

# Material didactico para docentes en Arquitectura o Ingenieria Civil

## Capítulo 4

### Qué son los aceros inoxidables?

# Videos



100 Años del acero Inoxidable

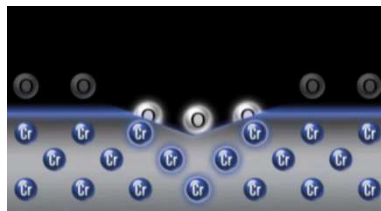
<http://www.stainlesssteelcentenary.info/Home/Video>



Aleados para una larga durabilidad

[http://www.worldstainless.org/files/issf/mov\\_video\\_files/Alloyed%20for%20lasting%20value/Alloyed%20for%20lasting%20value%20English.mov](http://www.worldstainless.org/files/issf/mov_video_files/Alloyed%20for%20lasting%20value/Alloyed%20for%20lasting%20value%20English.mov) or

<http://youtu.be/l4Z1UVWm3DE>



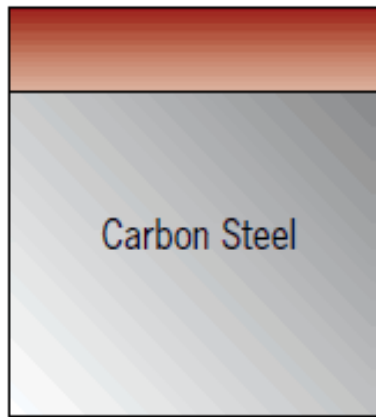
Autoreparación para una larga duración

[http://www.worldstainless.org/files/issf/mov\\_video\\_files/Selfrepairing%20for%20lasting%20value/Selfrepairing%20for%20lasting%20value%20English.mov](http://www.worldstainless.org/files/issf/mov_video_files/Selfrepairing%20for%20lasting%20value/Selfrepairing%20for%20lasting%20value%20English.mov) or

<http://youtu.be/ngnT6dYo-M0>

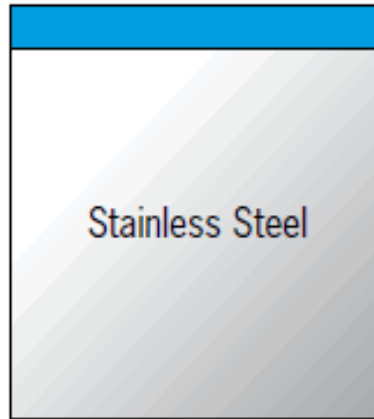
# Los aceros inoxidable son aleaciones férricas que contienen al menos un 10,5% de Cromo

Óxido superficial  
> 20µm espesor



< 11% Chromium

Capa pasiva superficial  
~ 2nm espesor

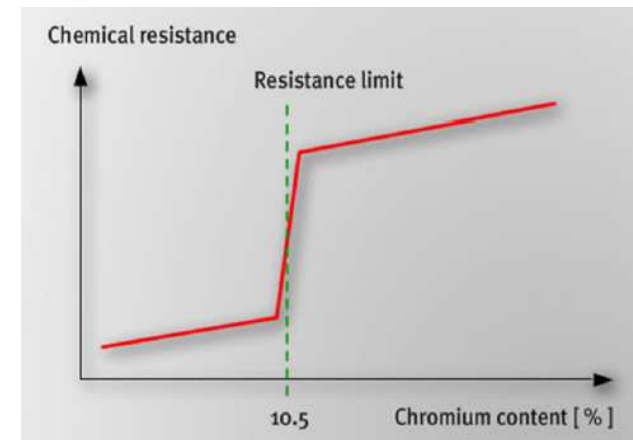


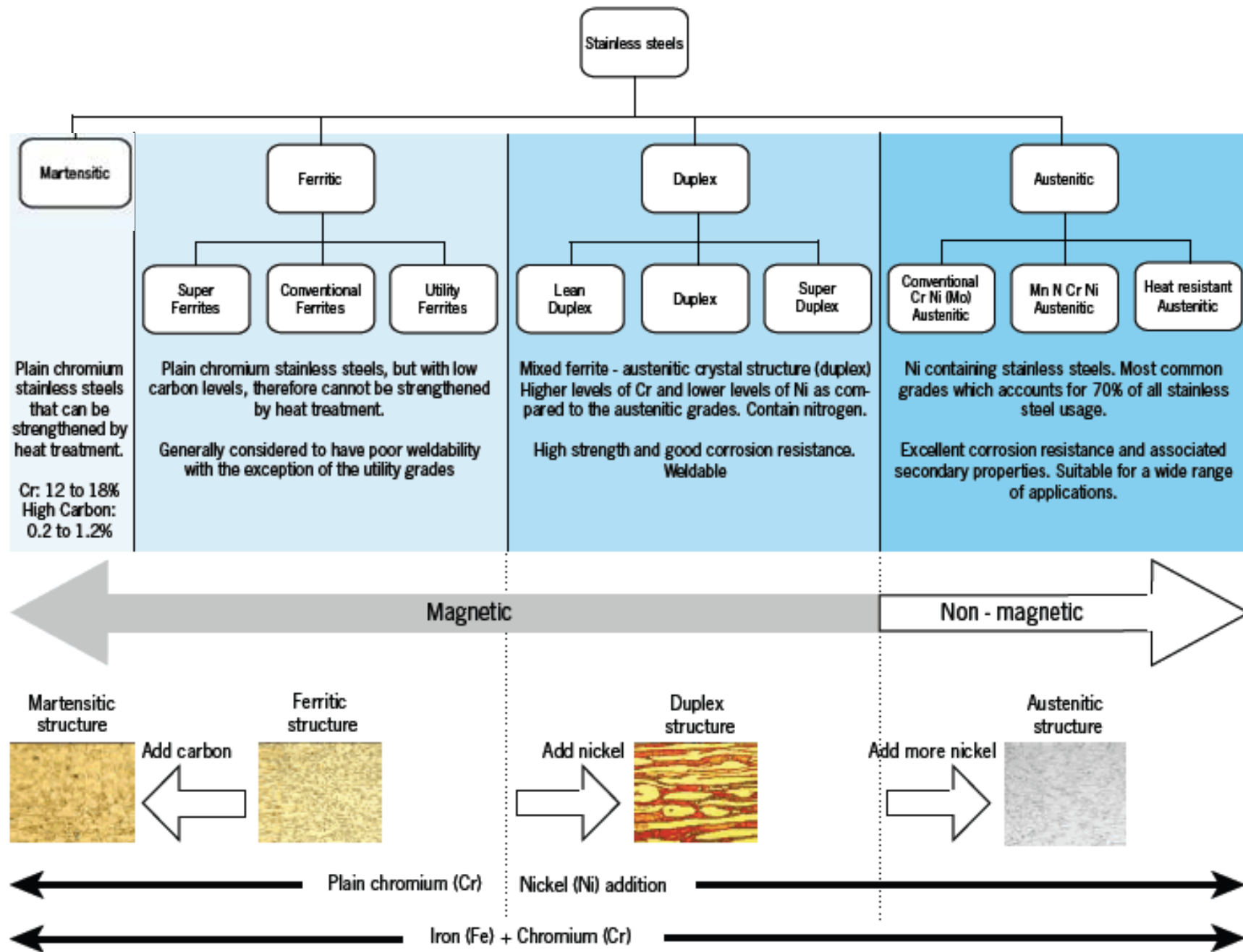
>11% Chromium

➔ Resistencia a corrosión

La capa pasiva se forma en pocos minutos

El incremento en Cromo aumenta la efectividad de la capa pasiva... Pero hay otros importantes factores que tienen influencia en la resistencia a corrosión (ver capítulo 3)





REVISADO

# Aceros Cr-Ni (Austeniticos)<sup>4</sup>

## Subgrupos:

▪ Cr-Ni	EN 1.4301/AISI 304	Cr: 18 Ni: 9	Fe: Balanceado
▪ Cr-Ni-Mo	EN 1.4401/AISI 316	Cr: 18 Ni 10 Mo: 2.5	Fe: Balanceado

## Propiedades intrínsecas:

- Muy buena resistencia a corrosión, aumenta en función del contenido en aleantes
- ... Pero pueden ser susceptibles de sufrir corrosión bajo tensiones (SCC) en ambientes con temperaturas elevadas y cloruros (piscinas por ejemplo)
- Alta ductilidad y resistencia al impacto a cualquier (incluyendo las muy bajas) temperatura
- La resistencia del material puede ser incrementada por deformación en frío)
- Muy buena resistencia al fuego
- Muy buena capacidad para la deformación tanto en frío como caliente (ductilidad, elongación)
- Facilmente soldable (TIG, MIG)

Código de color:

▪ Resistencia a corrosión

▪ Propiedades mecánicas

▪ Fabricación

Los más conocidos y empleados en la actualidad

# Aceros Cr-Mn (Austeníticos al Manganeso)<sup>5</sup>

REVISADO

## Tipo Acero más común:

- |              |                    |        |       |       |        |                   |
|--------------|--------------------|--------|-------|-------|--------|-------------------|
| ▪ Cr-Mn-Ni-N | EN 1.4372/AISI 201 | Cr: 17 | Mn: 7 | Ni: 4 | N:0.15 | Fe:<br>Balanceado |
|--------------|--------------------|--------|-------|-------|--------|-------------------|

## Propiedades intrínsecas:

- Menor resistencia a corrosión
- ... Y mucho más susceptibles a la corrosión bajo tensiones (SCC) y a las picaduras, especialmente cuando los niveles de Ni y Cr son bajos
- Mayores resistencias
- Pobre comportamiento frente a la deformación en frío
- Pobre maquinabilidad
- Más difíciles de soldar
- Coste inferior a los austeníticos Cr-Ni ... pero superior a los ferríticos

Mayormente  
empleados en  
India y China

Código de  
color:

▪ Resistencia a  
corrosión

▪ Propiedades  
mecánicas

▪ Fabricación

REVISADO

# Aceros con Cr (Ferriticos)<sup>6</sup>

## Subgrupos:

▪ Cr	EN 1.4016/AISI 430	Cr: 17	Fe: Balanceado
▪ Cr-Mo	EN1.4521/AISI 444	Cr: 18 Mo: 2 Ti+Ni: 0.4	Fe: Balanceado

## Propiedades intrínsecas:

- No afectado por la corrosión bajo tensiones (SCC)
- Buena ductilidad (aunque menor que la de los austeníticos)
- No son válidos para su empleo a bajas temperaturas
- Se puede incrementar algo la resistencia por deformación en frío (pero no por tratamiento térmico)
- Muy buenas propiedades para la deformación en frío. (menor efecto muelle, menor desgaste de herramientas, pero requiere una operativa diferente de la de los austeníticos)
- Los tipos estabilizados (con Nb y/o Ti ) son fácilmente soldables(TIG, MIG)

Ofrecen un óptimo funcionamiento/coste en múltiples aplicaciones y son cada vez más empleados

Código de color:

▪ Resistencia a corrosión

▪ Propiedades mecánicas

▪ Fabricación

REVISADO

# Aceros Cr (Martensíticos)<sup>7</sup>

## Subgrupos:

▪ C-Cr	EN1.4021/AISI 420	Cr: 13 C:0.2	Fe: Balanceado
▪ C-Cr-Ni	EN1.4057/AISI431	Cr: 16 Ni: 2 C: 0.2	Fe: Balanceado
▪ Endurecidos por precipitación	Typically EN1.4542/AISI630	Cr: 17 Ni: 4 Cu:4	Fe: Balanceado

## Propiedades intrínsecas:

- Aceptable a buena resistencia a corrosión, dependiendo de la cantidad de aleantes.
- Alta resistencia obtenida por tratamiento térmico (no por deformación en frío). Limitada elongación.
- No recomendable para su uso a muy bajas temperaturas
- No recomendable para su conformado, generalmente procesados por mecanizado
- Pueden ser soldados (TIG, MIG), pero requieren generalmente de tratamiento posterior

Código de color:

▪ Resistencia a corrosión

▪ Propiedades mecánicas

▪ Fabricación

Son usados como aceros de ingeniería con resistencia a corrosión



REVISADO

# Duplex (Austenitico-Ferritico)<sup>8</sup>

## Subgrupos:

▪ Cr-Ni	EN1.4362	Cr: 23 Ni: 4	Fe: Balanceado
▪ Cr-Ni-Mo	EN1.4462	Cr: 22 Ni: 5 Mo: 3	Fe: Balanceado

## Propiedades intrínsecas:

- Excelente resistencia a corrosión, se incrementa en función del contenido de aleantes
- No afectado por la corrosión bajo tensiones (SCC)
- Alta resistencia, buena ductilidad
- Resistencia puede incrementarse mediante deformación en frío (pero no por tratamiento térmico)
- Buenas propiedades para conformado en frío y en caliente(ductilidad, elongación)
- Soldable (TIG, MIG)

Ofrecen la mejor combinación de resistencia a corrosión y propiedades mecánicas

Codigo de color:

▪ Resistencia a corrosión

▪ Propiedades mecánicas

▪ Fabricación

REVISADO

# Propiedades Físicas<sup>9, 10</sup>

Materiales	Modulo de Elasticidad Gpa	Coficiente de Expansión Térmica $10^{-6} \text{K}^{-1}$	Conductividad Térmica $\text{W m}^{-1} \text{K}^{-1}$	Magnetismo	Densidad $\text{Kg/dm}^3$
Cr-Ni Austeniticos	210	18	15	No	7,8
Cr-Mn Austeniticos	210	17	15	No	7,8
Cr Ferriticos	220	11	23	Yes	7,7
Cr-Ni (Mo)-N Duplex	210	14	15	Intermediate	7,8
Cr-C Martensiticos	215	11	30	Yes	7,7
Acero al Carbono	210	12	18	Yes	7,8
Cobre	135	17	380	No	8,3
Aluminio	70	22	230	No	3,9
Vidrio	65	9	1,7	No	2,5
Hormigón	48	10	1	No	2,5

What are stainless steels?

# Normativa de Aceros inoxidables

REVISADO

Principales entidades normativas:

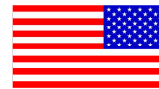
ISO



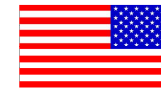
EN



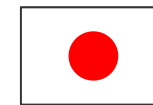
ASTM/AISI



UNS



JIS



Nota:

Muchos países referencian a las normas anteriores, que son ampliamente aceptadas.  
Muchos de los aceros son muy similares en todas las normas.

Listado de normativa Americana: ref 11

Listado de normativa Europea: ref 12

Existen tablas de correspondencia entre ambas: refs 13 – 15

# Principales tipos de Acero inoxidable utilizados en Arquitectura y Construcción: EN 10088-4 (chapa/plate/fleje)<sup>16, 17</sup>

Tipo	ASTM UNS	C Wt%	Cr Wt%	Ni Wt%	Mo Wt%	Otros Wt%	Uso principal <sup>3,4</sup>
4003	S40977	0,02	11,5	0,5	-	-	Interiores (calidos o no)
4016	430	0,04	16,5	-	-	-	Revestimientos decorativos en interior
4509	S43932	0,02	18	-	-	Nb Ti	Tejados en zonas de interior y canalones de agua
4510	439	0,02	17	-	-	Ti	
4521	444	0,02	17,8	-	2,1	Ti	Mercado de tubería doméstica
4301	304	0,04	18,1	8,1	-	-	Interiores y exteriores de edificios en ambiente industrial normales alejadas de la costa
4307	304L	0,02	18,1	8,1	-	-	
4306	304L	0,02	18,2	10,1	-	-	
4401	316	0,04	17,2	10,1	2,1	-	Aplicaciones permanentemente húmedas, localizaciones en ambiente costero, ambientes industriales contaminados o cerca de carreteras con sales de deshielo
4404	316L	0,02	17,2	10,1	2,1	-	
4571	316Ti	0,04	16,8	10,9	2,1	Ti	
4529	N08926	0,01	20,5	24,8	6,5	N, Cu	Túneles de carretera y piscinas cubiertas
4547	S31254	0,01	20,0	18,0	6,1	N, Cu	

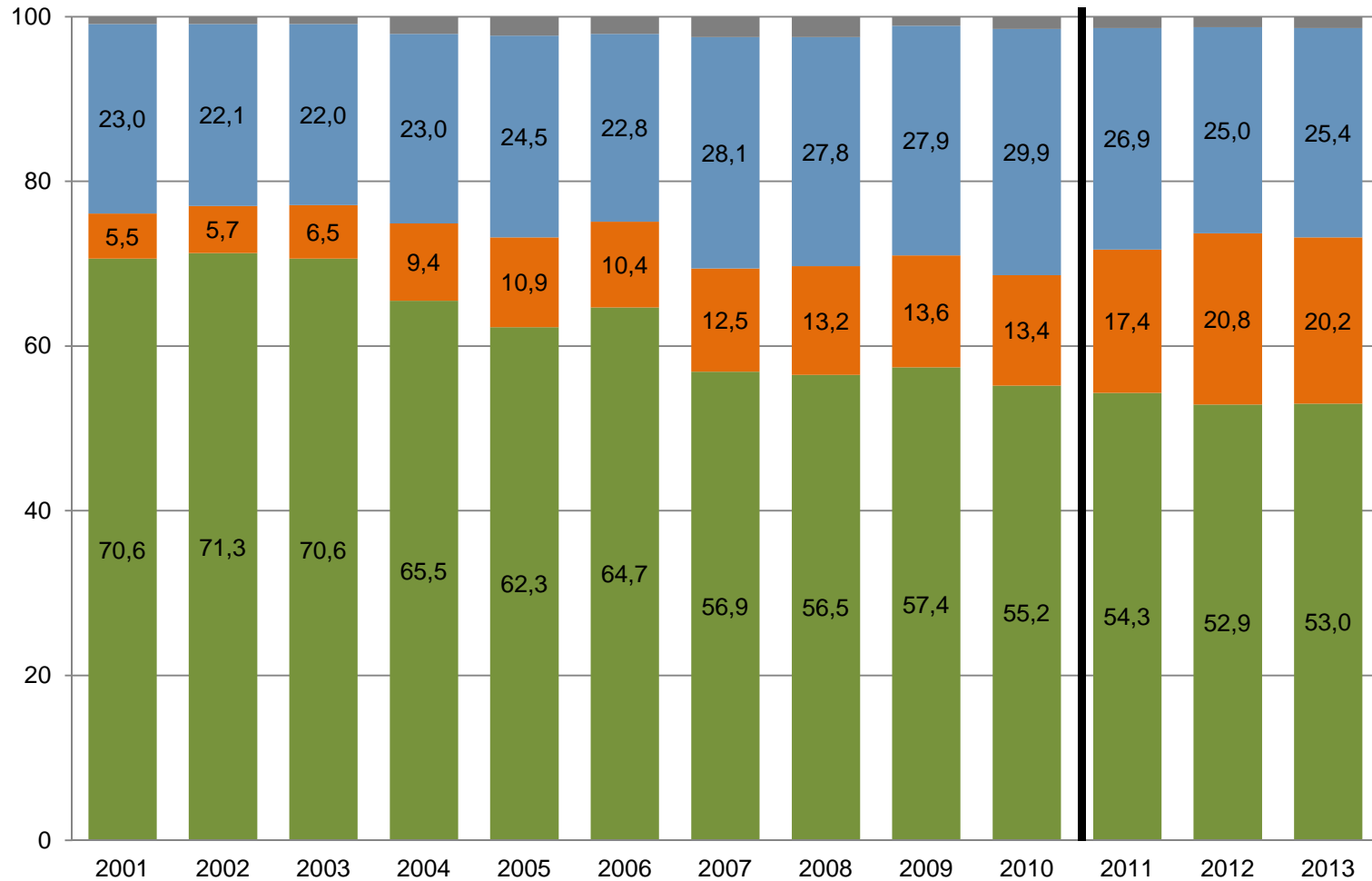
# Principales tipos de Acero inoxidable utilizados en Arquitectura y Construcción: EN 10088-5(barra/alambre/perfiles)<sup>18</sup>

Tipo	ASTM UNS	C Wt%	Cr Wt%	Ni Wt%	Mo Wt%	Otros Wt%	Uso principal <sup>6</sup>
4003	S40977	0,02	11,5	0,5	-	-	
4016	430	0,04	16,5	-	-	-	Ganchos para pizarra
4542	630	0,04	16,0	4,0		Cu,Nb	Barras de anclaje
4301	304	0,04	18,11	8,1	-	-	Corrugado Tornillería tipo A2
4307	304L	0,02	8,118	8,1	-	-	
4311	304N	0,02	,1	8,6	-	N	
4567	304Cu	0,02	17,1	8,6	-	Cu	
4401	316	0,05	16,6	10,1	2,1	-	Interior y exterior de edificios en ambiente industrial normal, lejos de la costa, Corrugado
4404	316L	0,02	16,6	10,1	2,1	-	
4429	« 316LN »	0,02	16,6	11,1	2,6	N	
4529	« 926 »	0,01	20,5	24,8	6,5	N, Cu	Tuneles de carreteras y piscinas cubiertas.
4547	S31254	0,01	20,0	18,0	6,1	N, Cu	
4362	S32304	0,02	22,5	3,6	0,3	N, Cu	Corrugado y componentes mecánicos
4462	S32205	0,02	21,5	4,6	2,8	N	Corrugado y componentes mecánicos



# Desglose de la producción mundial por familia<sup>19</sup>

**NUEVA**



Altos valores del Ni favorecen el reemplazo de tipos CrNi por tipos como Cr-Mn o Cr

Los tipos Duplex, irrelevantes hoy en día, se espera que crezcan enormemente en el futuro.

■ CrNi ■ CrMn ■ Cr ■ others

REVISADO

# Referencias bibliográficas (1/2)

1. <http://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/TheStainlessSteelFamily.pdf>
2. <http://www.outokumpu.com/en/stainless-steel/about-stainless-steel/stainless-steel-types/pages/default.aspx>
3. [D. Peckner](#) Handbook of Stainless Steels Hardcover – June, 1977 ISBN-13: 978-0070491472 ISBN-10: 007049147X
4. [http://www.imoa.info/download\\_files/stainless-steel/Austenitics.pdf](http://www.imoa.info/download_files/stainless-steel/Austenitics.pdf)
5. [http://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/ISSFNew200seriessteelsAnopportunityorathreat\\_EN.pdf](http://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/ISSFNew200seriessteelsAnopportunityorathreat_EN.pdf)
6. [http://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/ISSF\\_The\\_Ferritic\\_Solution\\_English.pdf](http://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/ISSF_The_Ferritic_Solution_English.pdf)
7. <http://www.bssa.org.uk/cms/File/Alans%20Angle%20February%202009%20-%20Martensitics.pdf>
8. [http://www.imoa.info/download\\_files/stainless-steel/Duplex Stainless Steel 3rd Edition.pdf](http://www.imoa.info/download_files/stainless-steel/Duplex_Stainless_Steel_3rd_Edition.pdf)
9. <http://ocw.mit.edu/courses/materials-science-and-engineering/3-11-mechanics-of-materials-fall-1999/modules/props.pdf>
10. [http://www.euro-inox.org/pdf/map/Tables\\_TechnicalProperties\\_EN.pdf](http://www.euro-inox.org/pdf/map/Tables_TechnicalProperties_EN.pdf)
11. [http://www.imoa.info/download\\_files/stainless-steel/2014-8-Specification-and-Guideline-list.pdf](http://www.imoa.info/download_files/stainless-steel/2014-8-Specification-and-Guideline-list.pdf)
12. <http://www.bssa.org.uk/topics.php?article=370&featured=1>
13. [http://www.worldstainless.org/what\\_is\\_stainless\\_steel/standards](http://www.worldstainless.org/what_is_stainless_steel/standards)



REVISADO

# Referencias bibliográficas (2/2)

14. Chemical composition of stainless steel flat products for general purposes to EN 10088-2: <http://www.bssa.org.uk/topics.php?article=44>
15. Chemical composition of stainless steel long products for general purposes to EN 10088-3: <http://www.bssa.org.uk/topics.php?article=46>
16. EN 10088-4:2009 Stainless steels. Technical delivery conditions for sheet/plate and strip of corrosion resisting steels for construction purposes
17. Stainless steel flat products for building – the grades in EN 10088-4 explained: [http://www.euro-inox.org/pdf/build/EN10088-4\\_EN.pdf](http://www.euro-inox.org/pdf/build/EN10088-4_EN.pdf)
18. EN 10088-5: 2009 Stainless steels. Technical delivery conditions for bars, rods, wire, sections and bright products of corrosion resisting steels for construction purposes.
19. [http://www.worldstainless.org/Files/ISSF/non-image-files/PDF/ISSF Stainless Steel in Figures 2014.pdf](http://www.worldstainless.org/Files/ISSF/non-image-files/PDF/ISSF%20Stainless%20Steel%20in%20Figures%202014.pdf)

Gracias