

MANUAL DE INSTRUCCIONES



DUROMETRO ROCKWELL 1003A

HOYTOM, S.L.

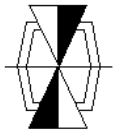
Av. Iparraguirre, 96
48940 Leioa - Vizcaya

Máquinas de Ensayos

Tfno: 94.463.94.22

Tfax: 94.463.97.14

e-mail: hoytom@hoytom.es



DESCRIPCIÓN TÉCNICA

Apropiado para el control en serie en el taller, y para su utilización en laboratorio.

Incluidos de serie los accesorios necesarios para la determinación de los valores de dureza *ROCKWELL* y *BRINELL*; posibilidad de medición *VICKERS* mediante la adquisición de los accesorios específicos.

Tiempo de carga regulable de forma no escalonada.

Colocación de los pesos por medio de un mando manipulador accionado desde el exterior del aparato.

EXACTITUD

Indicador especial de medida COMPAC – HOYTOM presión = 0.002.
Maniobra mediante botón.

SEGURIDAD

Dispositivo pisador para bloqueo de piezas de gran tamaño, ejerciendo una gran presión y protección del cono de diamante.

VELOCIDAD

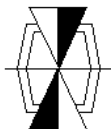
La velocidad de aplicación de cargas es controlada por un amortiguador de aceite, que es reglado exteriormente, permitiendo un tiempo de exposición de carga variable.

MANIPULACIÓN

Bloqueo rápido especial para piezas iguales de gran serie, mediante mando.

AUTOMATISMO

Le ha sido adaptado un dispositivo especial que permite el cambio indistinto de cargas desde el exterior.



CARACTERÍSTICAS

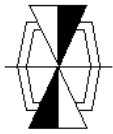
CARGAS

31.25 – 60 – 62.5 – 100 – 125 – 150 y 187.5 kg.

- | | |
|----------------------------------|----------------------|
| ➤ Carga inicial mediante palanca | 10 kg. |
| ➤ Abertura vertical | 0-300 mm. |
| ➤ Espacio libre horizontal | 170 mm. |
| ➤ Dimensiones | 260x 525 x 830 mm. |
| ➤ Dimensiones del embalaje | 500 x 700 x 1000 mm. |
| ➤ Peso neto | 133 kg. |
| ➤ Peso bruto | 163 kg. |

ACCESORIOS ESTÁNDAR

- 1 Penetrador de diamante (cono 120°).
- 1 Porta - bolas de 1/8" *Rockwell*.
- 1 Porta - bolas de 1/16" *Rockwell*.
- 1 Porta - bolas de 2.5 mm *Brinell*.
- 1 Porta - bolas de 5 mm *Brinell*.
- 6 Esferas de repuesto Ø 1/16".
- 6 Esferas de repuesto Ø 1/8".
- 6 Esferas de repuesto Ø 2.5 mm.
- 6 Esferas de repuesto Ø 5 mm.
- 1 Pisador protector.
- 1 Probeta patrón *Rockwell C*.
- 1 Probeta patrón *Rockwell B*.
- 1 Yunque porta – piezas con resalte central.
- 1 Yunque porta – piezas plano.
- 1 Yunque porta – piezas en V para piezas cilíndricas de 3 a 10 mm.
- 1 Yunque porta – piezas en V para piezas cilíndricas de 10 a 70 mm.
- 1 Destornillador.
- 2 Juegos de tablas de conversión.
- 1 Funda de plástico.
- 1 Estuche de madera.



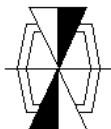
HOYTOM, S.L.

MANUAL DE INSTRUCCIONES DURÓMETRO mod.1003 A

Avda. Iparraguirre,96
48940 LEIOA-BIZKAIA
Tlf.: (94) 463 94 22
Fax.: (94) 463 97 14

- Adecuado para realizar controles de calidad, tanto en fabricación como a nivel de laboratorio.
- Accesorios para determinar dureza *BRINELL* y *ROCKWELL*, y también disponibles los accesorios para determinar la dureza *VICKERS*.
- Sistema manual de ajuste del tiempo de carga.
- Dispositivos externos para el posicionamiento de las pesas.

NOTA: *Bajo demanda nuestro departamento técnico estudiaría los accesorios suplementarios que necesitan para sus distintos trabajos. Se dispone de mesa porta – durómetros del diseño expreso en la fotografía anterior.*



MÁQUINA DE ENSAYOS DE DUREZA **ROCKWELL modelo 1003A**

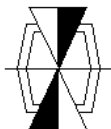
DURÓMETRO “HOYTOM” modelo 1003A

ÍNDICE

1.- RECEPCIÓN Y DESEMBALAJE	6
2.- PUESTA EN MARCHA.....	6
3.- EJECUCIÓN DE UN ENSAYO	6
4.- DUREZA DE LOS MATERIALES Y SU MEDICIÓN	12
5.- ENSAYO BRINELL	12
6.- ENSAYO VICKERS	15
7.- ENSAYO ROCKWELL	16
8.- PRECAUCIONES DE USO	24

Este durómetro está diseñado para el ensayo de durezas tipo *BRINELL*, *VICKERS* y *ROCKWELL* en materiales.

Mantener la máquina bien limpia, y realizar una correcta manipulación de la misma siguiendo en todo momento las indicaciones del presente manual.



1.- RECEPCIÓN Y DESEMBALAJE

Levantar la tapa de la cara frontal de la caja y, con precaución, quitar las calas de madera. Una vez realizada esta operación, soltar los tornillos que sirven para fijar la máquina al fondo de la caja.

Sacar la máquina y ponerla en su sitio definitivo de utilización (mesa o soporte sobre el cual esté previsto un agujero de 80 mm aproximadamente, para dejar paso al husillo). Colocar la máquina correctamente nivelada.

2.- PUESTA EN MARCHA

Girar el *volante R* de manera que sea posible liberar la cala de madera interpuesta entre el porta – herramientas y el plato.

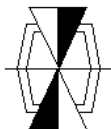
Soltar todo el paquete de pesas de la varilla de sujeción prevista para el transporte.

3.- EJECUCIÓN DE UN ENSAYO

Una vez elegido el procedimiento de ensayo a seguir, poner el peso correspondiente sobre la barra porta – pesos. Montar sobre el árbol de presión o *husillo H*, según dibujos adjuntos.

Para lograr el contacto entre la pieza y el diamante (o bola de metal duro) girar el *volante R* para la elevación del *husillo H*. Una vez hecho el contacto, continuar elevando hasta que la aguja grande gire tres vueltas y se ponga en la posición “C0”, durante este recorrido de la aguja grande la pequeña irá girando hasta entrar en el rectángulo verde. Esta aguja podrá avanzar todo el recorrido de rectángulo pero nunca rebasar la línea roja.

En esta posición una carga de 10 kg es aplicada sobre la pieza (carga inicial invariable sea cual sea la carga total adoptada).

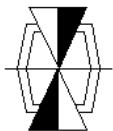


Moviendo lentamente hacia delante la *palanca L*, hasta la posición 2 (en rojo) y después de cierto recorrido el operador siente que la palanca tiende a desplazarse ella misma. En este momento dejarla a fin de no frenar la aplicación de la carga.

Cuando la aguja está estabilizada, volver a empujar la *palanca L*, hasta su posición de reposo (posición 1 en negro).

Leer sobre el comparador la cifra indicada por la aguja. Todas las lecturas sobre el comparador son comprobadas en la *escala C*, a excepción de los ensayos realizados con esferas de 1/16" y 1/8" que se leerán en la *escala B*.

Realizadas estas operaciones, liberar la pieza girando el *volante R* del *husillo H* en dirección contraria a las agujas del reloj para bajar el apoyo de la pieza.

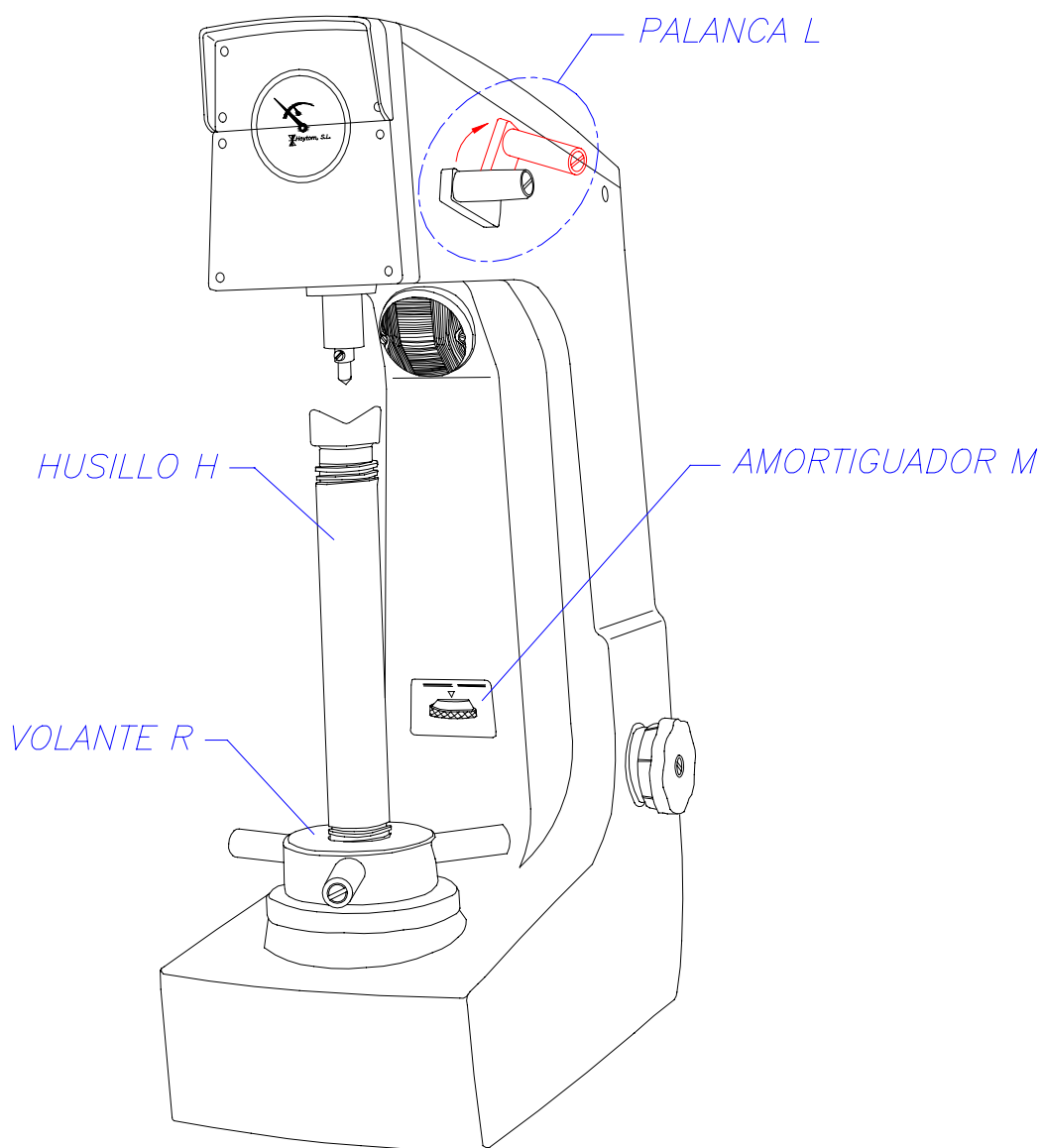


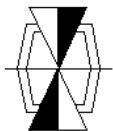
HOYTOM, S.L.

MANUAL DE INSTRUCCIONES DURÓMETRO mod.1003 A

Avda. Iparraguirre,96
48940 LEIOA-BIZKAIA
Tlf.: (94) 463 94 22
Fax.: (94) 463 97 14

DETALLE DE LOS APARATOS PARA LA EJECUCIÓN Y EL ENSAYO



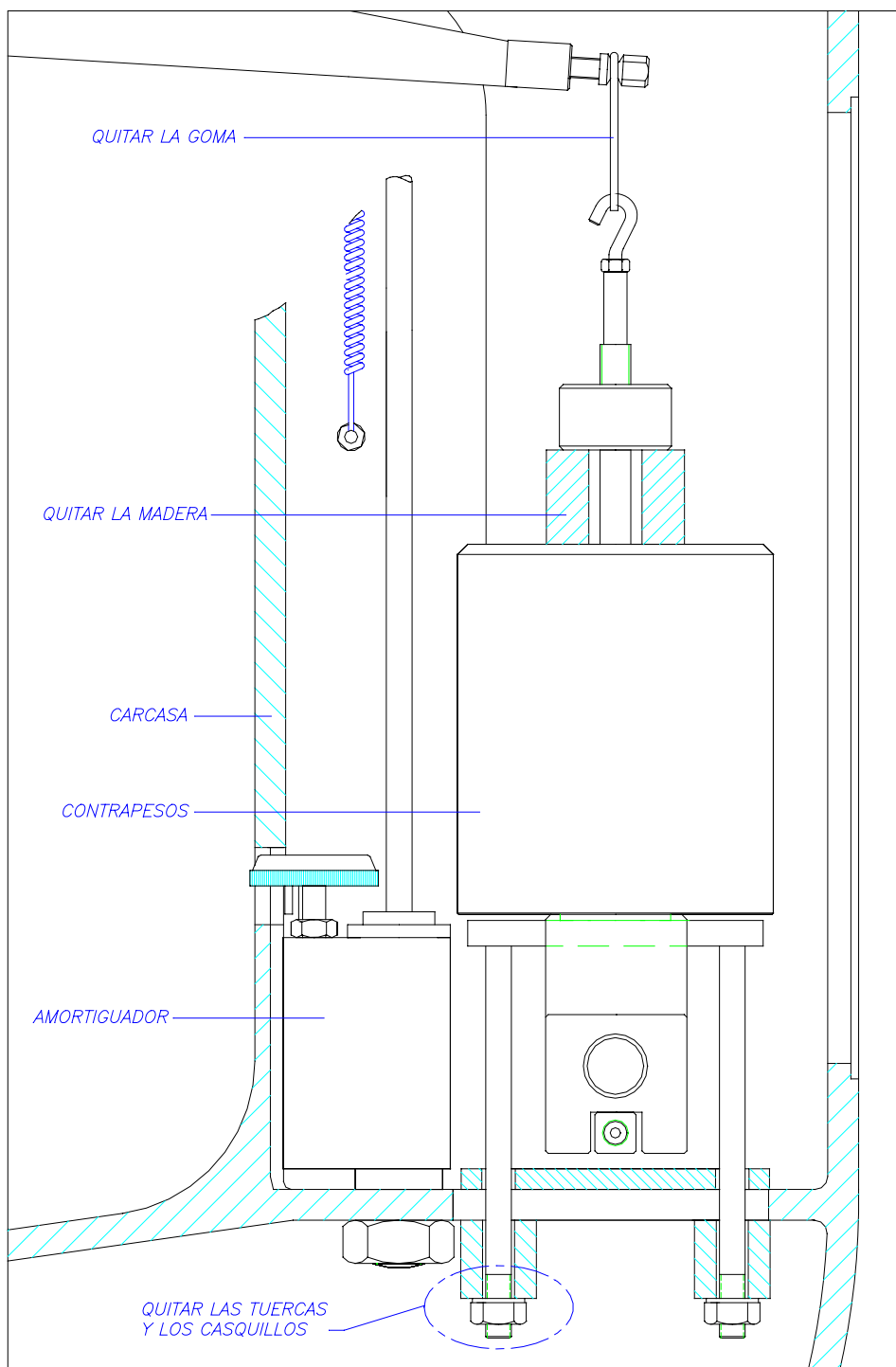


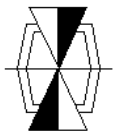
HOYTOM, S.L.

MANUAL DE INSTRUCCIONES DURÓMETRO mod.1003 A

Avda. Iparraguirre,96
48940 LEIOA-BIZKAIA
Tlf.: (94) 463 94 22
Fax.: (94) 463 97 14

DETALLE DE LOS CONTRAPESOS EMBALADOS



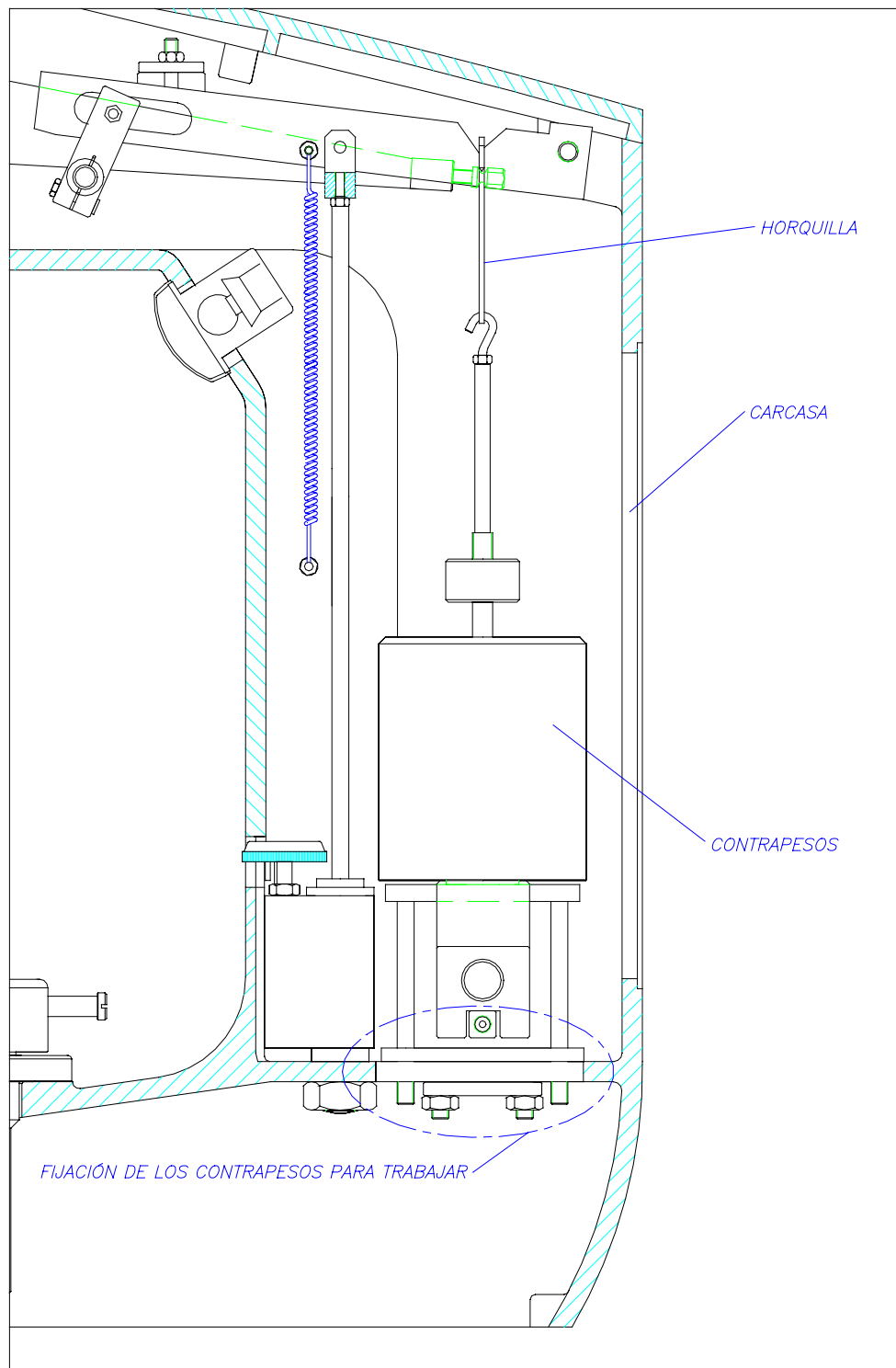


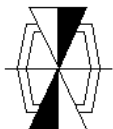
HOYTOM, S.L.

MANUAL DE INSTRUCCIONES DURÓMETRO mod.1003 A

Avda. Iparraguirre,96
48940 LEIOA-BIZKAIA
Tlf.: (94) 463 94 22
Fax.: (94) 463 97 14

FIJACIÓN DE LOS CONTRAPESOS PARA TRABAJAR



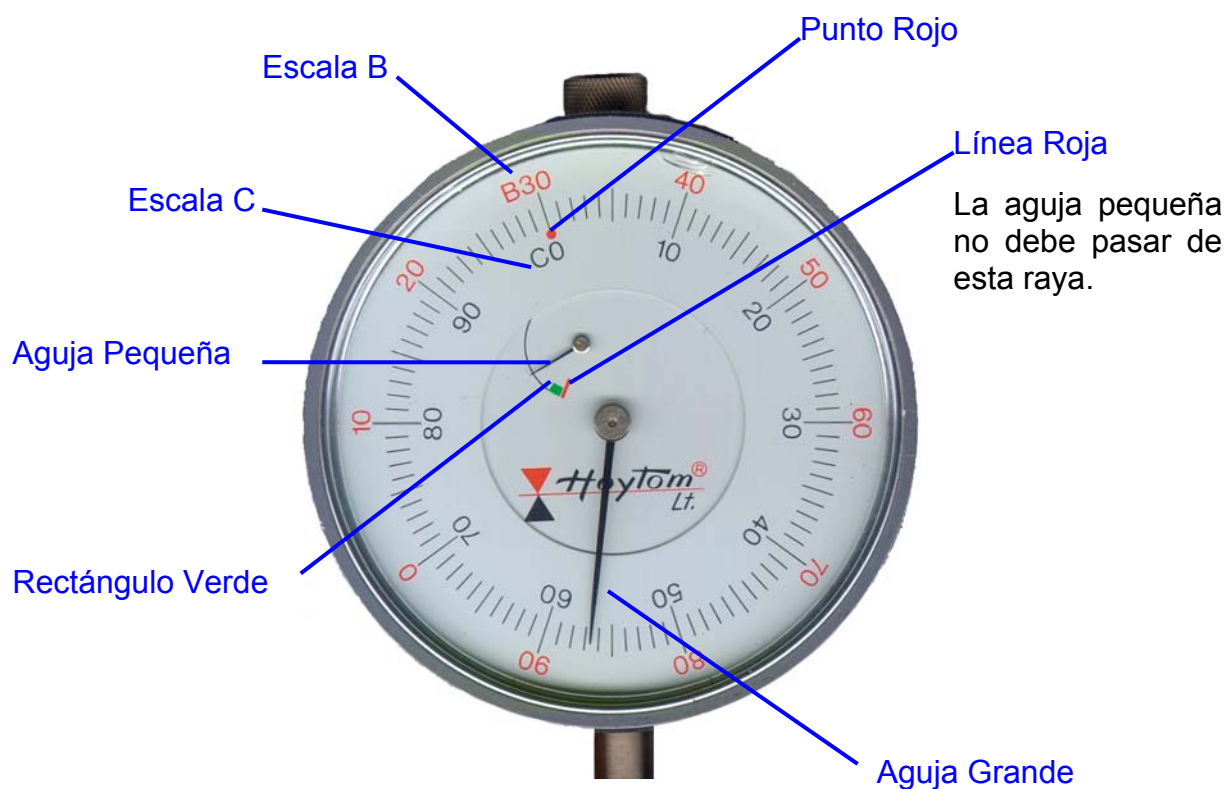


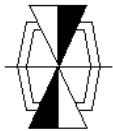
HOYTOM, S.L.

MANUAL DE INSTRUCCIONES DURÓMETRO mod.1003 A

Avda. Iparraguirre,96
48940 LEIOA-BIZKAIA
Tlf.: (94) 463 94 22
Fax.: (94) 463 97 14

DETALLE DE LA POSICIÓN DE LAS AGUJAS PARA LA EJECUCIÓN Y EL ENSAYO





4.- DUREZA DE LOS MATERIALES Y SU MEDICIÓN

Se entiende como dureza de un metal, su resistencia a la penetración. El método más usado para la medición de la dureza en los metales es el de realizar, sobre la superficie metálica, una huella producida por presión de un cuerpo determinado, llamado penetrador, mucho más duro y por tanto prácticamente indeformable que el metal a ensayar.

Las dimensiones de la huella obtenida sobre el material a ensayar, con un determinado penetrador y una carga establecida, proporcionan una medida para la dureza del material a examen.

Tres son los sistemas más usados para este ensayo, a saber:

BRINELL, VICKERS, y ROCKWELL.

5.- ENSAYO BRINELL

En el ensayo *BRINELL*, el penetrador es una bola de metal duro y de un diámetro comprendido generalmente entre 1.25 y 10 mm, que presiona contra la superficie del material a ensayar con una carga entre 1.95 y 3000 kp.

El diámetro de la huella dejada por la bola se mide con una aproximación de 0.01mm. Así, se llega a la dureza *BRINELL* con relación entre la carga y el área de la superficie del casquete esférico de la huella mediante la fórmula:

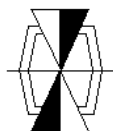
$$HB = \frac{2 \times P}{D \times (D - \sqrt{D^2 - d^2})} = (kp/mm^2)$$

donde:

P = Carga en kp.

D = Diámetro de la bola de metal duro en mm.

d = Diámetro de la huella en mm.



De una manera más rápida, es posible leer el resultado mediante el empleo de las tablas que se suministran junto con el equipo.

La carga debe actuar perpendicularmente a la superficie. Aplicarla gradualmente y sin choques, alcanzando el valor máximo en unos 15 segundos y permanecer constante unos 30 segundos más.

En materiales muy plásticos, puede ser necesaria una duración mayor en la aplicación de la carga, siendo aproximadamente de unos 3 minutos máximo.

Las tablas que se adjuntan, muestran las diversas combinaciones de penetradores y cargas más aptas para los ensayos de los diversos materiales.

En cualquier caso, y junto al valor numérico obtenido en la medición, han de ir siempre indicadas las condiciones de ensayo.

Por ejemplo; si la huella ha sido efectuada con bola de $\varnothing 2.5$ mm, carga de 187.5 kp y 30 segundos, y el valor de la dureza obtenida es de 215, este resultado deberá ser indicado de la forma:

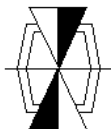
$$\text{HB } 2.5/187.5/30 = 215 \text{ kp/mm}^2$$

TABLA I – Penetradores y cargas normalizadas para *BRINELL*

Diámetro D de la bola en mm.	Cargas de ensayo P en kp				
	30D ² Acero y fundición HB = 143-450	10D ² Latones y aleac. ligeras HB = 47.5-315	5D ² Cobre y aluminio HB = 23.8-158	2.5D ² Aleación anti-fricción HB = 11.9 – 78.8	1.25D ² Plomo y estaño
10	3000	1000	500	250	125
5	750	250	125	62.5	31.25
2.5	187.5	62.5	31.25	15.625	7.812
1.25	46.9	15.625	7.812	3.906	1.953
0.625	11.7	3.91	1.953	0.977	0.488

NOTA:

Debemos indicar que solamente son equiparables las cifras BRINELL obtenidas con la misma constante n.



Por tanto, para obtener valores equiparables cuando se opere bajo distintas condiciones de ensayo en lo que a la carga y al penetrador se refiere, es imprescindible que ambos ensayos cumplan la fórmula:

$$P = n \times D^2$$

Con la misma constante n, y donde:

P = Carga de ensayo en kp.

D = Diámetro de la bola de metal duro en mm.

Las constantes de ensayo son; 30 – 10 – 5 – 2.5 – 1.25.

Por ejemplo; nos dará el mismo valor de dureza *BRINELL* un ensayo efectuado con bola de $\varnothing$ 2.5 mm y carga de 187.5 kp, que otro efectuado con bola de $\varnothing$ 10 mm y carga de 3000 kp, ya que la constante n de ambos ensayos es 30.

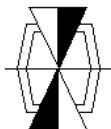
Sin embargo, estos ensayos no son equiparables a otro ensayo efectuado con bola de $\varnothing$ 10 mm y carga de 1000 kp, ya que en este último caso la constante de ensayo es 10. Esta ensayo sin embargo, nos dará la misma cifra de dureza *BRINELL* que otro efectuado con bola de $\varnothing$ 2.5 mm y carga de 62.5 kp.

Para relacionar la carga de ensayo con respecto al espesor de la pieza en examen, ver la Tabla II.

TABLA II – Espesores mínimos (en mm) de las piezas a ensayar según el procedimiento *BRINELL*.

Diámetro de bola en mm.	Carga en kp	Dureza BRINELL (en kp/mm ²)								
		40	60	80	100	150	200	300	400	500
2.5	31.25	1.00	0.66	0.60	0.40	0.26				
	62.5	2.00	1.30	1.00	0.80	0.53	0.40			
	187.5				2.40	1.60	1.20	0.80	0.60	0.48
	31.25	0.50	0.33							
	62.5	1.00	0.66	0.50	0.40					

$$\text{Espesor mínimo} = 10 \times (\text{profundidad de la huella}) = (3.18 \times P) / (HB \times D)$$



6.- ENSAYO VICKERS

En el ensayo *VICKERS*, el penetrador es una pirámide cuadrada de diamante con ángulo diedro de 136° entre dos caras opuestas que se presiona contra la superficie del material a ensayar con una carga de entre 1 a 120 kp.

La diagonal de la huella, o mejor las dos diagonales, se miden con un microscopio (con aproximación de 0.001mm) y se calcula la media. De esta forma se llega a la dureza *VICKERS* como la relación entre la carga y el área de la superficie de la huella, mediante la fórmula:

$$HV = 1.8544 \times \frac{P}{D^2} (kp/mm^2)$$

P = carga en kp.

D = diagonal media en mm.

Es posible obtener el resultado de manera más rápida mediante el empleo de las tablas que se adjuntan con el equipo.

La carga debe actuar como se explica en el apartado de ensayo *BRINELL*.

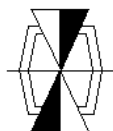
Las superficies de ensayo deben estar limpias y pulidas, de forma que no se produzcan modificaciones por calentamiento y/o enfriamiento.

Las cargas de ensayo *VICKERS* son; 120 – 100 – 80 – 60 – 50 – 40 – 30 – 20 – 10 – 5 – 4 – 3 – 2 – 1 kp.

El valor de dureza *VICKERS* es sensiblemente independiente de la carga. Es necesario, sin embargo, indicar junto al valor numérico obtenido en la medición, la carga de ensayo aplicada.

Por ejemplo; si la huella ha sido efectuada con una carga de 30 kp obteniéndose una dureza de 250, este resultado deberá indicarse en la forma siguiente:

$$HV\ 30 = 250\ kp/mm^2$$



Para proporcionar la carga en función del espesor de la pieza a ensayar, ver la Tabla III que se muestra a continuación.

TABLA III – Espesores mínimos (mm) de las piezas en ensayo VICKERS.

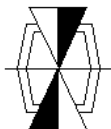
Dureza VICKERS (en kp/mm ²)						
Cargas P=kp	200	300	400	500	800	1000
1	0.14	0.12	0.10	0.08	0.07	0.06
2	0.19	0.16	0.14	0.12	0.10	0.09
3	0.24	0.19	0.17	0.14	0.12	0.11
4	0.27	0.22	0.20	0.16	0.14	0.12
5	0.31	0.25	0.22	0.18	0.15	0.14
10	0.43	0.36	0.31	0.25	0.22	0.19
20	0.62	0.50	0.43	0.36	0.31	0.28
30	0.75	0.62	0.53	0.44	0.38	0.34
40	0.87	0.71	0.62	0.50	0.44	0.39
50	1.00	0.80	0.69	0.56	0.49	0.44
60	1.10	0.87	0.75	0.62	0.53	0.48
80	1.20	1.00	0.87	0.71	0.62	0.55
100	1.40	1.20	1.00	0.80	0.69	0.62
120	1.50	1.30	1.10	0.87	0.75	0.67

$$\text{Espesor mínimo} = 10 \times (\text{profundidad de huella}) = 1.945 \times (P/HV)^{1/2}$$

En otra sección indicamos las posibilidades de ensayo del durómetro HOYTOM modelo 1003A dentro del procedimiento VICKERS.

7.- ENSAYO ROCKWELL

En el sistema *ROCKWELL* se emplean dos tipos diferentes de penetrador a los cuales corresponden escalas diferentes.



El penetrador de bola y el penetrador de cono de diamante con ángulo en el vértice de 120° y punta esférica de radio 0.2 mm.

A diferencia de los ensayos anteriores, la dureza *ROCKWELL* no se obtiene en función de la superficie de la huella, sino que se lee directamente en un aparato de medida, en unidades *ROCKWELL*, como diferencia de profundidad entre la huella producida por el penetrador bajo la acción de la carga total siendo ésta 60-100 ó 150 kp y la precarga o carga inicial de 10 kp.

La lectura se efectúa cuando, habiendo retirado la carga máxima de ensayo, permanece sobre el penetrador la carga inicial de 10 kp.

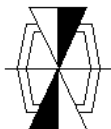
La unidad de medida *ROCKWELL* es de 0.002 mm.

Las piezas a ensayar deben de tener siempre un asiento perfecto para la total inmovilidad de las mismas durante el ensayo.

Una escala de cifras negras en el durómetro HOYTOM modelo 1003A vale para el penetrador de cono de diamante, y se extiende en 100 unidades *ROCKWELL*, desde 100 a 0, correspondiendo al 0 una penetración de 200 micras. La otra escala de cifras rojas en el durómetro HOYTOM modelo 1003A vale para los diversos penetradores de bola de metal duro y se extiende con 100 unidades *ROCKWELL*, desde 100 a 0, correspondientes a 60 y 260 milésimas de penetración respectivamente.

La Tabla IV da la designación de las diversas escalas *ROCKWELL* correspondientes a los distintos penetradores y cargas de ensayo. Las escalas generalmente más usadas son solamente dos; la *escala B* y la *escala C*, mientras que las otras se emplean como escalas complementarias y para casos especiales de dureza o espesor.

En particular, las escalas correspondientes a los penetradores con bola de metal duro de $\varnothing 1/4''$ y $1/2''$ son de empleo muy escaso y generalmente para materiales plásticos.



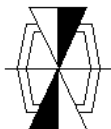
La superficie de ensayo debe ser limpia y lisa, preparada de forma en que no se modifique la estructura superficial, por calentamiento o enfriamiento. Escorias e incrustaciones debidas al tratamiento térmico deben ser retiradas cuidadosamente con tela esmeril.

En otra sección indicamos las posibilidades de ensayo del durómetro HOYTOM modelo 1003A dentro del procedimiento *ROCKWELL*.

TABLA IV – Escala *ROCKWELL*. Penetradores y cargas de ensayo.

CIFRAS	ESCALA	PENETRADOR	CARGA (en kp)
Negras	C	Cono de diamante	150
	D	Cono de diamante	60
	A	Cono de diamante	100
Rojas	B	Bola de $\varnothing 1/16''$	100
	F	Bola de $\varnothing 1/16''$	60
	G	Bola de $\varnothing 1/16''$	150
	E	Bola de $\varnothing 1/8''$	100
	H	Bola de $\varnothing 1/8''$	60
	K	Bola de $\varnothing 1/8''$	150
	L	Bola de $\varnothing 1/4''$	60
	M	Bola de $\varnothing 1/4''$	100
	P	Bola de $\varnothing 1/4''$	150
	R	Bola de $\varnothing 1/2''$	60
	S	Bola de $\varnothing 1/2''$	100
	T	Bola de $\varnothing 1/2''$	150

Los resultados de los ensayos efectuados sobre piezas cilíndricas con radio de curvatura menor de 5 mm (de $\varnothing 10$ mm) pueden ser afectados por errores, por lo que en el conjunto de tablas incluimos una Tabla de Corrección, para obtener valores correctos en función de los leídos.



Las piezas a ensayar, tal y como ya se ha señalado en ocasiones anteriores, debe poseer siempre un asiento perfecto, que garantice la total inmovilidad de las mismas durante el ensayo.

La carga debe actuar como se explica en el apartado de ensayo *BRINELL*, alcanzando en este caso el valor máximo en unos 5 segundos, y permanecer constante hasta que el índice del aparato se inmovilice. Para materiales muy plásticos la duración de la aplicación de la carga debe especificarse en el resultado.

La carga de ensayo, en la cual la carga previa de 10 kp está siempre comprendida, debe elegirse en forma que los números de dureza se mantengan, a ser posible, entre 20 y 80.

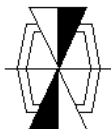
Los resultados de la medición de dureza, obtenidos con cualquier escala, van siempre anotados junto al símbolo que caracteriza cada escala, es decir, carga y penetrador empleados.

La simple especificación “dureza *ROCKWELL* 42” carece de significado, ya que por ejemplo una dureza de 42 HRB que ha sido obtenida con penetrador de bola de $\varnothing 1/16$ ” y carga de 100 kp, es totalmente diferente de la dureza 42 HRC obtenida con penetrador de diamante y carga de 150 kp.

Para relacionar la carga de ensayo al espesor de las piezas en el ensayo *ROCKWELL*, ver la siguiente Tabla V.

TABLA V – Espesores mínimos (mm) de las piezas en el ensayo *ROCKWELL*.

Penetrador	Carga en kp	Escala	Dureza <i>ROCKWELL</i> C							
			20	30	40	50	60	70		
Cono de diamante 120°	60	A	1.00	0.90	0.80	0.70	0.60	0.50		
	100	D	1.40	1.30	1.10	1.00	0.80	0.70		
	150	C	1.80	1.60	1.40	1.20	1.00	0.80		
Bola de $\varnothing 1/16$ ”			Dureza <i>ROCKWELL</i> B							
			20	30	40	50	60	70	80	90
	60	F	1.50	1.40	1.25	1.10	1.00	-----	-----	-----
	100	B	2.50	2.30	2.00	1.80	1.60	1.40	1.20	1.10
	150	G	-----	-----	-----	2.80	2.50	2.20	1.90	1.50



Ensayo ROCKWELL SUPERFICIAL

El método de ensayo conocido como *ROCKWELL SUPERFICIAL* emplea dos tipos distintos de penetradores; un penetrador de bola de metal duro de $\varnothing 1/16''$, y un penetrador de cono de diamante con un ángulo en el vértice de 120° y con punta esférica tangencial de radio 0.2 mm.

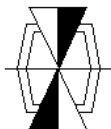
Como ocurre con el ensayo *ROCKWELL* normal, la medida de la dureza en el sistema *ROCKWELL SUPERFICIAL* se efectúa directamente sobre el instrumento de medida en unidades *ROCKWELL SUPERFICIAL*, como la diferencia de profundidad entre la huella producida por el penetrador bajo la acción de la carga total de 15 – 30 ó 45 kp, y la precarga o carga inicial de 3 kp.

La unidad de medida *ROCKWELL SUPERFICIAL* es la micra (0.001 mm). La única escala vale para los dos tipos de penetradores y se extiende con 100 unidades *ROCKWELL SUPERFICIAL* de 100 a 0 correspondiendo respectivamente a 0 y 100 micras de penetración.

Las escalas *ROCKWELL SUPERFICIAL* son 6, y aparecen detalladas seguidamente en la Tabla VI.

TABLA VI – Escalas *ROCKWELL SUPERFICIAL*. Penetradores y cargas correspondientes.

Escala	Penetrador	Carga de ensayo
15 N	Cono de diamante	15 kp
30 N	Cono de diamante	30 kp
45 N	Cono de diamante	45 kp
15 T	Bola de $\varnothing 1/16''$	15 kp
30 T	Bola de $\varnothing 1/16''$	30 kp
45 T	Bola de $\varnothing 1/16''$	45 kp



Las prescripciones referentes al acabado superficial de las piezas a ensayar, son enteramente análogas a las del ensayo *ROCKWELL* normal. Debe tenerse presente que las medidas son mucho más delicadas por la mayor sensibilidad del medidor y porque las cargas de ensayo son menores.

TABLA VII – Espesores mínimos en el ensayo *ROCKWELL* SUPERFICIAL.

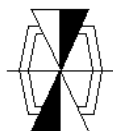
Penetrador	Carga (kp)	Escala	Dureza <i>ROCKWELL</i> C					
			20	30	40	50	60	70
Cono de diamante 120°	15	15 N	0.41	0.33	0.36	0.19	0.14	0.09
	30	30 N	0.69	0.58	0.47	0.36	0.26	0.17
	45	45 N	0.91	0.77	0.63	0.50	0.37	0.25

$$\text{Espesor mínimo} = 2.2 - \text{HRC}/50 \quad (\text{en mm})$$

La lectura se efectúa cuando, habiendo retirado la carga máxima de ensayo, permanece actuando sobre el penetrador la carga inicial de 3 kp.

Posibilidades de ensayo del Durómetro HOYTOM modelo 1003A

El durómetro HOYTOM modelo 1003A se sirve completo con los accesorios normales para poder efectuar los ensayos de dureza que a continuación se detallan:



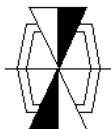
ROCKWELL NORMAL

Denominación	Designación	Penetrador	Carga (kp)	Cifras
Rockwell C	HRC	Cono de diamante	150	Negras
Rockwell A	HRA	Cono de diamante	60	Negras
Rockwell D	HRD	Cono de diamante	100	Negras
Rockwell B	HRB	Bola de $\varnothing$ 1/16"	100	Rojas
Rockwell F	HRF	Bola de $\varnothing$ 1/16"	60	Rojas
Rockwell G	HRG	Bola de $\varnothing$ 1/16"	150	Rojas
Rockwell E	HRE	Bola de $\varnothing$ 1/8"	100	Rojas
Rockwell H	HRH	Bola de $\varnothing$ 1/8"	60	Rojas
Rockwell K	HRK	Bola de $\varnothing$ 1/8"	150	Rojas

Los valores *ROCKWELL* correspondientes a todas las escalas de medida se leen directamente en la esfera del indicador de medida. Las equivalencias entre los números de durezas *ROCKWELL*, *ROCKWELL SUPERFICIAL*, *VICKERS* y *BRINELL*, se encuentran detalladas en las Tablas I y II que se sirven junto con el equipo.

BRINELL

Denominación	Designación	Penetrador	Carga (en kp)
Brinell HB 30	HB 30	2.5/187.5	Bola de $\varnothing$ 2.5 mm
Brinell HB 10	HB 10	2.5/62.5	Bola de $\varnothing$ 2.5 mm
Brinell HB 5	HB 5	2.5/31.25	Bola de $\varnothing$ 2.5 mm
Brinell HB 2.5	HB 2.5	5/62.5	Bola de $\varnothing$ 5.0 mm
Brinell HB 1.25	HB 1.25	5/31.25	Bola de $\varnothing$ 5.0 mm



Las cifras *BRINELL* en función de la huella se obtienen mediante las Tablas III y IV del juego de tablas suministrado con el equipo. Para ello, es necesario efectuar la medición del diámetro de la huella con un microscopio de medida con lectura de 0.01 mm. Más rápida y cómodamente pueden obtenerse las cifras *BRINELL* en las escalas HB 30 2.5/187.5 y HB 10 2.5/62.5 efectuando el ensayo *BRINELL* según el procedimiento *ROCKWELL* y pasando directamente de las lecturas del indicador de medida a las cifras *BRINELL* correspondientes, mediante el ejemplo de las Tablas V y VI respectivamente. En la parte posterior de las Tablas *BRINELL* suministradas se explica detalladamente la forma de operar.

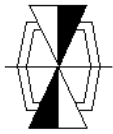
VICKERS

Con el durómetro HOYTOM modelo 1003A se pueden producir huellas *VICKERS* correspondientes a los ensayos HV 10 – HV 60 y HV 100, es decir, con las cargas normalizadas de 10 – 60 y 100 kp.

Las huellas obtenidas son enteramente correctas según normas, pero las diagonales de las huellas *VICKERS* obtenidas, han de medirse con un microscopio de lectura 0.001 mm. Para efectuar los ensayos *VICKERS* es necesario como accesorio extra un penetrador de diamante *VICKERS* pirámide cuadrada con el ángulo diedro 136°.

El ensayo HV 10 con carga de 10 kp se efectúa sin más que presionar el penetrador *VICKERS* sobre la pieza a ensayar, haciendo ascender el mecanismo de elevación hasta que la aguja del comparador llegue a la señal roja. En este momento se totalizan los 10 kp. Es conveniente mantenerlo en esta posición durante unos 10 a 30 segundos, según la dureza del material a ensayar.

Las cargas de 60 y 100 kp para los ensayos HV 60 y HV 100 se obtienen idénticamente que en el procedimiento *ROCKWELL*. En estos ensayos hay que hacer caso omiso de las lecturas del indicador de medida.



Hemos de hacer resaltar que las indicaciones anteriormente referidas para poder efectuar ensayos *VICKERS* no son en absoluto el procedimiento adecuado para tales ensayos. Queremos indicar que en un caso determinado y contando con los elementos necesarios tales como microscopio de medición y diamante *VICKERS*, pueden efectivamente hacerse tales ensayos y con toda precisión, pero teniendo previsto un trabajo continuo en este procedimiento debe pensarse en una máquina específica para ensayos *VICKERS*.

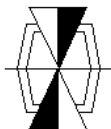
8.- PRECAUCIONES DE USO

La velocidad de aplicación de cargas es controlada con un *amortiguador de aceite M*, cuyo tornillo moleteado es reglado a voluntad según la velocidad normal de aplicación.

A cada cambio de penetrador hay que asegurarse que éste se cale a fondo de la barra de presión. Para obtener este resultado, aconsejamos se proceda como sigue:

- a) Poner el penetrador en su sitio oprimiendo apenas el tornillo de presión.
- b) Poner una pieza cualquiera sobre el plato y proceder como a un ensayo normal.
- c) Cuando la carga es aplicada, empujar el tornillo de presión sobre la herramienta.
- d) Liberar de la carga a la máquina estando entonces presta a funcionar normalmente.

Si comprueba alguna anomalía en el funcionamiento de la máquina, o si desea alguna consulta técnica consulte con su proveedor o con nuestros talleres, estando nuestros servicios técnicos a su entera disposición.



UTILIZACIÓN DE LOS DURÓMETROS ROCKWELL **MODELO 1003A FABRICADOS POR HOYTOM, S.L.**

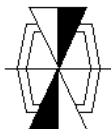
Metales a Ensayar	Dureza HB	Penetrador	Carga	Escala (Símbolo)
Aceros Templados Extraduros Carburos Stellites	Superior a 400	Diamante (cono 120°)	150 kg. 100 kg. 60 kg.	HRC HRD HRA
Aceros Aleados Aceros al Carbono	De 400 a 230	Diamante (cono 120°)	150 kg.	HRC
Fundidos Aleaciones de Cobre	De 240 a 100	Bola de $\varnothing$ 1/16"	100 kg. 150 kg. 60 kg.	HRB HRG HRF
Aleaciones de Cobre Aleac. de Aluminio	Superior a 125	Bola de $\varnothing$ 1/8"	100 kg.	HRE
Aleac. de Magnesio	De 50 a 30	Bola de $\varnothing$ 1/8"	60 kg.	HRH
Aceros Fundidos y Aleados Aleac. de Aluminio	De 400 a 140	Bola de $\varnothing$ 2.5 mm	187.5 kg. 31.25 kg.	Ensayo BRINELL 2.5/187.5- 31.25

Observaciones:

El espesor mínimo de la pieza o de la capa endurecida debe ser al menos igual a 10 veces la profundidad del hundimiento del penetrador (bola o diamante).

Ejemplo; para una dureza HR = 60, el espesor mínimo no deberá ser inferior a 0.36 mm para el ensayo con diamante a 60 kg, 0.58 mm para el ensayo con diamante a 100 kg, y 0.80 mm para el ensayo con diamante a 150 kg.

Todos los números *ROCKWELL* se leen directamente sobre el cuadrante. Para el ensayo *BRINELL*, se utiliza el penetrador de $\varnothing$ 2.5 mm y la carga de 187.5 ó 62.5 kg.



Y la lectura se efectúa en la *escala C* al igual que si se estaría realizando una medición *ROCKWELL*. La cifra así obtenida encontrará su equivalencia *BRINELL* en las Tablas V y VI respectivamente.

Todos los números *ROCKWELL* se leen directamente en el cuadrante.

Para el ensayo *BRINELL* HB 187.5 – 62.5 y 31.25 kg leer una vez efectuada la huella correspondiente, midiendo su diámetro medio y procurando que su exactitud pueda entrar en la tolerancia de ± 0.01 mm.

Conocido el diámetro de la huella y la carga aplicada, la tabla correspondiente nos da el número de dureza *BRINELL*.

Informes Complementarios:

Entendemos por rendimiento elevado, la posibilidad de ejecutar más de 400 pruebas a la hora sobre las piezas de serie de un manejo fácil.

La duración de puesta en acción de la carga es función de la dureza del metal a probar. En ningún caso, ella deberá ser inferior a tres segundos.