

Continue



**Características Mecánicas**

AISI	Resistencia a la Tracción	Límite Elástico	Dureza	
	Kg/mm <sup>2</sup>	Kg/mm <sup>2</sup>	H R <sub>b</sub> Máx.	Brinell Máx.
201	70-80	30	95	201
301	52-75	21	88	185
302	52-70	21	88	183
302 B	55-75	21	88	183
303	52-70	21	90	180
304	50-70	21	88	183
304 L	50-65	18	88	183
304 H	75	30	92	183
304 LN	75	30	92	202
305	50-70	20	88	183
308	50-70	21	88	183
309	50-75	25	95	217
309 S	50-75	25	95	217
310	50-75	25	95	217
310 S	50-75	25	95	217
314	50-75	25	95	217
316	50-75	21	95	217
316 L	50-70	18	95	217
316 N	80	35	95	217
316 LN	75	30	95	217
316 Ti	50-78	25	95	217
317	55-75	25	90	217
317 L	80	35	95	217
321	55-75	25	88	183
321 H	75	30	95	217
347	55-75	25	92	201
348	55-75	25	92	201
403-410 S	45-60	24	90	183
405	42-53	25	88	183
410	45-88	30	95	217
416	45-74	24	98	215
420	55-77	33	95	220
430	45-62	25	90	185
430 F	45-63	25	-	185
431	84-92	65	-	270
440 A	65-80	30	95	-
440 B	75-85	40	-	-
446	52-60	31	90	185

**ESCALA DE DUREZA SHORE**



Dureza Brinell (HB)		Dureza Rockwell				Dureza (H)	Resistencia a Tracción (Aproxim.)	
Esfera Standard	Esfera de Metal Duro	Esfera A	Esfera B	Esfera C	Esfera D			
		Pre-Carga 60kgf	Pre-Carga 100kgf	Pre-Carga 150kgf	Pre-Carga 100kgf		Mpa	
		(HV)	(HRA)	(HRB)	(HRC)	(HRD)	(HS)	
-	-	940	85.6	-	68.0	76.9	97	-
-	-	920	85.3	-	67.5	76.5	96	-
-	-	900	85.0	-	67.0	76.1	95	-
-	(767)	880	84.7	-	66.4	75.7	93	-
-	(757)	860	84.4	-	65.9	75.3	92	-
-	(745)	840	84.1	-	65.3	74.8	91	-
-	(733)	820	83.8	-	64.7	74.3	90	-
-	(722)	800	83.4	-	64.0	73.8	88	-
-	(712)	-	-	-	-	-	-	-
-	(710)	780	83.0	-	63.3	73.3	87	-
-	(698)	760	82.6	-	62.5	72.6	86	-
-	(684)	740	82.2	-	61.8	72.1	-	-
-	(682)	737	82.2	-	61.7	72.0	84	-
-	(670)	720	81.8	-	61.0	71.5	83	-
-	(656)	700	81.3	-	60.1	70.8	-	-
-	(653)	697	81.2	-	60.0	70.7	81	-
-	(647)	690	81.1	-	59.7	70.5	-	-
-	(638)	680	80.8	-	59.2	70.1	80	-
-	630	670	80.6	-	58.8	69.8	-	-
-	627	667	80.5	-	58.7	69.7	79	-
-	677	80.7	-	59.1	70.0	-	-	-
-	601	640	79.8	-	57.3	68.7	77	-
-	640	79.8	-	57.3	68.7	-	-	-
-	578	615	79.1	-	56.0	67.7	75	-
-	607	78.8	-	55.6	67.4	-	-	-
-	555	591	78.4	-	54.7	66.7	73	2055
-	579	78.0	-	54.0	66.1	-	2015	-
-	534	569	77.8	-	53.5	65.8	71	1985
-	533	77.1	-	52.5	65.0	-	1915	-
-	514	547	76.9	-	52.1	64.7	70	1890
(495)	-	539	76.7	-	51.6	64.3	-	1855
-	-	530	76.4	-	51.1	63.9	-	1825
-	495	528	76.3	-	51.0	63.8	68	1820
(477)	-	516	75.9	-	50.3	63.2	-	1780
-	-	508	75.6	-	49.6	62.7	-	1740
-	477	508	75.6	-	49.6	62.7	66	1740
(461)	-	495	75.1	-	48.8	61.9	-	1680
-	-	491	74.9	-	48.5	61.7	-	1670
-	461	491	74.9	-	48.5	61.7	65	1670
444	-	474	74.3	-	47.2	61.0	-	1595
-	-	472	74.2	-	47.1	60.8	-	1585
-	444	472	74.2	-	47.1	60.8	63	1585



Brinell HB	Vickers HV	Rockwell HRC	Rockwell HRB	Resistencia a la tracción a 1000 psi
990				400
367				400
817				401
780	1190	70		384
745	1090	68		368
712	990	66		352
680	890	64		337
650	820	62		324
627	765	60		311
601	717	58		298
578	676	57		287
555	633	55	120	276
534	598	53	119	266
514	567	52	119	256
490	532	50	118	246
477	515	49	117	238
461	494	47	116	229
444	472	46	115	220
429	454	45	116	212
415	437	44	114	204
401	420	42	113	196
388	404	41	112	188
375	389	40	112	182
363	376	39	110	176
352	363	37	110	170
341	350	36	109	165
331	339	35	109	160
321	327	34	108	155
311	316	33	108	150
300	305	32	107	146
290	294	31	106	142
285	287	30	105	138
277	279	29	104	134
268	270	28	104	131
262	263	28	103	128
256	256	25	102	125
248	248	25	102	122
241	241	23	100	118
235	235	22	99	116
229	229	21	98	113
225	225	20	97	110
217	217	18	96	107
212	212	17	96	104
207	207	16	95	101
202	202	15	94	99
197	197	13	93	97
192	192	12	92	95
187	187	10	91	93
183	183	8	90	91
179	179	8	89	89
174	174	7	88	87
170	170	6	87	85
166	166	4	86	83
163	163	3	85	82
160	160	2	84	80
156	156	1	83	78
153	153		82	76
149	149		81	75
146	146		80	74
143	143		79	72
140	140		78	71
137	137		77	70
134	134		76	68
131	131		75	66
128	128		73	65
126	126		72	64
124	124		71	63
121	121		70	62
118	118		69	61
116	116		68	60
114	114		67	59
112	112		66	58
109	109		64	56
107	107		64	56
105	105		62	54
103	103		61	53
101	101		60	52
99	99		59	51
97	97		57	50
95	95		56	49

**Tabla 1. Equivalencias entre las escalas de dureza Brinell, dureza Vickers, dureza Rockwell y la resistencia a tracción del material (en psi).**

Dureza Brinell de los Materiales	
Material	Dureza Brinell
Aluminio	20 HB
Cobre	35 HB
Acero (blando)	120 HB
Acero inoxidable	250 HB
Acero de herramientas	500 HB

Tabla de conversión de durezas											
HV	HB		N / mm <sup>2</sup>	Kgf / mm <sup>2</sup>	HRB	Hrc	HRA	HR15N	HR30N	HR45n	
	HB	Ø diámetro con 750kg e esfera de mm									Ø diámetro con 300kg e esfera de mm
80	76	3.32	6.03	255	26						
85	80.7	3.23	6.46	270	27.6	41					
90	85.5	3.15	6.30	285	29.1	48					
95	90.2	3.08	6.15	305	31.1	52					
100	95	3.01	6.01	320	32.7	56.2					
105	99.8	2.94	5.88	335	34.2						
110	105	2.87	5.75	350	35.7	62.3					
115	109	2.80	5.65	370	37.8						
120	114	2.77	5.53	385	39.3	66.7					
125	119	2.72	5.43	400	40.8						
130	124	2.67	5.33	415	42.3	71.2					
135	128	2.63	5.25	430	43.9						
140	133	2.58	5.16	450	45.9	75					
145	138	2.54	5.07	465	47.4						
150	143	2.50	4.99	480	49	78.7					
155	147	2.47	4.92	495	50.5						
160	152	2.43	4.85	510	52	81.7					
165	156	2.40	4.79	530	54.1						
170	162	2.36	4.70	545	55.6	85					
175	166	2.33	4.65	560	57.1						
180	171	2.30	4.58	575	58.7	87.1					
185	176	2.27	4.52	595	60.7						
190	181	2.24	4.46	610	62.2	89.5					
195	185	2.21	4.42	625	63.8						
200	190	2.19	4.36	640	65.3	91.5					
205	195	2.16	4.31	660	67.3	92.5					
210	199	2.14	4.27	675	68.9	93.5					
215	204	2.11	4.22	690	70.4	94					
220	209	2.09	4.17	705	71.9	95					
225	214	2.07	4.12	720	73.5	96					
230	219	2.04	4.07	735	75.1	96.7					
235	223	2.03	4.04	755	77						
240	228	2.00	4.00	770	78.6	98.1	20.3	60.7	69.6	41.7	19.9
245	233	1.98	3.95	785	80.1		21.3	61.2	70.1	42.5	21.1
250	238	1.96	3.91	800	81.6	99.5	22.2	61.6	70.6	43.4	22.2
255	242	1.95	3.88	820	83.7		23.1	62	71.1	44.2	23.2
260	247	1.93	3.85	835	85.2	101	24	62.4	71.6	45	24.3
265	252	1.91	3.81	850	86.7		24.8	62.7	72.1	45.7	25.2
270	257	1.89	3.77	865	88.3	102	25.6	63.1	72.6	46.4	26.2
275	261	1.88	3.74	880	89.8		26.4	63.5	73	47.2	27.1
280	266	1.86	3.71	900	91.8	104	27.1	63.8	73.4	47.8	27.9
285	271	1.84	3.67	915	93.8		27.8	64.2	73.8	48.4	28.7
290	276	1.83	3.64	930	94.9	105	28.5	64.5	74.2	49	29.5
295	280	1.82	3.62	950	96.9		29.2	64.8	74.6	49.7	30.4
300	285	1.80	3.59	965	98.5		29.8	65.2	74.9	50.2	31.1
310	295	1.77	3.53	995	101.5		31	65.8	75.6	51.3	32.5
320	304	1.74	3.48	1030	105.1		32.2	66.4	76.2	52.3	33.9
330	314	1.72	3.42	1060	108.2		33.3	67	76.8	53.6	35.2
340	323	1.69	3.38	1095	111.7		34.4	67.6	77.4	54.4	36.5
350	333	1.67	3.33	1135	115.7		35.5	68.1	78	55.4	37.9
360	342	1.65	3.28	1155	117.9		36.6	68.7	78.6	56.4	39.1
370	352	1.62	3.24	1190	121.4		37.7	69.2	79.2	57.4	40.4
380	361	1.61	3.20	1220	124.5		38.8	69.6	79.8	58.4	41.7
390	371	1.58	3.15	1255	128.1		39.9	70.3	80.3	59.3	42.9
400	380	1.57	3.12	1290	131.6		40.9	70.8	80.8	60.2	44.1
410	390	1.55	3.08	1320	134.7		41.8	71.4	81.4	61.1	45.3

Kit de dureza de Mohs que contiene una muestra de cada mineral en la escala de dureza de diez puntos: 1. Talco 2. Yeso 3. Calcita 4. Fluorita 5. Apatita 6. Feldespatio 7. Cuarzo 8. Topaz 9. Corindón 10. Diamante La dureza es la oposición que ofrecen los materiales a alteraciones como la penetración, la abrasión, el rayado, la cortadura, y las deformaciones permanentes entre otras. En el transcurso de la historia, durante el estudio y clasificación de los minerales, hubo un momento en que se hacía pertinente establecer un método que permitiera discernir los diferentes grados de dureza de las rocas y minerales. El primer intento de establecer un procedimiento para tal fin, poco científico, pero en la práctica bastante profesional, se debió a Friedrich Mohs en su libro de 1812 "Versuch einer Elementar-Methode zur naturhistorischen Bestimmung und Erkennung der Fossilien";[1][2] es una de varias definiciones de dureza en ciencia de materiales, algunas de las cuales son más cuantitativas.[3] Su sencillez (tanto de memorización como de aplicación), lo ha afianzado en esta posición, ya que puede emplearse en el trabajo de campo de los geólogos. El método de comparar la dureza observando qué minerales pueden rayar a otros es de gran antigüedad, habiendo sido mencionado por Teofrasto en su tratado Sobre las piedras, en 300 a. C., seguido por Plinio el Viejo en su Naturalis Historia, en 77 d. C.[4][5] Las escalas de Mohs se usó para la investigación de minerales en el campo, pero no es un predictor preciso de qué tan bien resisten los materiales en un entorno industrial.[7] Al tratar de establecer comparaciones de dureza con valores absolutos y más precisos, se crearon otros métodos y escalas que, por lo general, adoptaron el nombre de su creador. El presente artículo recoge dichas escalas. Estructura cristalina del corindón. Escala de Mohs La escala de Mohs es una relación de diez minerales ordenados por su dureza, de menor a mayor. Se utiliza como referencia de la dureza de un material dado. Fue propuesta por el geólogo alemán en 1825 y se basa en el principio de que una sustancia cualquiera puede rayar a otras más blandas, sin que suceda lo contrario. Mohs eligió diez minerales, a los que asignó un determinado número equiparable a su grado de dureza, estableciendo así una escala creciente. Empezó por el talco, que recibió el número 1, y terminó con el diamante, al que asignó el número 10. Cada mineral raya a los que tienen asignado un número inferior a él, y lo rayan aquellos que tienen un número superior al suyo. Tabla de dureza de Mohs Dureza Mineral Se raya con / raya a Composición química 1 Talco Se puede rayar fácilmente con la uña Mg3Si4O10(OH)2 2 Yeso Se puede rayar con la uña con más dificultad CaSO4·2H2O 3 Calcita Se puede rayar con una moneda de cobre CaCO3 4 Fluorita Se puede rayar con un cuchillo de acero CaF2 5 Apatita Se puede rayar difícilmente con un cuchillo Ca5(PO4)3(OH,-Cl,-F) 6 Ortoclasa Se puede rayar con una lija para el acero KAlSi3O8 7 Cuarzo Raya al vidrio SiO2 8 Topacio Rayado por herramientas de carburo de wolframio Al2SiO4(OH,-F)-J 9 Corindón Rayado por herramientas de fluorita de carburo de aluminio Al2O3 10 Diamante El material más duro en esta escala (rayado por otro diamante). C El 16 de agosto de 2011, investigadores del Carnegie Institute of Technology hallaron un alótropo del carbono, más duro que el diamante, capaz de mantenerse estable en condiciones normales, aunque se obtenga a partir de un material formado por capas de carbono-60, sometiéndolo a una presión de 320 000 atm.[8] Escala Rosival Artículo principal: Escala Rosival Escala Rosival La escala de Rosival debe su nombre al geólogo austriaco August Karl Rosival. La escala Rosival basa su medición en valores absolutos, a diferencia de la escala de Mohs cuyos valores relativos son más apropiados para la investigación de campo (in situ). Tabla de valores Rosival Valor MOHS Mineral Valor ROSIVAL Composición química Dureza 1 10 100 1000 10000 100000 1 Talco ##### Mg3Si4O10(OH)2 2 Yeso ##### CaSO4·2H2O 3 Calcita ##### CaCO3 4 Fluorita ##### CaF2 5 Apatita ##### Ca5(PO4)3(OH,-Cl,-F) 6 Ortoclasa ##### KAlSi3O8 7 Cuarzo ##### SiO2 8 Topacio ##### Al2SiO4(OH,-F)-J 9 Corindón ##### Al2O3 10 Diamante ##### C Mide en escala absoluta la dureza de los minerales. Se expresa como la resistencia a la abrasión medida en pruebas de laboratorio tomando como base el corindón con un valor de 100. Comparación entre las escalas de Mohs y de Knoop. Escala de Knoop Artículo principal: Escala de Knoop El test de dureza de Knoop (pronunciado ku-nüp) es una prueba de microdureza, un examen realizado para determinar la dureza mecánica especialmente de materiales muy quebradizos o láminas finas, donde solo se pueden hacer hendiduras pequeñas para realizar el ensayo. La prueba fue desarrollada por Frederick Knoop y sus colegas del National Bureau of Standards (actualmente el NIST) de Estados Unidos en 1939.[9] y fue definido por el estándar de la ASTM D1474. Véase también Raya (mineralogía) Durómetro Dureza Brinell Dureza Rockwell Dureza Vickers Referencias Notas 1 von Groth, Paul Heinrich (1926). Entwicklungsgeschichte der Mineralogischen Wissenschaften [History of the development of the mineralogical sciences] (en alemán). Berlin: Springer. p. 250. «In demselben Jahre (1812) wurde MOHS als Professor am Joanneum angestellt und veröffentlichte den ersten Teil seines Werkes "Versuch einer Elementarmethode zur naturhistorischen Bestimmung und Erkennung der Fossilien", in welchem die bekannte Härteprobe für Metalle, Indentation hardness correlates linearly with tensile strength.[2] History The differential depth hardness measurement was conceived in 1908 by Viennese professor Paul Ludwik in his book Die Kegelprobe (crudely, "the cone test").[3] The differential-depth method subtracted out the errors associated with the mechanical imperfections of the system such as backlash and surface imperfections. The Brinell hardness test, invented in Sweden, was developed earlier – in 1900 – but it was slow, not useful on fully hardened steel, and left too large an impression to be considered nondestructive. Hugh M. Rockwell (1890–1957) and Stanley P. Rockwell (1886–1940) from Connecticut in the United States co-invented the "Rockwell hardness tester", a differential-depth machine. They applied for a patent on July 15, 1914.[4] The requirement for this tester was to quickly determine the effects of heat treatment on steel bearing races. The application was subsequently approved on February 11, 1919, and holds U.S. Patent 1,294,171. At the time of invention, both Hugh and Stanley Rockwell worked for the New Departure Manufacturing Co. of Bristol, CT.[5] New Departure was a major ball bearing manufacturer which in 1916 became part of United Motors and, shortly thereafter, General Motors Corp. After leaving the Connecticut company, Stanley Rockwell, then in Syracuse, NY, applied for an improvement to the original invention on September 11, 1919, which was approved on November 18, 1924. The new tester holds U.S. Patent 1,516,207.[6][7] Rockwell moved to West Hartford, CT, and made an additional improvement in 1921.[7] Stanley collaborated with instrument manufacturer Charles H. Wilson of the Wilson-Mauelen Company in 1920 to commercialize his invention and develop standardized testing machines.[8] Stanley started a heat-treating firm circa 1923, the Stanley P. Rockwell Company, which still exists in Hartford, CT. The later-named Wilson Mechanical Instrument Company has changed ownership over the years, and was acquired by Instron Corp. in 1993.[9] Models and operation Force diagram of Rockwell Test A closeup of the indenter and anvils on a Rockwell-type hardness tester The Rockwell hardness test can be conducted on several various hardness testers.[10][11] All testers, however, fall under one of three categories. Bench and precise hardness measurements.[13] The equation for hardness is H R = N / h d (displaystyle HR=N/hd) where d is the depth in mm (from the zero load point), and N and h are scale factors that depend on the scale of the test being used (see following section). It is typically used in engineering and metallurgy. Its commercial popularity arises from its speed, reliability, robustness, resolution and small area of indentation. Legacy Rockwell hardness testers operation steps: Load an initial force; Rockwell hardness test initial test force is 10 kgf (98 N; 22 lbf); superficial Rockwell hardness test initial test force is 3 kgf (29 N; 6.6 lbf). Load main load; reference below form / table "Scales and values". Leave the main load for a "dwell time" sufficient for indentation to come to a halt. Release load; the Rockwell value will typically display on a dial or screen automatically.[14] In order to get a reliable reading the thickness of the test-piece should be at least 10 times the depth of the indentation.[15] Also, readings should be taken from a flat perpendicular surface, because convex surfaces give lower readings. A correction factor can be used if the hardness of a convex surface is to be measured.[16] Scales and values There are several alternative scales, the most commonly used being the "B" and "C" scales. Both express hardness as an arbitrary dimensionless number. Various Rockwell scales[17][18][19] Scale Abbreviation& Major Load\* (kgf) Indenter Use N h HRA 60 spheroconical diamond† Cemented carbides, thin steel, shallow case-hardened steel 100 500 B HRB 100 1/16 in (1.59 mm) ball Copper alloys, soft steels, aluminum alloys, malleable iron 130 500 C HRC 150 spheroconical diamond† Steel, hard cast irons, pearlitic malleable iron, titanium, deep case-hardened steel, other materials harder than 100 HRB 100 D HRD 100 spheroconical diamond† Thin steel and medium case-hardened steel and pearlitic malleable iron 100 500 E HRE 100 1/8 in (3.18 mm) ball Cast iron, aluminum and magnesium alloys, bearing metals, thermoset plastics 130 500 L HRG 60 1/8 in (3.18 mm) ball Annealed copper alloy, thin soft sheet metals 130 500 G HRG 150 1/16 in (1.59 mm) ball Phosphor bronze, beryllium copper, malleable irons. 130 500 H HRH 60 1/8 in (3.18 mm) ball Aluminum, Zinc. Load[20] 130 500 L HRK 150 1/8 in (3.18 mm) ball Bearing alloy, tin, hard plastic materials[20] 130 500 K HRL 60 1/4 in (6.35 mm) ball Bearing metals and other very soft or thin materials 130 500 P HRP 150 1/4 in (6.35 mm) ball Bearing metals and other very soft or thin materials 130 500 R HRR 60 1/2 in (12.70 mm) ball Thermoplastics, bearing metals, and other very soft or thin materials 130 500 M HRV 150 1/2 in (12.70 mm) ball Bearing metals and other very soft or thin materials 130 500 V HRV 150 1/2 in (12.70 mm) ball Bearing metals and other very soft or thin materials 130 500 W HRV 150 1/2 in (12.70 mm) ball Superficial; for soft coatings 100 1000 15N, 30N, 45N 15, 30, 45 spheroconical diamond† Superficial; for case-hardened materials 100 1000 \* Except for the superficial scales where it is 3 kgf, the minor load is 10 kgf. † Also called a Brale indenter, is made with a conical diamond of 120° ± 0.35° included angle and a tip radius of 0.200 ± 0.010 mm. ‡ The Rockwell number precedes the scale abbreviations (e.g., 60 HRC), except for the "Superficial scales" where they follow the abbreviations, separated by a ° (e.g., 30N-25). Except for testing thin materials in accordance with A62



