Universidad Tecnológica Nacional

Facultad Regional Villa María

Ingeniería Mecánica - Materiales Metálicos

Trabajo Práctico 3-01

Grupo DEL RÍO:

- *Abregú, Iván.*
- *Antico, Rodrigo.*
- *Brussa,Julián.*
- *Cabral, Franco.*
- *Cárdenas, Felipe.*
- *Cardozo, Martín.*
- *Córdoba, Nathan.*
- *Cucco, Ramiro.*
- *del Río, Juan.*
- *Guerini, Nazareno.*
- *Medina, Ivo.*
- *Ortiz, Gastón.*
- *Picos, Elías.*
- *Quinteros, Lautaro.*

Docentes:

- *Dr. Lucioni, Eldo José.*
- *Ing. Victorio Vallaro, Juan Manuel.*

21 de agosto de 2025

Índice

1. Análisis Aceros Böhler. **1**
1.1. Designaciones. 2
1.2. Rutas de producción. 6
1.3. Equivalencias de designaciones. 9

2. Análisis ArcelorMittal. **10**
2.1. Sector Agro. 10
2.2. Construcciones Civiles. 13
2.3. Productos para la Industria. 17

3. Hojas Características IRAM. **20**

4. Análisis SSAB. **20**
4.1. HARDOX — Aceros antidesgaste 21

5. Bibliografía. **32**

A. Hoja técnica de Acero 1060 IRAM. **32**

Resumen

Requerimiento del Trabajo. Analice e investigue el contenido del catálogo que se indica a fin de adquirir la capacidad de explicar el significado de la información que allí se detalla:

- Böhler. Centro de Materiales. Sitio Web: https://www.acerosboehler.com.ar/es/material-center/
- Böhler. Catálogo de aceros para herramientas. https://www.acerosbohler.com/app/uploads/sites/101/2019/08/B%C3%B6hler_toolsteel_2018_LQ.pdf
- Arcelor-Mittal. Catálogo de Productos. Sitio Web: https://www.acindar.com.ar/wp-content/uploads/2018/11/Catalogode-productos-para-la-industria.pdf
- IRAM - Hojas Características de los Aceros {MM-CAD-TP 2-01}
- SSAB. Su guía para los productos de acero antidesgaste Hardox®. Sitio Web: https://www.ssab.lat/marcas-y-productos/hardox/productprogram

1. Análisis Aceros Böhler.

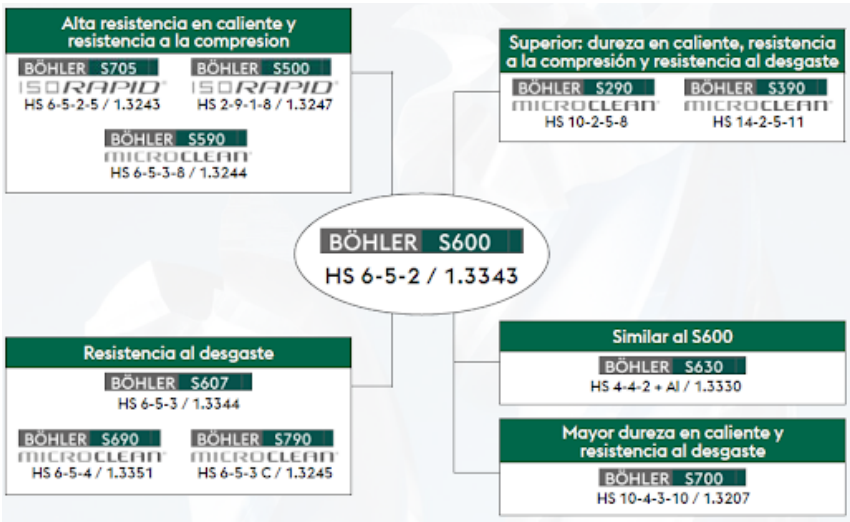
Son aceros producidos por Böhler, uno de los líderes internacionales de aceros para herramientas, aceros rápidos y aceros especiales. También se los suele clasificar por su ruta de fundición en aceros convencionales, refundidos por electroescoria (ESR/ESU), pulvimetalúrgicos de tercera generación y aceros atomizados en polvo para fabricación aditiva.

Se solicita una descripción del catálogo, que se realiza a continuación:

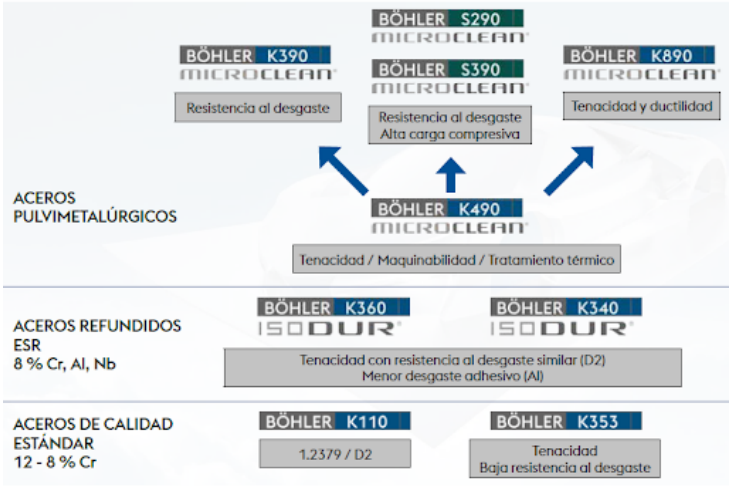
1.1. Designaciones.

Estos productos están catalogados como **Böhler Xxxx** donde la "X" es una letra que da una cierta clasificación, seguida por tres cifras "xxx". Algunas de las designaciones más importantes son:

- **S**: Aceros rápidos, que pueden ser:
  - Aceros rápidos convencionales.
  - Aceros rápidos refundidos por electroescoria (ESR).
  - Aceros rápidos pulvimetalúrgicos.



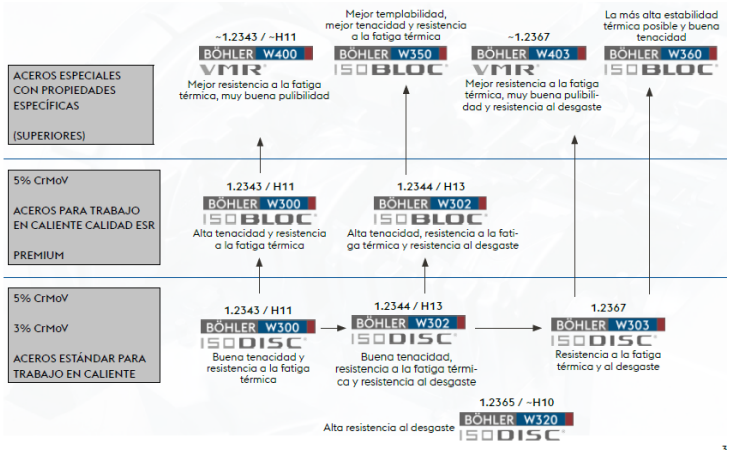
- **K**: Aceros para trabajo en frío, que pueden ser:
  - Aceros para trabajo en frío convencionales.
  - Aceros para trabajo en frío refundidos por electroescoria (ESR).
  - Aceros para trabajo en frío pulvimetalúrgicos.



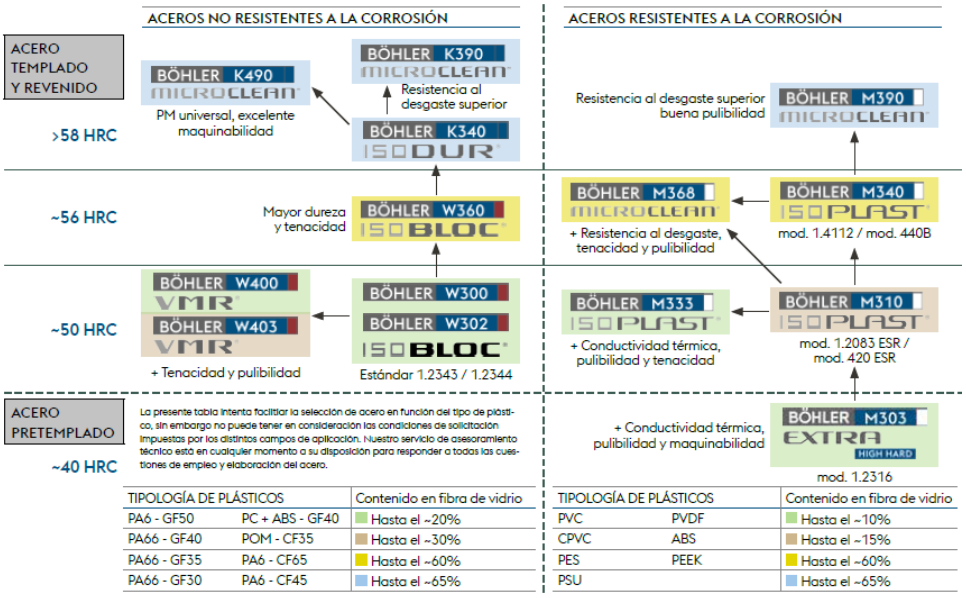
- **N**: Aceros para cuchillas.

Calidad BÖHLER	Normas comparables	Tratamiento térmico			Composición química %							
		Dureza [1] HB máx (recocido)	Temple °C Enfriamiento rápido	Dureza alcanzable HRC	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	W	Otros
BÖHLER N360	1.4108 / X30	250	1000 - 1050	55 - 60	0,30	0,60	0,40	15,00	1,00	-	-	N 0,40
BÖHLER N540	1.4034	245	980 - 1030	52 - 55	0,46	0,40	0,40	13,00	-	-	-	-
BÖHLER N678	1.4153	260	1000 - 1050	54 - 60	0,80	0,40	0,40	13,50	0,45	1,85	-	-
BÖHLER N679	M92	260	1000 - 1050	54 - 60	0,80	0,40	0,40	13,00	1,30	0,85	-	Nb 0,80
BÖHLER N680	-	260	980 - 1020	55 - 58	0,55	0,40	0,40	17,30	1,10	0,10	-	N 0,20
BÖHLER N685	1.4112 / 1.2361	265	1000 - 1050	54 - 59	0,90	0,40	0,40	17,50	1,10	0,10	-	-
BÖHLER N690	1.4528	285	1030 - 1080	55 - 60	1,08	0,40	0,40	17,30	1,10	0,10	-	Co 1,50
BÖHLER N695	1.4125 / 440C	285	1000 - 1050	55 - 59	1,05	0,40	0,40	16,70	0,50	-	-	-

- **W**: Aceros para trabajo en caliente, que se clasifican en:
  - Aceros para trabajo en caliente convencionales con tratamiento térmico especial.
  - Aceros para trabajo en caliente refundidos por electroescoria (ESR).
  - Aceros para trabajo en caliente fundidos en vacío (VAR).



- **M**: Aceros para moldes de plástico:
  - Aceros para moldes de plástico convencionales.
  - Aceros para moldes de plástico con características especiales.
  - Aceros para moldes de plástico con resistencia al desgaste.
  - Aceros para moldes de plástico fundidos en vacío (VAR).
  - Aceros para moldes de plástico refundidos por electroescoria (ESR).
  - Aceros para moldes de plástico pulvimetalúrgicos.



- **L**: Aceros para fabricación aditiva (atomizados en polvo).

Calidad BÖHLER		Composición química %														
	Ctd	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	V	Cu	Co	Al	Ti	Nb	Fe
BÖHLER L625 AMPO	mín	–	–	–	–	–	21,00	8,00	–	–	–	–	–	–	+Ta 3,20	–
	máx	0,03	0,40	0,50	0,010	0,010	23,00	10,00	residuo	–	–	1,00	–	0,40	+Ta 3,80	5,00
BÖHLER L718 AMPO	mín	0,02	–	–	–	–	17	2,8	50	–	–	–	0,3	0,65	4,7	residuo
	máx	0,08	0,35	0,35	0,015	0,015	21	3,5	55	–	0,3	1	0,7	1,15	5,5	residuo
BÖHLER N700 AMPO	mín	–	–	–	–	–	15	–	3	–	3	–	–	–	5xC	–
	máx	0,07	0,7	1,5	0,04	0,015	17	0,6	5	–	5	–	–	–	0,45	–
BÖHLER W722 AMPO	mín	–	–	–	–	–	–	4,5	17	–	–	8,5	–	0,8	–	–
	máx	0,03	0,1	0,15	0,01	0,01	0,25	5,2	19	–	–	10,0	–	1,2	–	–

Además, se nombran las aplicaciones y sectores para los cuales se emplean estos aceros: *automoción, aeronáutica, aeroespacial, bienes de consumo, herramientas de corte, oil & gas y sector energético*, entre otros.

1.2. Rutas de producción.

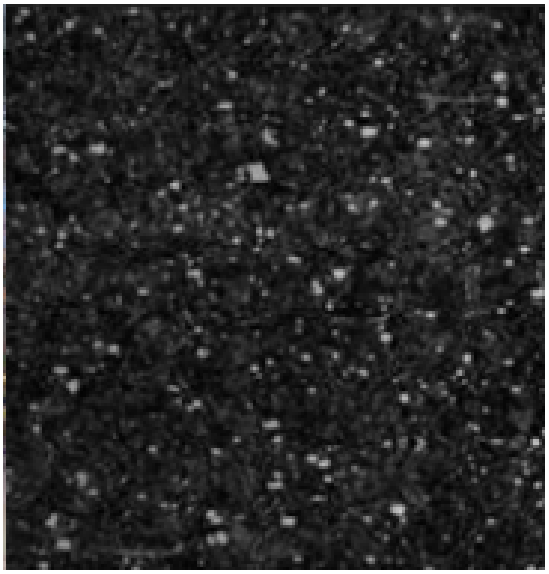
Producción convencional. Menor rendimiento en comparación con calidades ESR y PM debido a:

- Distribución desigual de los carburos.
- Cierto grado de segregaciones.
- Bajo nivel de homogeneidad.
- Bandas de carburos marcadas, sobre todo en el núcleo de piezas grandes.
- Cierta variedad en el tamaño de los carburos.
- *Estabilidad dimensional* desigual en sentidos longitudinal y transversal.

Estructura de un acero al 12% de Cr convencional

Producción ESR[1]/ESU[2]. Vida útil más larga gracias a:

- Mínimas inclusiones no metálicas.
- Menos micro y macro segregaciones.
- Buena homogeneidad y alta pureza.
- Estructura homogénea en toda la sección y longitud de la barra.
- Distribución uniforme de los carburos en barras de grandes dimensiones.
- Estabilidad dimensional.
- Amplia gama de aplicaciones gracias a altos niveles de resistencia.



Estructura de un acero al 8% de Cr en calidad ESR

Producción pulvimetalúrgica (PM). Para máximas exigencias:

- Óptima distribución de carburos.

[1] *Electroslag.*
[2] *alemán.*

- Máxima pureza metalúrgica.
- Acero libre de segregaciones.
- Propiedades isotrópicas.
- Máxima resistencia al desgaste y gran tenacidad.
- Alta dureza.
- Muy buena estabilidad dimensional.
- Elevada resistencia a la presión.
- Buena pulibilidad.

MICROCLEAN
Estructura de materiales PM

1.3. Equivalencias de designaciones.

Por último, en el catálogo se aprecia la equivalencia del acero Böhler con otros sistemas de nomenclatura:

- Nomenclatura EN (Sistema Europeo).
- Nomenclatura UNS (Sistema Unificado de Numeración).
- Nomenclatura ASTM.
- Nomenclatura SAE/AISI.
- Nomenclatura JIS (Sistema Japonés).

BÖHLER	**EN**	**JIS**	**AISI**
S601	HS6-5-2	SKH51	M2

Cuadro 1: Ejemplo de equivalencias extraído del catálogo.

2. Análisis ArcelorMittal.

Es una compañía siderúrgica productora de aceros largos que abastece a los sectores de la construcción civil, agro e industria en general.

2.1. Sector Agro.

En este sector se fabrican postes, alambres, esquineros y varillas que reemplazan totalmente otros materiales, como la madera.

Alambres.

Alambres ovalados galvanizados; Alambres redondos galvanizados; Trenza galvanizada; Alambre de púas; Alambre para riendas y maneas; Tejidos galvanizados.

Postes.

Poste esquinero de acero; Poste intermedio facón.

Varillas.

Varillas de alambre galvanizado; Varillas T.

Cada producto cuenta con su respectiva tabla de especificaciones técnicas. algunos ejemplos a continuación.

Producto	Presentación	Peso rollo	Diámetro	Carga mínima de rotura	Resistencia	Capa de zinc	Usos
	m/rollo	kg	mm	kgf			
San Martín® 17/15	1.000	43	2,4 - 3,0	800	Alta	Superior	Hacienda chúcara y zonas climáticas adversas.
Fortín® 17/15	1.000	43	2,4 - 3,0	725	Alta	Estándar	Construcción de alambrados tradicionales.
Fortín® 19/17	600	43	3,0 - 3,9	1.200	Alta	Estándar	Construcción de corrales.
Invencible® 16/14	1.000	36	2,2 - 2,7	600	Alta	Estándar	Alambrados y cercados generales.
Baqueano® 16/14	1.000	36	2,2 - 2,7	345	Mediana	Estándar	Animales dóciles.

*Alambres ovalados galvanizados

Producto	Altura	Peso	Profundidad recomendada	Presentación	Distancia entre hilos	Usos en alambrados
	m	kg/unidad	m	unidades	cm	
Poste esquinero de acero	2,4	70	1	1	20-20-20-15-15-15 25-25-25-15-15 30-25-25-25	Tradicional para ovinos y vacunos.
Poste Facón®	1,5	4,82	0,6	10	5	Eléctrico para lanares y vacunos.
Poste Facón®	1,8	5,85	0,6	10	5	Eléctrico para lanares y vacunos.
Poste Facón®	2,2	7,10	0,9	10	5	Tradicional para ovinos y vacunos.
Poste Facón®	2,4	7,70	1	10	5	Tradicional para vacunos.
Poste Facón®	3,0	9,55	1	10	5	Cercados, ciervos y cotos.

*Tabla de Postes

Producto	Altura	Peso	Presentación	Distancia entre hilos
	m	kg/unidad	unidades	cm
Varilla de alambre 5 hilos	0,81	0,139	50	20-20-20-20
Varilla de alambre 6 hilos	0,91	0,160	50	25-25-25-15-15
Varilla de alambre 7 hilos	1,05	0,184	50	20-20-20-15-15-15
Varilla T para alambrado de 5, 6 y 7 hilos	1,20	1,080	50	30-25-25-25 25-25-25-15-15 20-20-20-15-15-15

*Tabla de Varillas

2.2. Construcciones Civiles.

Los productos que se ofrecen para este sector son:

- DN A 420® Barras de acero de dureza natural para hormigón armado.
- AL 220® Barras de acero lisas para hormigón armado.
- Soluciones Acindar: Acero cortado y doblado.
- Sima® Mallas soldadas estándar.
- Sima® Mallas soldadas según especificación.
- Soluciones Acindar: Estructuras prearmadas de acero.
- Trilogic® Vigas reticuladas electrosoldadas de acero.
- Clavos.
- Job-Shop: Mallas electrosoldadas para uso no estructural.
- Tejimet®: Alambres tejidos galvanizados.
- Perfiles laminados en caliente (ángulo de alas iguales, perfil normal U, perfil normal doble T, perfil IPB, IPBL, IPE, U y T chicos).
- Barras laminadas en caliente.
- Planchuelas laminadas.
- Alambre recocido.
- Alambres de acero para pretensado.
- Cordones de acero para pretensado.
- Cordón engrasado envainado.

Cada producto consta de su respectiva hoja técnica, a continuación pondremos algunas como referencia:

Diám. nominal	Perím. nominal	Peso nominal	Peso por barra 12m	Secciones nominales / número de barras										Diám. mandril de doblado mínimo (1)
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
mm	cm	kg/m	kg					cm²						cm
6	1,88	0,222	2,66	0,28	0,56	0,85	1,13	1,41	1,70	1,98	2,26	2,54	2,83	2,40 (4 d)
8	2,51	0,395	4,74	0,50	1,00	1,51	2,01	2,51	3,01	3,52	4,02	4,52	5,03	3,20 (4 d)
10	3,14	0,617	7,40	0,79	1,57	2,36	3,14	3,93	4,71	5,50	6,28	7,07	7,85	4,00 (4 d)
12	3,77	0,888	10,7	1,13	2,26	3,39	4,52	5,65	6,79	7,92	9,05	10,18	11,31	4,80 (4 d)
16	5,03	1,580	18,9	2,01	4,02	6,03	8,04	10,05	12,06	14,07	16,08	18,10	20,11	6,40 (4 d)
20	6,28	2,470	29,6	3,14	6,28	9,42	12,57	15,71	18,84	21,99	25,14	28,27	31,42	14,00 (7 d)
25	7,85	3,850	46,2	4,91	9,82	14,73	19,64	24,55	29,46	34,37	39,28	44,19	49,10	17,50 (7 d)
32	10,10	6,310	75,7	8,04	16,08	24,13	32,17	40,21	48,26	56,30	64,34	72,38	80,42	22,40 (7 d)
40	12,60	9,860	118,3	12,57	25,13	37,70	50,26	62,83	75,40	87,96	100,53	113,12	125,66	-

*Tabla Con Especificsciones de las Barras DN A 420®

Línea Mini. Paneles de 3 m x 2,40 m (sup. 7,2 m²)

Modelos	Cuantía	Separación		Diám. de alambres		Salientes		Peso nominal	
	Longitudinal cm² /m	Longitudinal cm	Transversal cm	Longitudinal mm	Transversal mm	A1=A2 cm	A3=A4 cm	kg/panel	kg/m2
Cuadrícula cuadrada									
Q 131	1,31	15	15	5,0	5,0	7,5	7,5	14,80	2,06
Q 188	1,88	15	15	6,0	6,0	7,5	7,5	21,31	2,96
Cuadrícula rectangular									
R 131	1,31	15	25	5,0	5,0	12,5	7,5	11,84	1,64
R 188	1,88	15	25	6,0	5,0	12,5	7,5	15,09	2,10

*Tabla Con Especificaciones de Malla

Clavos	Usos
Punta París	Encofrados para construcción, clavado de postes de grandes dimensiones, machimbres, maderas en general, etc.
Punta París Espiralados	Construcción de pallets, clavado de tirantes en techos de madera, etc.
Punta Cajoneros	Construcción de cajones y cajas en gral., techados de paja para quinchos, etc.
Punta Cajoneros Espiralados	Construcción de cajones para colmenares, machimbrados, etc.
Punta Cajoneros Barnizados	Construcción de cajones para envasado de frutas de exportación (resistentes a la humedad).
Punta Fina Cabeza Chata	Mueblería (para trabajos en los que se requiere una excelente terminación).
Punta Fina Cabeza Perdida	Mueblería (para trabajos en los que se requiere una excelente terminación).
Cabeza de Plomo	Armado de techos de chapa y tinglados en general.

Punta cajoneros espiralados

Longitud		Diámetro	Presentación
Pulgadas	mm	mm	
1.26	32	90 - 2,00	GRA
1.50	38	1,90 - 2,00	GRA
1.77	45	2,20 - 2,30	GRA
1.97	50	2,20 - 2,30	GRA
1.97	50	2,50 - 2,60	GRA
2.48	63	2,50 - 2,60	GRA
2.95	75	2,50 - 2,60	GRA

GRA A granel
1kg 1 kilogramo
30u 30 unidades
60u 60 unidades
100u 100 unidades
200u 200 unidades
250u 250 unidades
500u 500 unidades

A granel: presentación en cajas de 30 kg.
Las demás presentaciones en cajas conteniendo bolsas de polietileno.

*Algunas tablas de especificaciones sobre Clavos

2.3. Productos para la Industria.

Los productos del catálogo para este sector son:

- Palanquillas de colada continua.
- Barras laminadas uso mecánico.

- Barras laminadas apto forja.
- Barras trefiladas.
- Barras laminadas y trefiladas para resortes.
- Barras rectificadas.
- Planchuelas para elásticos.

Acero	C %	Mn %	Si %	P %	S %	Cr %	Ni%	Mo%	B (PPM)	Pb %
1010X (1)	0.08/0.13	0.30/0.60	0.15 / 0.35	≤ 0.04	≤ 0.05	---	---	---	---	---
1020X (1)	0.18/0.23	0.30/0.60	0.15 / 0.35	≤ 0.04	≤ 0.05	---	---	---	---	---
1026X (1)	0.22/0.28	0.60/0.90	0.15 / 0.35	≤ 0.04	≤ 0.05	---	---	---	---	---
1035X (1)	0.32/0.38	0.60/0.90	0.15 / 0.35	≤ 0.04	≤ 0.05	---	---	---	---	---
1040X (1)	0.37/0.44	0.60/0.90	0.15 / 0.35	≤ 0.04	≤ 0.05	---	---	---	---	---
1045X (1)	0.43/0.50	0.60/0.90	0.15 / 0.35	≤ 0.04	≤ 0.05	---	---	---	---	---
15B30X	0.28 / 0.33	1.20 / 1.40	0.20 / 0.30	≤ 0.020	≤ 0.020	0.10 / 0.20			20 / 40	---
1212E2	0.05/0.14	0.90/1.30	≤ 0.05	0.04/0.10	0.27/0.33	---	---	---	---	---
12L14E3	0.06/0.010	0.85/1.30	≤ 0.03	0.04/0.09	0.26/0.35	---	---	---	---	0.15/0.35
4140X (2)	0.38 / 0.43	0.75 / 1.00	0.15 / 0.35	≤ 0.035	≤ 0.040	0.80 / 1.10	---	0.15 / 0.25	---	---
5115X (2)	0.13 / 0.18	0.70 / 0.90	0.15 / 0.35	≤ 0.040	≤ 0.035	0.70 / 0.90	---	---	---	---
5120X	0.14 / 0.22	1.00 / 1.50	≤ 0.40	≤ 0.035	≤ 0.040	0.80 / 1.30	---	---	---	---
5140X (2)	0.38 / 0.43	0.70 / 0.90	0.15 / 0.35	≤ 0.035	≤ 0.040	0.70 / 0.90	---	---	---	---
5160HX (2)	0.57 / 0.62	0.75 / 1.00	0.15 / 0.35	≤ 0.025	≤ 0.025	0.70 / 0.90				
8620X (2)	0.18 / 0.23	0.70 / 0.90	0.15 / 0.35	≤ 0.035	0.020 / 0.035	0.40 / 0.60	0.40 / 0.70	0.15 / 0.25	---	---
9254X (2)	0.51 / 0.59	0.60 / 0.80	1.20 / 1.60	≤ 0.025	≤ 0.025	0.60 / 0.80	---	---	---	---
16MnCrS5X	0.14 / 0.19	1.00 / 1.30	0.15 / 0.40	≤ 0.035	0.02 / 0.04	0.80 / 1.10	---	---	---	---
20MnCrS5X	0.17 / 0.21	1.10 / 1.35	0.15 / 0.40	≤ 0.035	0.02 / 0.04	1.00 / 1.20	---	---	---	---
41Cr4E3X	0.38 / 0.45	0.50 / 0.80	0.15 / 0.40	≤ 0.035	0.015 / 0.04	0.90 / 1.20	---	---	---	---

*Tabla de referencia de los tipos de aceros que son utilizados para diferentes productos

Aceros al carbono			Aceros de corte libre			Aceros aleados		
ACINDAR	SAE	DIN	ACINDAR	SAE	DIN/EN	ACINDAR	SAE	DIN
1010X	1010	C10	1212 E2		11SMn30	4140X	4140	42CrMo4
1020X	1020	C20	1212 E4		11SMn37	5115X	5115	16MnCr5
1026X	1026	--	12L14 E1	12L14			5120	20MnCr5
1040X	1040	C40	12L14 E2		11SMnPb30	5140X	5140	41Cr4
1045X	1045	C45	12L14 E4		11SMnPb37	5160E3X	5160	--
			1215 E1	1215		8620X	8620	20NiCrMo2
						9254X	9254	55SiCr7

*Tabla de equivalencias con las distintas normas

Barras rectificadas

Descripción

Estas barras son producidas en líneas de rectificadoras sin centro a partir de barras trefiladas.

Este proceso permite obtener una calidad superficial libre de defectos, con tolerancias dimensionales estrictas.

Los derivados de estos productos se emplean principalmente en la industria automotriz, petrolera y metalmecánica para la fabricación de ejes, pernos, vástagos de amortiguadores, vástagos de bombeo, otras piezas.

Características metalúrgicas

Tamaño de grano austenítico	S/ ASTM E 112 5 a 8 Método: Mc Quaid Ehn Método: Oxidación
Microinclusiones	S/ ASTM E 45 Método A Valores máximos Serie Fina: A 2.5, B 2.0, C 2.0, D 2.0 Serie Gruesa: A 2.5, B 2.0, C 2.0, D 2.5

Secciones

Barras redondas

Aceros disponibles en este producto

Aceros al carbono
1026X - 1035X - 1045X

Medidas

En rango comprendido entre 12.0 y 28.0 mm
Observaciones: la posibilidad de fabricación de otras medidas deberá ser consultada.

Rectitud

Referencia Norma ASTM A108 - 03		Redondos C ≤ 0.28%	C > 0.28%
Dn (mm)	Largo (m)	Flecha max. (mm/m)	Flecha max. (mm/m)
≤ 15	≤ 4.50	3.0 / 3	4.5 / 3
	> 4.50	3.0 / 3	8.0 / 3
> 15	≤ 4.50	1.5 / 3	3.0 / 3
	> 4.50	3.0 / 3	4.5 / 3

Tolerancias en medida

Diámetro (mm)	Tolerancia estándar ISO h11 (mm)	Tolerancia especial ISO h9 (mm)	Ovalización máxima (mm)
4 < Dn ≤ 6	+0 / -0.075	+0 / -0.030	50% de tolerancia en medida
6 < Dn ≤ 10	+0 / -0.090	+0 / -0.036	
10 < Dn ≤ 18	+0 / -0.110	+0 / -0.043	
18 < Dn ≤ 30	+0 / -0.130	+0 / -0.052	
30 < Dn ≤ 50	+0 / -0.160	+0 / -0.062	

Rugosidad

Estándar RZ 10 µm máximo
Observaciones: otras rugosidades consultar

Tipo de corte

Cizalla o sierra en frío.

Largos de fabricación estándar

Longitud estándar 3.0 a 4.5 m

Observaciones: para largos fijos debe consultarse factibilidad, volúmenes y plazos.

Tolerancia para largos fijos: -0 / +100 mm

*Ejemplo de las descripciones mencionadas de cada producto de carácter industrial

3. Hojas Características IRAM.

La clasificación de los aceros IRAM en el archivo adjunto se organiza en 4 grupos:

- Aceros al carbono.
- Aceros de corte libre.
- Aceros de alto manganeso.
- Aceros aleados.

Cada designación tiene un enlace asociado que lleva a la respectiva ficha técnica del acero. A continuación un ejeplo de de estas hojas técnicas:

Ejemplo

Acero al Carbono 1060. Se puede ver la hoja técnica de este acero en el anexo

4. Análisis SSAB.

Empresa que vende productos manufacturados de aceros de gran calidad y resistencia. Divide sus productos en:

- **STRENX.**
- **HARDOX.**
- **DOCOL.**
- **TOOLOX.**

4.1. HARDOX — Aceros antidesgaste

En este trabajo nos centraremos en los aceros HARDOX debido a que el requerimiento de la actividad nos indica específicamente tratar sobre los aceros antidesgaste HARDOX. La chapa antidesgaste Hardox® está disponible en numerosas calidades para satisfacer exigencias de aplicaciones resistentes al desgaste, desde equipos de minería y construcción hasta el transporte pesado.

Hardox® 400, 450, 500 Tuf	Hardox® 500, 550	Hardox® 600	Hardox® Extreme
Hardox® HiTuf	Hardox® HiAce	Hardox® HiTemp	Barras redondas Hardox®
Tubos Hardox®			

*Estos son los aceros HARDOX® antidesgaste que ofrece SSAB

SSAB Concretamente Divide y Describe los Distintos Tipos de Aceros Antidesgaste de la Siguiente Forma, de Acuerdo al Uso Que Tengan:

1. Primero hace una breve descricpción de los aceros que estén agrupados dentro de un tipo de uso.

2. Después de la descripción, nos muestran una tabla con los datos más importantes que son: nombre del produco, rango de espesores, durez (puede estar en diferentes denominaciones), en algunos esta el CET (CEV) típico que es un parámetro metalúrgico que describe la soldabilidad del acero y su tendencia a formar estructuras duras y frágiles (martensita) en la zona afectada por el calor (ZAC) durante la soldadura, y también en algunos nos muestran la energía de impacto garantizada para ensayos transversales/energía de impacto típica para ensayos longitudinales.

3. A la derecha, en la última columna, todas las tablas tienen el simbolo de descarga para poder descargar una ficha técnica con más detalles de un acero en particular.

- **Aceros antidesgaste con propiedades estructurales Hardox® 400, Hardox® 450 y Hardox® 500 Tuf.**

Nombre del producto	Rango de espesores (mm)	Dureza (HBW)	CET (CEV) típico	Energía de impacto garantizada para ensayos transversales/ Energía de impacto típica para ensayos longitudinales	Ficha técnica
Hardox® 400	2.0 - 130.0	370 - 430	0.24 - 0.41 (0.39 - 0.89)	LT: 45 J / -40 °C	
Hardox® 450	0.8 - 160.0	390 - 475	0.32 - 0.40 (0.45 - 0.71)	LT: 50 J / -40 °C	
Hardox® 500 Tuf	3.0 - 38.1	475 - 505	0.35 - 0.40 (0.52 - 0.59)	TT: 27 J / -40 - -20 °C LT: 50 J / -40 °C	

- **Aceros Hardox® 500 y Hardox® 550 para condiciones de desgaste difíciles.**

Nombre del producto	Rango de espesores (mm)	Dureza (HBW)	CET (CEV) típico	Energía de impacto garantizada para ensayos transversales/ Energía de impacto típica para ensayos longitudinales	Ficha técnica
Hardox® 500	2.0 - 103.0	470 - 530	0.37 - 0.48 (0.50 - 0.86)	LT: 37 J / -40 °C	
Hardox® 550	8.0 - 65.0	525 - 575	0.46 - 0.58 (0.67 - 0.79)	LT: 30 J / -40 °C	

- **El acero Hardox® 600 ofrece una resistencia superior al desgaste.**

Nombre del producto	Rango de espesores (mm)	Dureza (HBW)	Ficha técnica
Hardox® 600	3.0 - 65.0	570 - 640	

- **El acero Hardox® Extreme ofrece una resistencia al desgaste radical.**

Nombre del producto	Rango de espesores (mm)	Dureza (HRC)	Ficha técnica
Hardox® Extreme	8.0 - 19.0	57 - 63	

- **Acero Hardox® HiTuf para las aplicaciones de desgaste estructural más gruesas.**

Nombre del producto	Rango de espesores (mm)	Dureza (HBW)	CET (CEV) típico	Energía de impacto mínima para ensayo transversal	Ficha técnica
Hardox® HiTuf	40.0 - 160.0	310 - 370	0.36 - 0.39 (0.55 - 0.64)	-	

- **Acero Hardox® HiAce resistente al desgaste en entornos ácidos.**

Nombre del producto	Rango de espesores (mm)	CET (CEV) típico	Energía de impacto garantizada para ensayos transversales/ Energía de impacto típica para ensayos longitudinales	Ficha técnica
Hardox® HiAce	3.0 - 100.0	0.38 - 0.39 (0.99 - 1.01)	TT: 27 J / -20 °C	

- **Acero Hardox® HiTemp resistente al desgaste a temperaturas elevadas.**

Nombre del producto	Rango de espesores (mm)	Dureza (HBW)	CET (CEV) típico	Energía de impacto garantizada para ensayos transversales/ Energía de impacto típica para ensayos longitudinales	Ficha técnica
Hardox® HiTemp	4.7 - 51.0	375 - 425	0.40 (0.59)	LT: 60 J / -40 °C	

- **Barras redondas de Hardox®.**

Nombre del producto	Diámetro (mm)	Dureza (HBW)	CET (CEV) típico	Energía de impacto típica para ensayo longitudinal	Energía de impacto mínima para ensayo longitudinal	Ficha técnica
Hardox® Barras redondas	40.0 - 160.0	370 - 540	0.37 - 0.48 (0.58 - 0.95)	27 - 45 J / -40 - -20 °C	27 J / -40 °C	

- **Tubos de acero Hardox®.**

Nombre del producto	Dimensiones (mm)	Dureza (HBW)	Ficha técnica
Tubos Hardox®	Circular: 76.1 - 219.1 Wall thickness: 3.0 - 6.0 Mill length: 6000	360 - 530	

Ejemplo: Haremos un ejemplo con el acero Hardox® 400 de aceros antidesgaste con propiedades estructurales.

1. Con una dureza nominal de 400 HBW, el acero Hardox® 400 es versátil y resistente a la abrasión. Además, es adecuado en aplicaciones de desgaste moderado que requieren una alta resistencia a impactos, una óptima capacidad de plegado y una excelente soldabilidad.

2.

Nombre del producto	Rango de espesores (mm)	Dureza (HBW)	CET (CEV) típico	Energía de impacto garantizada para ensayos transversales/ Energía de impacto típica para ensayos longitudinales	Ficha técnica
Hardox® 400	2.0 - 130.0	370 - 430	0.24 - 0.41 (0.39 - 0.89)	LT: 45 J / -40 °C	

*Tabla del acero Hardox® 400

3. Ficha técnica del acero Hardox® 400.

HARDOX® WEAR PLATE

Data sheet 151es Hardox® 400 2023-08-15

Hardox® 400

Descripción general del producto

El acero versátil que resiste el desgaste y la abrasión.

Hardox® 400 es un acero resistente a la abrasión con una dureza nominal de 400 HBW. Hardox® 400 es un acero versátil resistente al desgaste. Gracias a su alta resistencia, así como a una óptima capacidad de plegado y soldabilidad; este acero también puede usarse en estructuras sometidas a un desgaste moderado.

Rango de dimensiones

Hardox® 400 está disponible en chapa con espesores de 4,0 a 130 mm y en chapa con espesores de 2,0 a 8,0 mm. La chapa Hardox® 400 está disponible en anchos de hasta 3350 mm y longitudes de hasta 14630 mm. La chapa Hardox® 400 está disponible en anchos de hasta 1650 mm y longitudes de hasta 16000 mm. Encontrará información más detallada sobre este aspecto en el programa de dimensiones.

Propiedades mecánicas

Producto	Espesor (mm)	Dureza [1] (HBW)	Límite de elasticidad típico (MPa), no garantizado
Hardox® 400 Chapa	2.0 - 8.0	370 - 430 [2]	1100
Hardox® 400 Chapa gruesa	4.0 - 130.0	370 - 430	1100

[1] Dureza Brinell, HBW, de conformidad con la norma EN ISO 6506-1, en una superficie fresada de entre 0.5 y 3 mm bajo la superficie. Al menos una muestra por cada colada y cada 40 toneladas. El espesor nominal de las chapas gruesas suministradas no se desviará más de +/- 15 mm del espesor de la muestra del ensayo empleada para los ensayos de dureza. Para la chapa, el ensayo de dureza Brinell conformidad con EN ISO 6506-1 en cada tratamiento térmico individual / bobina. La dureza se mide en una superficie fresada 0.3 y 2 mm por debajo de la superficie.

[2] No se llevan a cabos ensayos de dureza ni se garantizan para productos Hardox® con espesores < 2.5 mm. Los valores de dureza indicados para espesores < 2.5 mm son una conversión basada en la tensión de rotura. Para obtener más información, consulte la ficha técnica 2067 - Conversión de dureza de la chapa fina antidesgaste Hardox®.

El espesor nominal de las chapas gruesas suministradas no se desviará más de +/- 15 mm del espesor de la muestra del ensayo empleada para los ensayos de dureza.

Hardox® es un acero templado. La dureza mínima del núcleo es del 90% respecto a la dureza de superficie mínima garantizada.

Propiedades de impacto

Producto	Ensayo longitudinal, energía de impacto típica, probeta de ensayo Charpy V 10x10 mm. [1]
Hardox® 400 Chapa y chapa gruesa	45 J / -40 °C

[1] La resistencia a impactos se mide según acuerdo. Para espesores de entre 3 - 1.9 mm, se usan probetas de Charpy V de tamaños inferiores. Ensayo de impacto de conformidad con ISO EN 148 por cada serie y grupo de espesor. Media de tres ensayos.

Composición química (análisis de colada)

C [*1] (max %)	Si [*1] (max %)	Mn [*1] (max %)	P (max %)	S (max %)	Cr [*1] (max %)	Ni [*1] (max %)	Mo [*1] (max %)	B [*1] (max %)
0.32	0.70	1.60	0.025	0.010	2.50	1.50	0.60	0.004

El acero es de grano refinado. *1 Sustancias de aleación intencionadas.

Contenido en carbono equivalente CET(CEV)

Tipo de producto	Chapa	Chapa gruesa	Chapa gruesa	Chapa gruesa	Chapa gruesa	Chapa gruesa	Chapa gruesa	Chapa gruesa
Espesor (mm)	2.0 - 8.0	4.0 - 7.9	8.0 - 20.0	20.1 - 32.0	32.1 - 45.0	45.1 - 51.0	51.1 - 80.0	80.1 - 130.0
Máx CET(CEV)	0.30 (0.43)	0.26 (0.41)	0.31 (0.47)	0.32 (0.52)	0.33 (0.67)	0.33 (0.67)	0.43 (0.82)	0.43 (0.92)
Tip CET(CEV)	0.28 (0.41)	0.24 (0.39)	0.28 (0.44)	0.29 (0.48)	0.31 (0.62)	0.31 (0.62)	0.37 (0.77)	0.41 (0.89)

$$CET = C + \frac{Mn + Mo}{10} + \frac{Cr + Cu}{20} + \frac{Ni}{40} \qquad CEV = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Cu + Ni}{15}$$

Data sheet 151es Hardox® 400 2023-08-15

Tolerancias

Encontrará información detallada en los folletos de Hardox® Guarantees o bien, en www.ssab.com.

Espesor

Tolerancias de conformidad con las garantías de espesor de Hardox®.

Las garantías de Hardox® cumplen los requisitos de la EN 10029 clase A, pero ofrecen tolerancias más estrechas. Para chapa, las garantías cumplen los requisitos de 1/2 EN 10051.

Largo y ancho

Conforme con el programa de dimensiones de SSAB. Tolerancias para chapa gruesa de conformidad con los estándares para bordes sin tratar de SSAB o tolerancias conformes a la norma EN 10029. Tolerancias para chapa de conformidad con la norma EN 10051, tolerancias más estrictas disponibles a petición.

Formato

Tolerancias de conformidad con la norma EN 10029 para chapa gruesa y con la norma EN 10051 para chapa.

Planitud

Tolerancias para chapa gruesa de conformidad con las garantías de planicidad de Hardox® clase C, que son más estrictas que las especificadas en la norma EN 10029. Tolerancias para chapa gruesa de conformidad con las garantías de planicidad de Hardox® clase A, que son más estrechas que las especificadas en la norma EN 10051.

Propiedades superficiales

De conformidad con la norma EN 10163-2, clase A, subclase 1.

Condiciones de entrega

Se suministran en estado templado o templado yrevenido. Las chapas gruesas Hardox® se suministran con bordes bordes cizallados o cortados térmicamente ylos espesores superiores a 80 mm se suministran con borde sin tratar como opción estándar. Las chapas Hardox® se suministran en estado laminado y con los bordes sin tratar como opción estándar.

Puede encontrar los requisitos de entrega en el folleto de SSAB Hardox® Guarantees Reino Unido o en www.ssab.com.

Producción y otras recomendaciones

Soldadura, plegado y mecanizado

Encontrará recomendaciones en los folletos de SSAB en www.hardox.com, o puede consultar nuestro soporte técnico.

Capacidad de plegado de la chapa de conformidad con la garantía de plegado de Hardox® clase D. Capacidad de plegado de chapa de conformidad con la garantía de plegado de Hardox® clase A.

Hardox® wear plate no ha sido concebido para aplicación de tratamiento térmico posterior. Las propiedades mecánicas se obtienen mediante un proceso de templado y, cuando resulta necesario, un revenido posterior. Las propiedades del producto, en el momento de realizar la entrega, no se conservan si éste se somete a temperaturas superiores a 250ºC .

Se deberán tomar las precauciones de seguridad adecuadas para soldar, cortar, rectificar o hacer otros trabajos con este producto. El rectificado, especialmente de las chapas recubiertas de imprimación, puede generar polvo con una elevada concentración de partículas.

Contacto e información

www.ssab.com/contact

5. Bibliografía.

- https://www.acerosbohler.com/app/uploads/sites/101/2023/01/BOH_018_Acero_para_plasticos_reforzados.pdf
- https://www.acerosbohler.com/app/uploads/sites/101/2019/08/B%C3%B6hler_toolsteel_2018_LQ.pdf
- https://www.acerosboehler.com.ar/es/material-center/
- https://www.acindar.com.ar/wp-content/uploads/2018/11/CatalogoAgro.pdf
- https://www.acindar.com.ar/wp-content/uploads/2020/09/Catalogo_Construccion_civil.pdf
- https://www.acindar.com.ar/wp-content/uploads/2018/11/Catalogo-de-productos-para-la-industria.pdf
- https://www.ssab.com/es-mx/marcas-y-productos/hardox/programa-de-producto

A. Hoja técnica de Acero 1060 IRAM.

IAS	Acero para Construcciones Mecanicas Caracteristicas	IRAM 1060

Clasificación: Acero al carbono de alta resistencia para temple. **Color de identificación**: azul

Forma de suministro: Palanquillas, barras, rollos y perfiles.

Aplicaciones : Alambres y barras para resortes, arandelas elásticas, trabas elásticas, piezas forjadas de grandes dimensiones, portaherramientas, tensores, armas blancas.

Punto crítico superior	Ac_3 = 765 ºC
Punto crítico inferior	Ac_1 = 726 ºC
Coeficiente de dilatación térmica en estado recocido. (Promedio x 10^{-6} 1/ºC) Entre 20 - 100 ºC = 11,1 20 - 300 ºC = 12,9 20 - 500 ºC = 14,1	

Propiedades físicas

MAQUINABILIDAD
En estado globulizado y estirado en frío = 65%

SOLDABILIDAD
Carbono equivalente máximo = 0,86%

Propiedades tecnológicas

Diametro crítico ideal	99% M = 31,6 mm		
Diametro crítico ideal	50% M = 41,1 mm		
Diametro crítico real	H = 0,5 (aceite)	99% M = 12,3 mm	Templabilidad: Perlítica
		50% M = 15,2 mm	
Diametro crítico real	H = 1,0 (agua)	99% M = 18,8 mm	
		50% M = 22,9 mm	

Propiedades de templabilidad

IAS	Acero para Construcciones Mecanicas Caracteristicas	IRAM 1060

Carbono	Manganeso	Silicio	Azufre	Fósforo	Cromo	Níquel	Molibdeno
0,55 - 0,66	0,60 - 0,90	0,10 - 0,30	0,050 máx	0,040 máx			

Composición Química (Colada) en %

Forja	Normalizado	Recocido	Templado	Enfriado	Revenido
1000 - 1200	815 - 840	790 - 850	800 - 850	Agua - Aceite	Según características requeridas

Tratamiento: Temperatura en ºC y Medios de Enfriamiento

Tratamiento	Rp 0,2	Rm	Dureza			Impacto	A	Z
	MPa	MPa	HB	HR	HV	da J	%	%
Laminado en caliente	450 - 540	780 - 920	233 - 275				12 - 17	29 - 49
Normalizado a 840ºC	450 - 540	780 - 920	233 - 275				14 - 22	30 - 50
Recocido a 790ºC	370 - 460	630 - 760	179 - 228				19 - 28	32 - 52
Globulizado y estirado en frío (15% de reducción)	610 - 700	680 - 780	205 - 233				17 - 27	28 - 48
Alambre estado patentado al plomo, Ø 6 a 8 mm		1100						

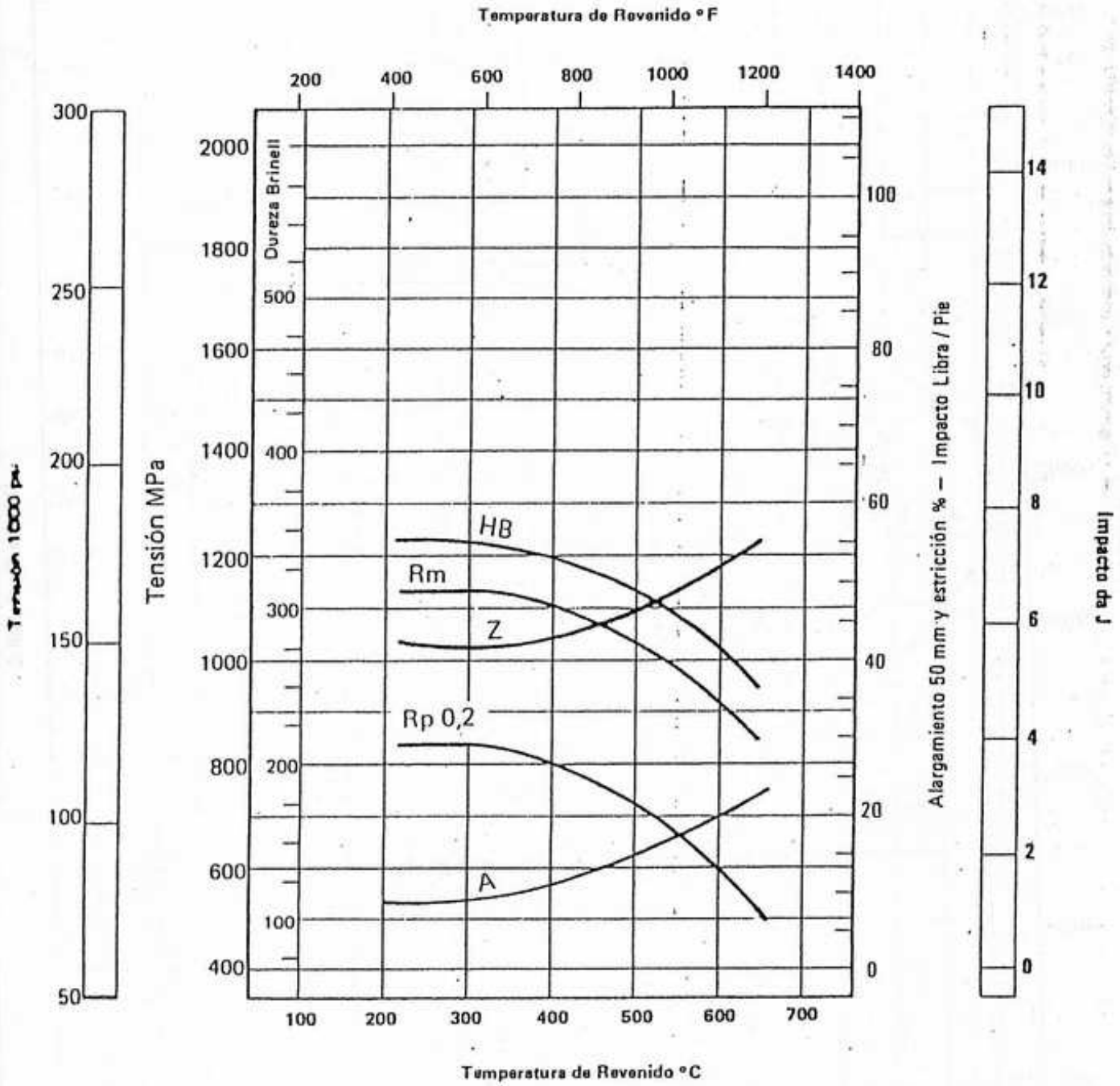
Características mecánica (valores orientativos)

SAE	DIN	UNI	AFNOR	BS	AISI	ASTM
1060	C 60 Ck 60	C 60	XC 60		1060	1060

Equivalencias

Los aceros que se indican satisfacen aproximadamente las características indicadas.

IAS	Acero para Construcciones Mecanicas Propiedades mecánicas en función de temperaturas de revenido	IRAM 1060

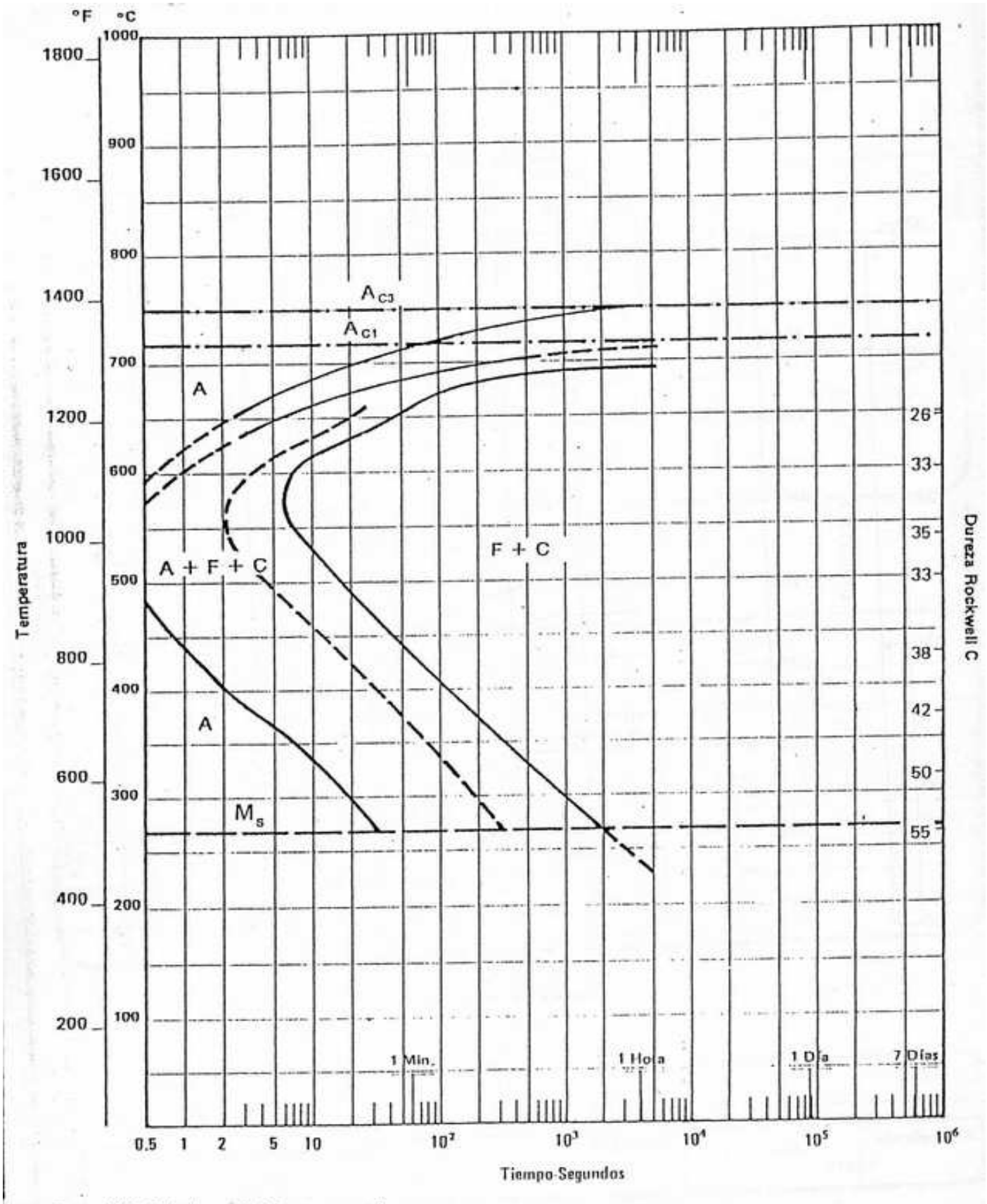


Normalizado	Templado	Medio de enfriamiento
900 °C	840 °C	Aceite

Tratamientos: Temperaturas en °C y medios de enfriamiento

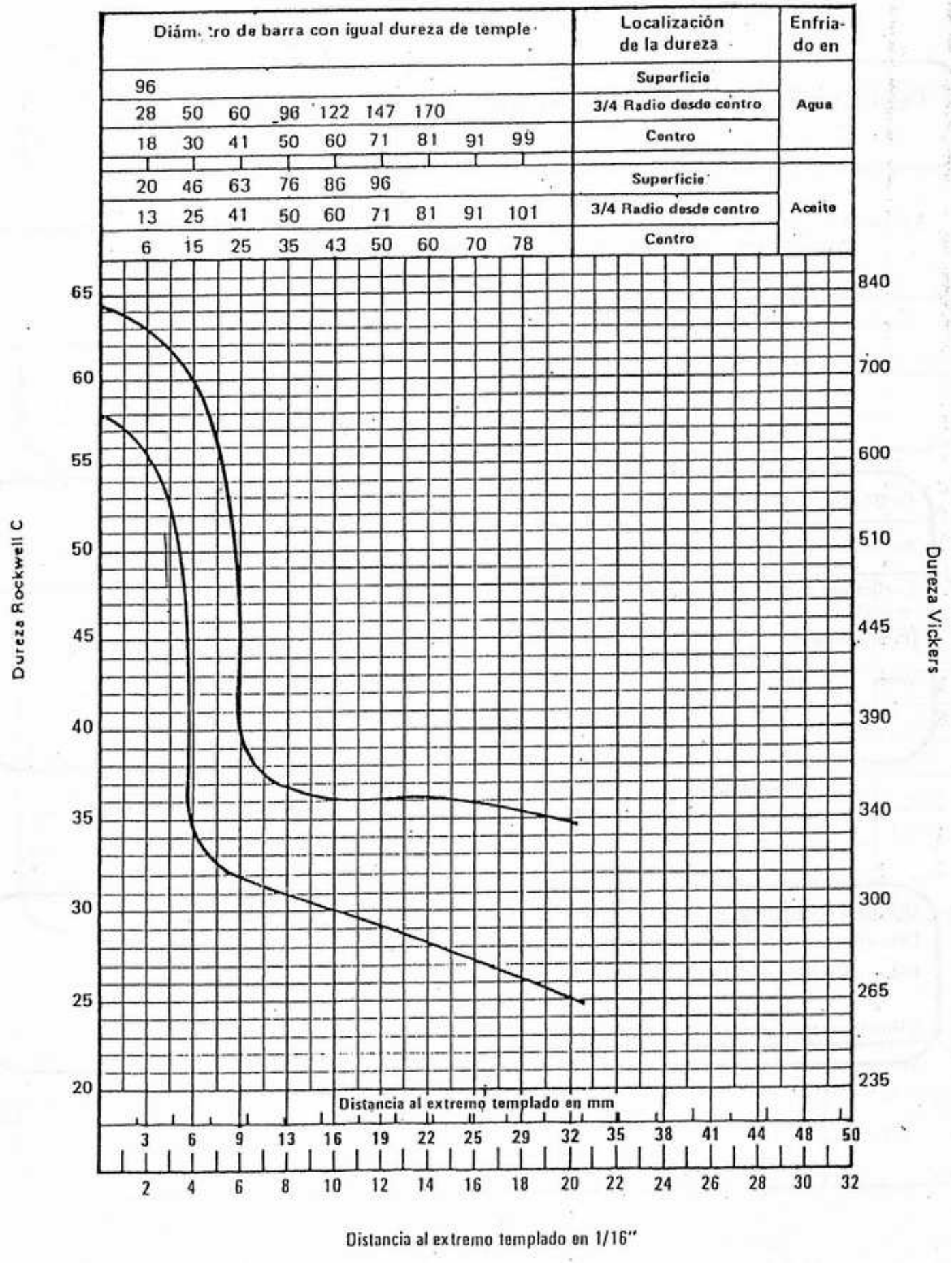
Los valores indicados corresponden a una barra tratada con un diámetro de 25 mm y ensayada sobre una probeta mecanizada, ø 12,5 mm.

IAS	Acero para Construcciones Mecanicas Diagrama de transformación isotérmica	IRAM 1060



Composición Química en % del acero ensayado

C	Mn	Si	S	P	Cr.	Ni	Mo		
0.64	0.87								

Temperatura de austenización: 820°C

IAS	Acero para Construcciones Mecanicas Banda de templabilidad	IRAM 1060