

Conceptos sobre Dureza en Ciencia de Materiales



Un avión utiliza materiales que deben ser ligeros, duros, tenaces y resistentes a impactos.

PROPIEDADES

MECANICAS

Definición de Dureza

Es la resistencia de un material a la penetración.

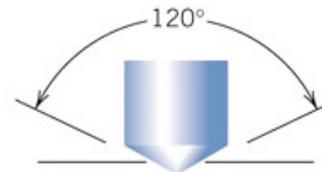
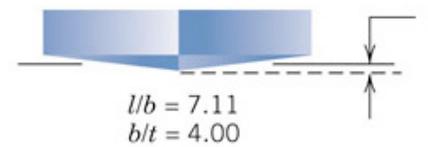
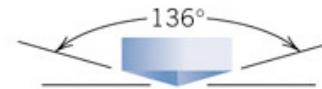
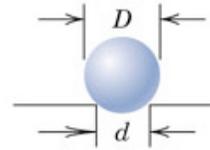
Dureza

Es una medida de la resistencia del material a una deformación plástica localizada.

(por ejemplo, por hendidura o rayadura)

El valor de dureza se toma adimensionalmente.

Técnicas de Ensayo de Dureza:



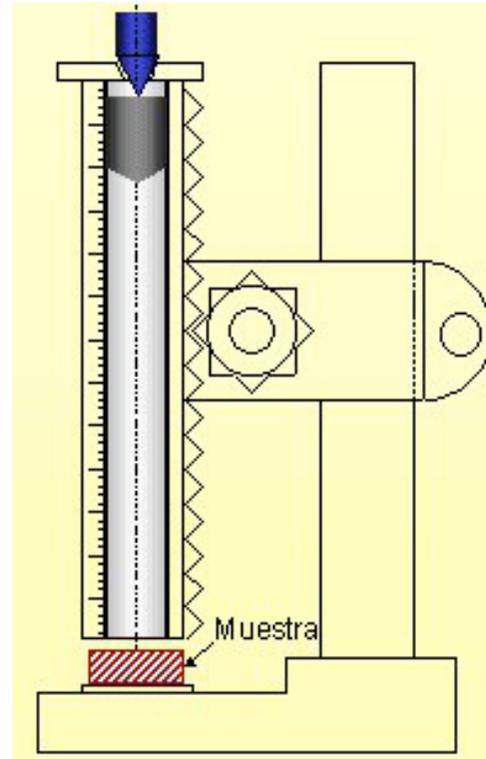
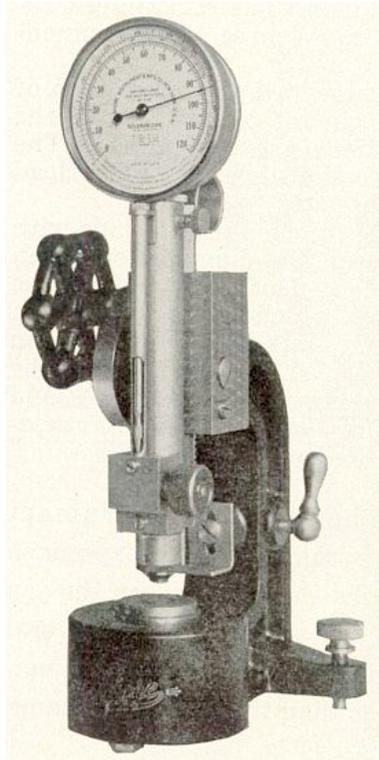
Pruebas de Dureza: Clasificación

A) Resistencia Elástica.

B) Resistencia al Corte o Abrasión.

C) Resistencia a la Indentación o Penetración.

A) Resistencia Elástica



Escleroscopio.- Mide la altura de rebote, después de que el penetrador cae por su propio peso desde una altura definida.

Es una medida de la resistencia del material, o

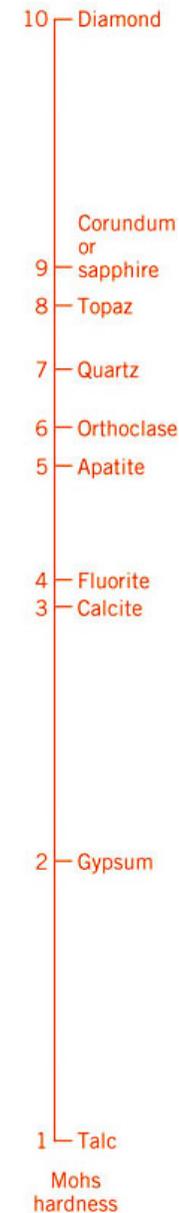
B) Resistencia al Corte o Abrasión (I)

1) Prueba de Rayadura.-

Friedrich Mohs :

- 10) Diamante
- 9) Zafiro
- 8) Topacio
- 7) Cuarzo
- 6) Feldespato
- 5) Apatito
- 4) Fluorita
- 3) Calcita
- 2) Yeso
- 1) Talco

Se emplea en Mineralogía.



B) Resistencia al Corte o Abrasión (II)

2) Prueba de Lima.-

La pieza se somete a la acción de corte de una lima de dureza conocida (67 HRC), para determinar si se produce un corte visible.



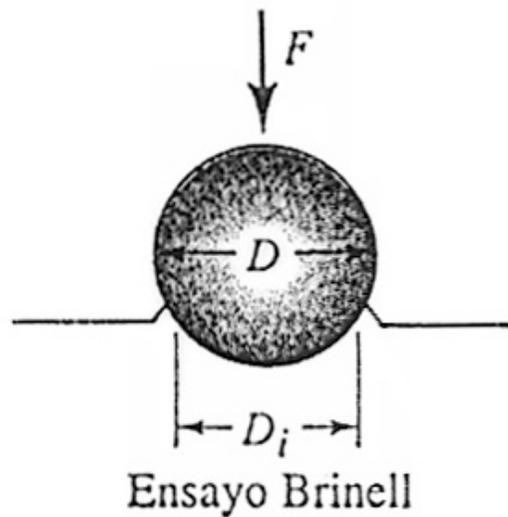
C) Resistencia a la Indentación o Penetración

Se realiza imprimiendo en la muestra, la que está en reposo sobre una plataforma rígida, un indentador o penetrador de geometría determinada, bajo una carga estática conocida que se aplica directamente o por medio de un sistema de palanca.

Entre los ensayos frecuentes están:

- 1.- Dureza Brinell
- 2.- Dureza Rockwell
- 3.- Microdureza Vickers
- 4.- Microdureza Knoop

1.- Dureza Brinell



- ✓ **Penetrador.-** Esfera de acero duro (acero templado) o esfera de carburo de tungsteno (WC).

$$D = 10, 5, 2.5, 1.125, 0.625 \text{ [mm]}$$

- ✓ **Carga.-** Aplicada lenta y gradualmente.

$$P = 249.7, \dots, 99.8, \dots, 31.2, \dots, 9.9, \dots, \text{etc. [kg]}$$

- ✓ **Medición.-** d = Diámetro de la huella [mm].

$$HB \ll \frac{P}{\frac{\pi D}{2} \left(D - \sqrt{D^2 - d^2} \right)}$$

1.- Dureza Brinell

- ✓ Con este ensayo se puede estimar un valor de resistencia a la tracción de los materiales (RT o UTS).



Para materiales ferrosos

$$RT = 500 (HB) \quad [lb/pulg^2]$$

$$RT = 3.45 (HB) \quad [MPa]$$

Para materiales no ferrosos

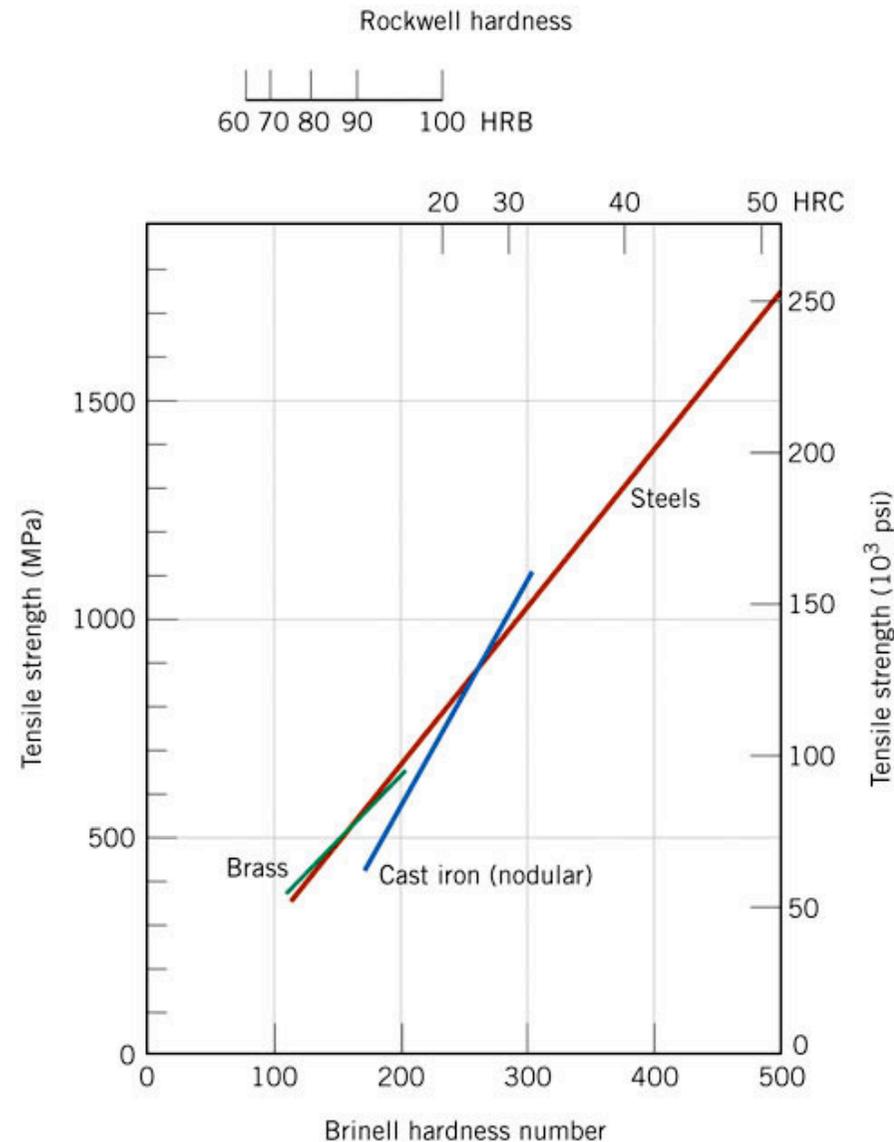
$$RT = 300 (HB) \quad [lb/pulg^2]$$

$$RT = 2.07 (HB) \quad [MPa]$$

1.- Dureza Brinell

Relación entre dureza y resistencia a la tracción para el acero, el latón y la fundición.

La dureza es proporcional a la resistencia a la tracción.



2.- Dureza Rockwell



✓ **Penetrador.-** Es por el tipo de escala.

B = Para materiales suaves.

Esfera de acero de $\varnothing = 1/16$ "

C = Para materiales duros.

Cono de diamante

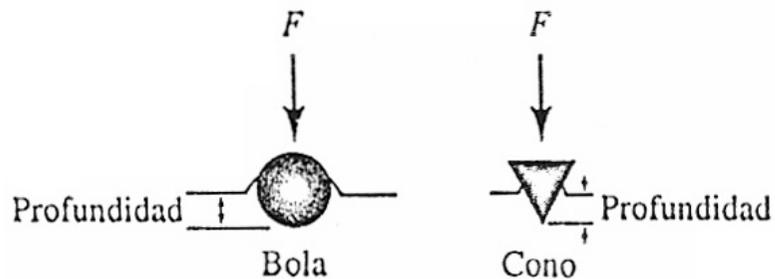
✓ **Carga.-** Aplicada lenta y gradualmente.

B = 100 [kg]

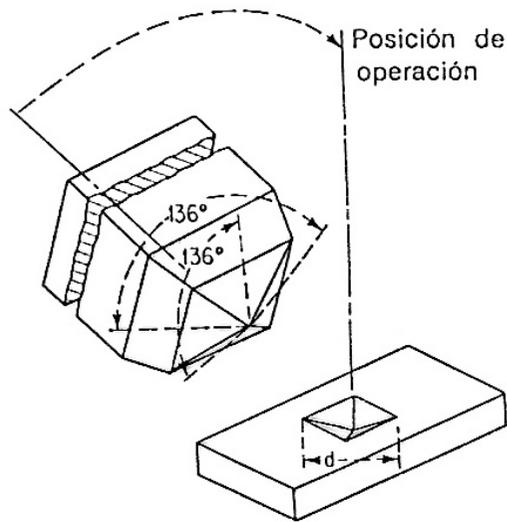
C = 150 [kg]

Ambos, con una aplicación de precarga de 10 [kg], para generar una superficie uniforme.

✓ **Medición.-** La profundidad.



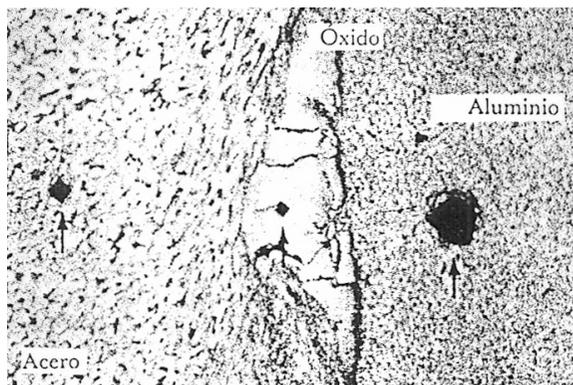
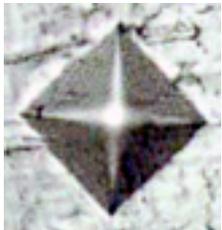
3.- Microdureza Vickers



✓ Penetrador.- Cono de diamante.

✓ Carga.- Aplicada lenta y gradualmente.

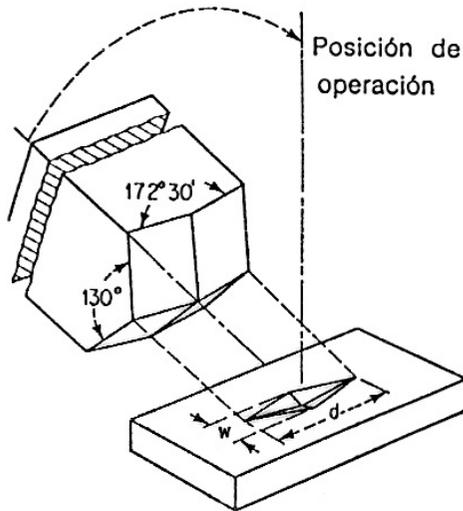
P = 1000, ..., 500, ..., 200, ..., 100, ..., etc. [g] [kg]



✓ Medición.- d = Longitud de la diagonal del cuadrado de la impresión [μm] [mm].

$$HV \ll \frac{1.854 P}{d^2}$$

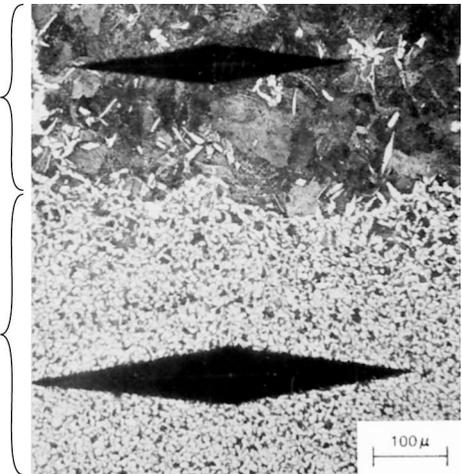
3.- Microdureza Knoop



✓ Penetrador.- Cono de diamante.

✓ Carga.- Aplicada lenta y gradualmente.

P = 1000, ..., 500, ..., 200, ..., 100, ..., etc. [g] [kg]



✓ Medición.- d = Longitud de la diagonal mayor [μm] [mm].

$$HK \ll \frac{14.229 P}{d^2}$$

Dureza

La Dureza puede indicar:

✓ Resistencia del material.

✓ Resistencia al desgaste.

✓ Resistencia mecánica.

(RT = Resistencia a la Tracción)

✓ Resistencia a la fatiga.

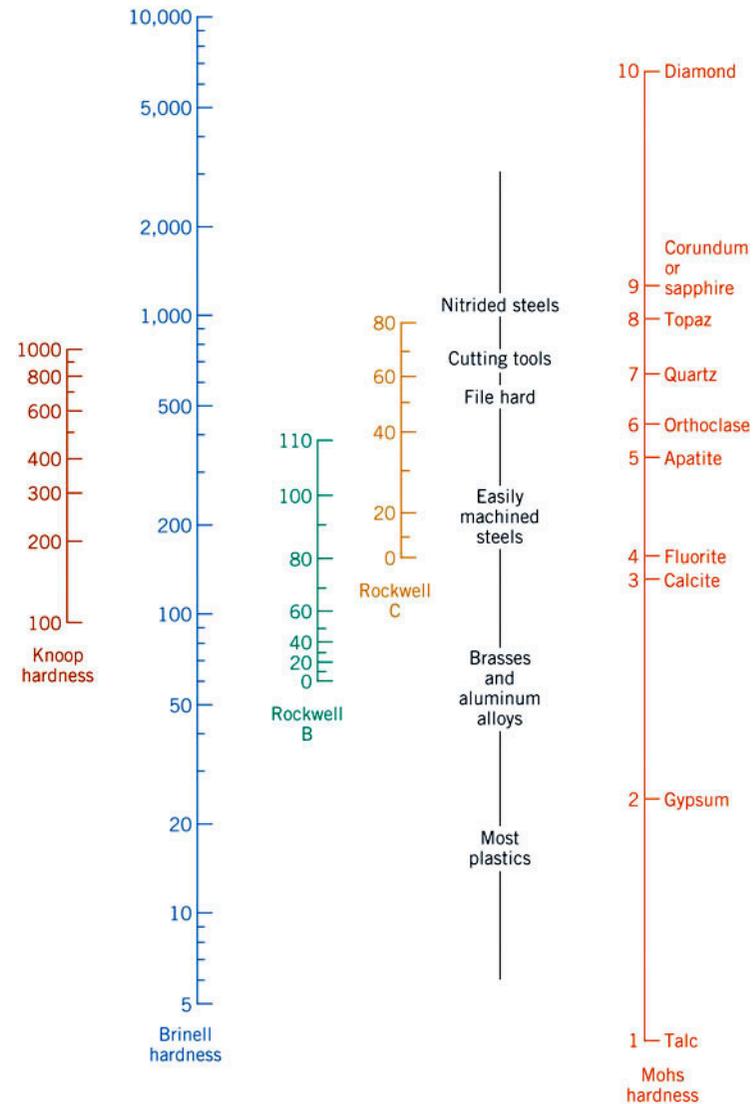
(RF = Límite de Resistencia a la Fatiga = 0.5 RT)

Escalas de Dureza

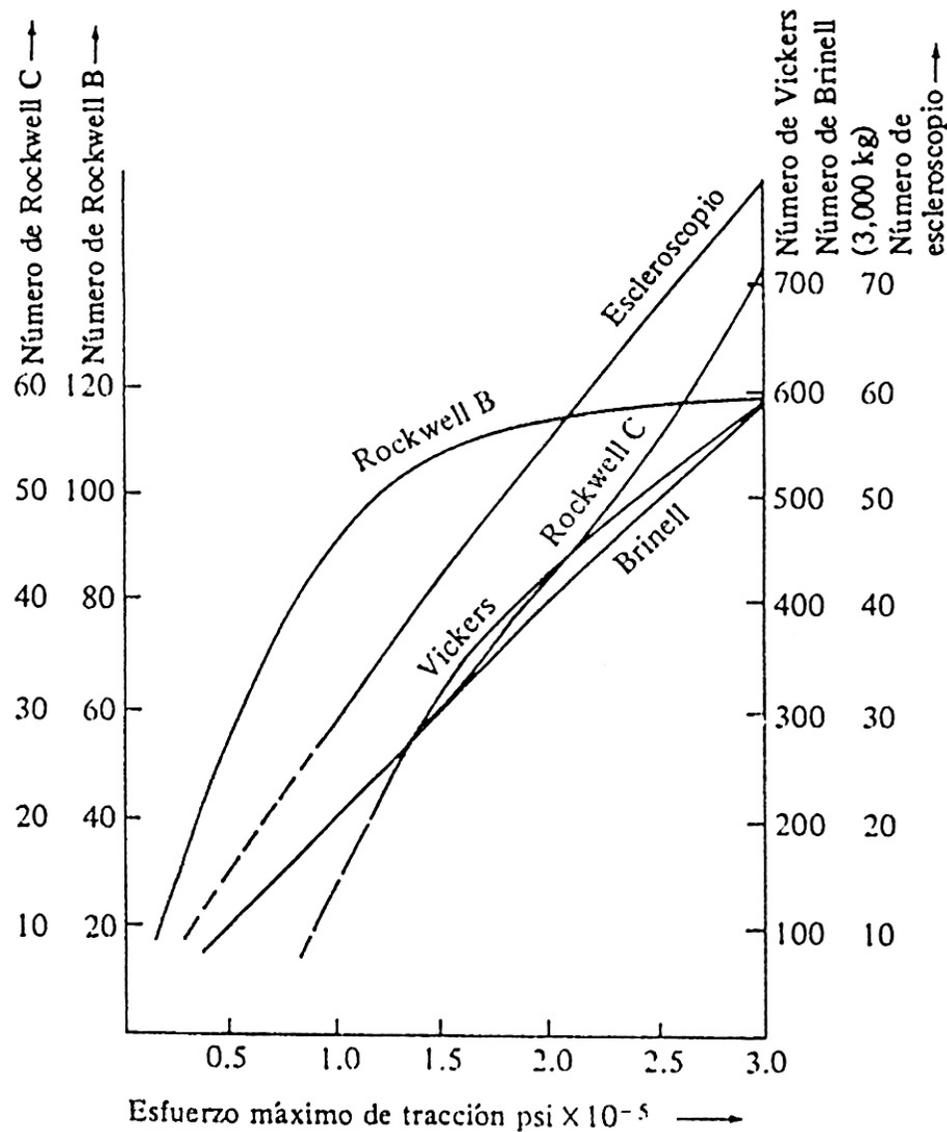
Tabla de Conversión para
diversas escales de
Dureza.

**Nótese los rangos
limitados de muchas de
las escales.**

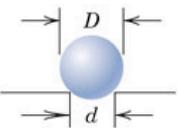
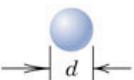
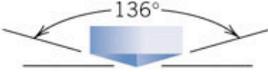
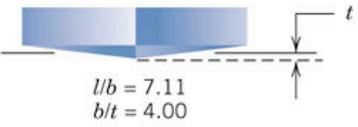
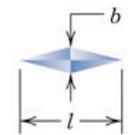
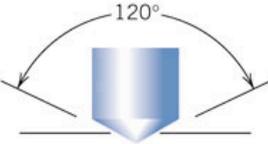
**Debido a los diversos
factores involucrados, las
conversiones de dureza
se consideran
aproximadas.**



Valores para Convertir Ensayos Brinell, Rockwell, Vickers y del Escleroscopio.



Tipos Comunes de Geometrías de Prueba de Dureza

Test	Indenter	Shape of Indentation		Load	Formula for Hardness Number ^a	
		Side View	Top View			
Brinell	10-mm sphere of steel or tungsten carbide			P	$HB = \frac{2P}{\pi D [D - \sqrt{D^2 - d^2}]}$	
Vickers microhardness	Diamond pyramid			P	$HV = 1.854P/d_1^2$	
Knoop microhardness	Diamond pyramid			P	$HK = 14.2P/l^2$	
Rockwell and Superficial Rockwell	{ <ul style="list-style-type: none"> Diamond cone; $\frac{1}{16}, \frac{1}{8}, \frac{1}{4}, \frac{1}{2}$ in. diameter steel spheres 		 	60 kg 100 kg 150 kg	} Rockwell 15 kg 30 kg 45 kg	} Superficial Rockwell

^a For the hardness formulas given, P (the applied load) is in kg, while D , d , d_1 , and l are all in mm.

Source: Adapted from H. W. Hayden, W. G. Moffatt, and J. Wulff, *The Structure and Properties of Materials*, Vol. III, *Mechanical Behavior*. Copyright © 1965 by John Wiley & Sons, New York. Reprinted by permission of John Wiley & Sons, Inc.

Pruebas de Dureza

■ *Comparison of typical hardness tests*

Test	Indentor	Load	Application
Brinell	10-mm ball	3000 kg	Cast iron and steel
Brinell	10-mm ball	500 kg	Nonferrous alloys
Rockwell <i>A</i>	Brale	60 kg	Very hard materials
Rockwell <i>B</i>	1/16-in. ball	100 kg	Brass, low-strength steel
Rockwell <i>C</i>	Brale	150 kg	High-strength steel
Rockwell <i>D</i>	Brale	100 kg	High-strength steel
Rockwell <i>E</i>	1/8-in. ball	100 kg	Very soft materials
Rockwell <i>F</i>	1/16-in. ball	60 kg	Aluminum, soft materials
Vickers	Diamond pyramid	10 kg	All materials
Knoop	Diamond pyramid	500 g	All materials

Aplicaciones Típicas de las Pruebas de Dureza por Indentación

BRINELL	ROCKWELL	ROCKWELL SUPERFICIAL	VICKERS	MICRODUREZA
<p>Acero estructural y otras secciones laminadas.</p> <p>La mayor parte de las fundiciones, incluyendo el acero, hierro fundido y aluminio.</p> <p>La mayor parte de los fraguados.</p>	<p>Partes acabadas, tales como cojinetes, pistas para cojinetes, válvulas, tuercas, pernos, engranes, poleas, rodillos, pasadores, pivotes, topes, etc.</p> <p>Herramientas de corte, tales como sierras, cuchillas, cinceles, tijeras.</p> <p>Herramientas de formado.</p> <p>Fundiciones y forjados pequeños.</p> <p>Hojas metálicas.</p> <p>Alambre de diámetro grande.</p> <p>Contactos eléctricos.</p> <p>Hojas o partes plásticas.</p> <p>Partes cementadas.</p> <p>Carbuos cementados.</p>	<p>Las mismas que la Rockwell estándar, excepto donde se requiere una penetración menos profunda, como en:</p> <p>Partes cementadas delgadas, hasta de 0.010 pulg.</p> <p>Materiales delgados, hasta de 0.006 pulg.</p> <p>Carbuos cementados.</p> <p>Metales en polvo.</p>	<p>Las mismas que para la Rockwell y la Rockwell superficial, excepto donde se requiere más exactitud o menor penetración, como en:</p> <p>Partes cementadas delgadas, de 0.005 a 0.010 pulg.</p> <p>Materiales delgados, hasta de 0.005 pulg.</p> <p>Partes de acabado fino, con el fin de evitar una operación de remoción.</p> <p>Secciones delgadas, tales como tuberías.</p> <p>Estructuras débiles.</p> <p>Espesor del chapado.</p>	<p>Superficies plateadas.</p> <p>Revestimientos, como laca, barniz o pintura.</p> <p>Láminas delgadas y materiales muy delgados hasta de 0.0001 pulg.</p> <p>Para establecer los gradientes de endurecimiento</p> <p>Bimetales y materiales laminados.</p> <p>Partes o áreas muy pequeñas, como engranes de reloj, bordes de herramientas de corte, crestas de filetes en cuerdas, puntos pivote, etc.</p> <p>Materiales muy frágiles o quebradizos (indentador de Knoop), como silicio, germanio, vidrio, esmalte de dientes.</p> <p>Materiales opacos, claros o translúcidos.</p> <p>Metales en polvo.</p> <p>Para investigar constituyentes individuales de un material.</p> <p>Para determinar la dureza del grano o la dureza de la frontera del mismo.</p>