima.

DE UN VISTAZO

Los once grados en una sola página.

Propiedades recopiladas de la base de datos de materiales. Los límites de cloruro son para servicio a temperatura ambiente; redúzcalos a la mitad para exposición a cloruros en caliente. El índice de coste usa SS 304 = 1.00 como referencia.

GRADO	DESIGNACIÓN	TEMP. MÁX.	PREN	LÍMITE CL ⁻	ÍNDICE COSTE	SOLDADURA	IDÓNEO PARA
ACEROS INOXIDABLES AUSTENÍTICOS							
SS 304	1.4301 · S30400	800 °C	18.0	200 ppm	1.00	Buena	Filtración general de agua dulce, entornos controlados
SS 304L	1.4307 · S30403	800 °C	18.0	200 ppm	1.00	Excelente	Conjuntos soldados de hilo cuña, servicio estándar
SS 316	1.4401 · S31600	800 °C	24.2	1 000 ppm	1.30	Buena	Agua clorada, ácido suave, atmósfera marina
SS 316L	1.4404 · S31603	800 °C	24.2	1 000 ppm	1.30	Excelente	Estándar de la industria · conforme con FDA, 3-A, EHEDG
SS 316Ti	1.4571 · S31635	900 °C	24.2	1 000 ppm	1.35	Buena	Servicio de cloruros en caliente, corrientes petroquímicas
SS 321	1.4541 · S32100	900 °C	18.0	200 ppm	1.10	Buena	Servicio sin cloruros en caliente (escape, horno, horno de cocción)
DÚPLEX Y SÚPER DÚPLEX							
Duplex 2205	1.4462 · S32205	300 °C	35.0	3 600 ppm	1.22	Moderada	Agua salobre, offshore, cloruro > 1 000 ppm
Super Duplex 2507	1.4410 · S32750	300 °C	42.5	50 000 ppm	1.96	Moderada	Inmersión total en agua de mar, desalinización
ESTRUCTURAL & RESISTENTE AL DESGASTE							
S355	EN 10025-2	400 °C	—	—	0.35	Excelente	Bastidores estructurales revestidos, mallas secas de interior

Las familias 304 y 316.

SS 304

1.4301 · S30400

Austenítico de uso general

PREN	CL ⁻	TEMP. MÁX.	ÍNDICE COSTE
18.0	200 ppm	800 °C	1.00

El acero inoxidable más rentable. Fiable en agua dulce y entornos protegidos. Pierde rápidamente la resistencia a la corrosión en servicio clorado o salobre.

FORTALEZAS

Inoxidable de menor coste
Buena conformabilidad
Amplia disponibilidad de perfiles

LÍMITES

Picaduras por encima de 200 ppm de Cl⁻
No apto para conjuntos soldados (prefiera 304L)

SS 304L

1.4307 · S30403

304 de bajo carbono para conjuntos soldados

PREN	CL ⁻	TEMP. MÁX.	ÍNDICE COSTE
18.0	200 ppm	800 °C	1.00

El grado preferido para el hilo cuña soldado por resistencia. El bajo contenido de carbono evita la precipitación de carburos de cromo en las zonas de soldadura, manteniendo la plena resistencia a la corrosión a lo largo de cada unión.

FORTALEZAS

Sin sensibilización por soldadura
Mismo precio que el SS 304
Mejor relación coste-
rendimiento para servicio
general

LÍMITES

Mismo techo de cloruros que el 304
Límite elástico ligeramente inferior

SS 316

1.4401 · S31600

Con molibdeno, apto para cloruros

PREN	CL ⁻	TEMP. MÁX.	ÍNDICE COSTE
24.2	1 000 ppm	800 °C	1.30

Añadir un 2–3 % de molibdeno eleva el PREN de 18 a 24. Adecuado para agua de proceso clorada, atmósferas costeras y corrientes químicas suaves.

FORTALEZAS

Tolerancia significativa a cloruros
Buena resistencia a ácidos
Apto para atmósfera marina

LÍMITES

Riesgo de sensibilización por soldadura
Use 316L para conjuntos soldados

SS 316L

1.4404 · S31603

Estándar de la industria para hilo cuña

PREN	CL ⁻	TEMP. MÁX.	ÍNDICE COSTE
24.2	1 000 ppm	800 °C	1.30

El grado por defecto para la mayoría de las mallas de hilo cuña. Combina la soldabilidad del bajo carbono con la resistencia a cloruros del molibdeno, y cumple los requisitos FDA, 3-A y EHEDG para servicio alimentario y farmacéutico.

FORTALEZAS

Conforme con FDA / 3-A / EHEDG
Excelente soldabilidad
Electropulible para higiene

LÍMITES

No apto para inmersión prolongada en agua de mar

Austenítico de alta temperatura, más la familia dúplex.

SS 316Ti

1.4571 · S31635

Servicio de cloruros en alta temperatura

PREN	CL ⁻	TEMP. MÁX.	ÍNDICE COSTE
24.2	1 000 ppm	900 °C	1.35

La estabilización con titanio evita la precipitación de carburos por encima de 400 °C, manteniendo la resistencia a cloruros a temperatura elevada. Se especifica para corrientes petroquímicas y tratamiento de gases de combustión donde coinciden calor y cloruros.

FORTALEZAS

Servicio sostenido a 900 °C
Resistencia a cloruros mantenida en caliente
Buenas propiedades de fluencia

LÍMITES

Más caro que el 316L
Disponibilidad de perfiles limitada

SS 321

1.4541 · S32100

Alta temperatura, sin cloruros

PREN	CL ⁻	TEMP. MÁX.	ÍNDICE COSTE
18.0	200 ppm	900 °C	1.10

Grado estabilizado con titanio para entornos calientes sin cloruros. Habitual en mallas de gases de escape y aplicaciones de horno de cocción o de fusión. Más barato que el 316Ti pero sin molibdeno — pica en servicio con cloruros.

FORTALEZAS

Apto para 900 °C
Menor coste que el 316Ti
Buena resistencia a la oxidación

LÍMITES

Sin Mo — no apto para cloruros

Duplex 2205

1.4462 · S32205

Apto para agua de mar, el doble del límite elástico del 316L

PREN	CL ⁻	TEMP. MÁX.	ÍNDICE COSTE
35.0	3 600 ppm	300 °C	1.22

Microestructura bifásica de austenita más ferrita que ofrece un límite elástico de 450 MPa y un PREN 35. Permite secciones más finas, reduciendo tanto el peso como el coste. Temperatura limitada a 300 °C por la región de fragilización a 475 °C.

FORTALEZAS

2× el límite elástico del 316L
Resistente a la corrosión bajo tensión
Apto para agua de mar

LÍMITES

Límite estricto a 300 °C
Requiere procedimientos de soldadura cualificados

Super Duplex 2507

1.4410 · S32750

Máxima resistencia a la corrosión

PREN	CL ⁻	TEMP. MÁX.	ÍNDICE COSTE
42.5	50 000 ppm	300 °C	1.96

El grado para inmersión total en agua de mar y servicio agresivo con cloruros. Un PREN 42.5 y un límite elástico de 550 MPa permiten un servicio donde ningún grado austenítico sobrevive — captaciones de desalinización, plataformas offshore.

FORTALEZAS

La mayor resistencia a picaduras
Límite elástico de 550 MPa
Más de 25 años de vida de diseño en agua de mar

LÍMITES

El mayor coste de material
Soldadura compleja

ESTRUCTURAL & RESISTENTE AL DESGASTE

Aceros al carbono y aleados para carga, no para corrosión.

Ninguno de los tres grados siguientes resiste la corrosión por sí solo. Se especifican donde domina la carga mecánica o la abrasión y la malla irá revestida, atornillada como placa de desgaste reemplazable o en servicio seco.

S355

EN 10025-2

Acero al carbono estructural revestido

LÍMITE ELÁSTICO	TEMP. MÁX.	ABRASIÓN	ÍNDICE COSTE
355 MPa	400 °C	1 / 4	0.35

Acero al carbono según EN 10025-2. Sin resistencia inherente a la corrosión — requiere pintura, galvanizado o recubrimiento plástico. Se usa para mallas secas de interior, bastidores estructurales y deshidratación de servicio corto donde el reemplazo es aceptable.

FORTALEZAS

El menor coste de material
Excelente soldabilidad
Ampliamente disponible en stock

LÍMITES

Debe ir revestido
Se oxida en cualquier servicio húmedo

S700

EN 10149-2

Estructural de resistencia ultra alta

LÍMITE ELÁSTICO	TEMP. MÁX.	ABRASIÓN	ÍNDICE COSTE
700 MPa	300 °C	2 / 4	0.55

Grado EN 10149-2 con límite elástico de 700 MPa. Se usa donde la carga mecánica determina el diseño — decks de mallas mineras de alta exigencia y bastidores de cribas vibratorias. Permite secciones más finas pero añade complejidad de soldabilidad.

FORTALEZAS

Límite elástico de 700 MPa
Secciones más finas, menos peso
Calificado para impacto

LÍMITES

Sin resistencia a la corrosión
Requiere precalentamiento para soldar

Hardox 450/500

SSAB proprietary

Resistencia extrema a la abrasión

DUREZA	TEMP. MÁX.	ABRASIÓN	ÍNDICE COSTE
425–500 HBW	250 °C	4 / 4	0.70

Placa resistente al desgaste propiedad de SSAB, con dureza superficial de 425–500 HBW. De tres a cuatro veces la vida útil del acero estándar en abrasión agresiva — carbón, áridos, procesamiento de minerales. El aprovisionamiento es específico de SSAB.

FORTALEZAS

3–4× la vida útil al desgaste frente al acero estándar
Dureza superficial de 425–500 HBW
Resistente al impacto a pesar de la dureza

LÍMITES

Sin resistencia a la corrosión
Soldable solo según procedimientos de SSAB

FABRICACIÓN

La mayoría del hilo cuña se suelda por resistencia. El grado decide lo que ocurre a continuación.

La soldadura por resistencia fusiona el hilo en V a las varillas de soporte en cada intersección, convirtiendo cada malla en un entramado de miles de pequeñas zonas de soldadura. Cada soldadura sufre un breve ciclo térmico en la banda de temperatura de sensibilización. El grado — y cómo se gestiona su carbono o titanio — determina si la capa de óxido de cromo sobrevive.

Por qué existen los grados L

Los dos materiales de hilo cuña más comunes son el **SS 304L** y el **SS 316L**, ambos limitados al 0,03 % de carbono. El bajo carbono evita la precipitación de carburos de cromo en los límites de grano durante el ciclo térmico de soldadura. Sin ello, el cromo se elimina de la matriz cerca de la soldadura y sobreviene la corrosión intergranular.

Estabilización con titanio

El **SS 316Ti** y el **SS 321** incorporan una pequeña adición de titanio que fija el carbono como TiC. Los límites de grano se mantienen limpios bajo calor prolongado, por lo que estos grados conservan la resistencia a la corrosión por encima de 400 °C donde los grados L no lo harían.

Especifique grados L para cada conjunto soldado

El SS 304L y el SS 316L tienen un sobrecoste insignificante frente a sus equivalentes estándar y eliminan la sensibilización por soldadura. Para el hilo cuña soldado por resistencia, esto no es opcional.

Ajuste el calor a la estructura dúplex

El Duplex 2205 depende de un equilibrio austenita-ferrita 50 / 50 fijado en la fábrica. Demasiado poco aporte de calor favorece la ferrita; demasiado forma fase sigma frágil. Siga procedimientos de soldadura cualificados (WPS / PQR) — el dúplex no es un grado para improvisar.

Siga el protocolo SSAB para el súper dúplex

El Super Duplex 2507 requiere un control de proceso aún más estricto: protección de raíz con gas inerte, temperatura entre pasadas limitada, aporte de calor controlado. La penalización por tomar atajos es una unión fragilizada por fase sigma que falla tras la puesta en servicio.

Precalente el S700 para evitar la fisuración por hidrógeno

Los grados estructurales de alta resistencia son vulnerables a la fisuración asistida por hidrógeno cuando se sueldan en frío. Un precalentamiento de 100–150 °C y electrodos de bajo hidrógeno controlan la velocidad de enfriamiento y evitan la fisuración en la línea de soldadura.

Trate el Hardox como una placa de desgaste atornillada

La soldadura reduce la dureza en la zona afectada por el calor. SSAB publica procedimientos específicos por grado — minimizar el aporte de calor, consumibles de bajo hidrógeno, sin uniones de penetración completa en la cara de desgaste. El Hardox se instala mejor como un panel reemplazable atornillado a un bastidor de S355 o S700.

MATRIZ DE DECISIÓN

Ajuste el entorno, luego refine según coste y fabricación.

Punto de partida para especificar el grado de material frente al factor de esfuerzo dominante. Para entornos combinados (cloruros en caliente, abrasión corrosiva), elija el peor caso y coteje con los otros ejes.

Por calidad del agua

Agua dulce (Cl ⁻ < 200 ppm)	SS 304L · SS 316L
Salobre (200–3 000 ppm)	SS 316L
Cloruro alto (> 3 000 ppm)	Duplex 2205
Agua de mar / salmuera	Super Duplex 2507
Captación de desalinización	Super Duplex 2507

Por temperatura

Ambiente a 150 °C	Cualquier grado austenítico
150–400 °C, con cloruros	SS 316Ti
400–900 °C, sin cloruros	SS 321
400–900 °C, con cloruros	SS 316Ti
Criogénico (< -50 °C)	SS 304L · SS 316L

Por carga abrasiva

Ligera (agua de proceso, alimentos)	Serie SS 304 / 316
Moderada, húmeda & corrosiva	Duplex 2205
Intensa, seca (finos de minería)	S700 · Hardox 450/500
Intensa, húmeda & corrosiva	Super Duplex 2507
Bastidores de deck vibratorio	S355 · S700

Por régimen normativo

Contacto alimentario FDA, 3-A, EHEDG	SS 316L
Alta pureza farmacéutica	SS 316L electropulido
Servicio amargo NACE	Duplex 2205 · 2507
Control de arena de petróleo & gas	Super Duplex · Inconel 625/825
Captación US CWA 316(b)	SS 316L · Super Duplex
Estructura con marcado CE	S355 · S700

Más allá de los once grados — control de arena & servicio amargo. Para mallas de control de arena de petróleo & gas en pozos amargos, donde el cloruro, el H₂S y la temperatura superan los límites del súper dúplex, las aleaciones de níquel **Inconel 625** e **Inconel 825** se especifican a petición — fabricadas según API 15LE / ISO 17824 y NACE MR0175.

Asocie su entorno operativo a una especificación de grado.

El asistente interactivo de nuestra web puntúa los once grados frente a sus parámetros de proceso — cloruro, temperatura, pH, carga abrasiva — y devuelve una lista corta clasificada con datos de comparación completos. Para orientación específica de la aplicación, contacte directamente con el equipo de ingeniería.

HERRAMIENTA WEB

Material Selection Wizard

adenwedgewire.com/material-selection-wizard

Puntuación interactiva sobre más de 25 propiedades de material.

CONTACTO DE INGENIERÍA

Consultoría técnica sobre grados a medida y entornos de esfuerzos combinados.

info@adenwedgewire.com

Respuesta en un día hábil.