

**NORMA
VENEZOLANA**

**COVENIN
634-89**

**MATERIALES METALICOS.
ENSAYO DE DUREZA BRINELL.**

(1^{ra.} REVISION)



INDICIALE

COMITE TECNICO CT7: MATERIALES FERROSOS
PRESIDENTE: DR. CESAR MENDOZA
VICEPRESIDENTE: ING. JOHN SUBERO
SECRETARIO: ING. INES CONDE
SUBCOMITE TECNICO CT7/SC2: METODOS DE ENSAYOS
COORDINADOR: ING. SANTA RIVERA

PARTICIPANTES

C.V.G., SIDERURGICA DEL ORINOCO (SIDOR)	MANUEL VILLARROEL ISAAC REYES
UNIVERSIDAD CATOLICA ANDRES BELLO (U.C.A.B.)	EUGENIO GARCIA
UNIVERSIDAD SIMON BOLIVAR (U.S.B.)	GERMAN CRESPO
PETROLEOS DE VENEZUELA, S.A. (PDVSA)	JOHN SUBERO
INSTITUTO VENEZOLANO DE SIDERURGIA (I.V.E.S)	CARLOS VARGAS

DISCUSION PUBLICA

FECHA DE ENVIO: 19-07-89
DURACION: 45 DIAS
FECHA DE APROBACION POR EL COMITE: 08-11-89
FECHA DE APROBACION POR LA COVENIN: 06-12-89

1 NORMA COVENIN A CONSULTAR

COVENIN 900-75 Verificación de equipos para ensayos de dureza Brinell.

2 OBJETO Y CAMPO DE APLICACION

Esta Norma Venezolana establece el método de ensayo para determinar la dureza de todos los materiales metálicos según el método Brinell.

3 DEFINICION

3.1 NUMERO DE DUREZA BRINELL HBN

Es el cociente obtenido al dividir la carga aplicada entre el área de la superficie de la huella dejada por la bola, es decir la porción de una esfera determinada por la siguiente expresión (Ver figura 1 y Tabla 1):

$$\text{HBN} = \text{CONSTANTE} \frac{F}{A}$$

$$\text{HBN} = 0,102 \frac{2F}{\pi D (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

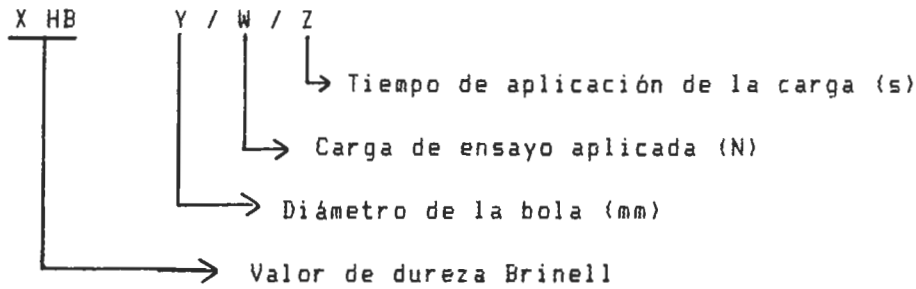
NOTA 1:

$$\text{CONSTANTE} = \frac{1}{\text{gn}} = \frac{1}{9,806 65} = 0,102$$

4 DESIGNACION

4.1 El símbolo HBN designa siempre el resultado de un ensayo realizado en condiciones normales, entendiéndose por condiciones normales la aplicación de una carga de 29421 N con una bola de acero de 10 mm de diámetro, en un tiempo de 10 s a 15 s a una temperatura de $25 \pm 5^\circ\text{C}$.

4.1.1 Para condiciones de ensayo distintas a las normales el símbolo HB se complementa con índices, tal como se muestra a continuación:



Ejemplo:

350 HB 5/750/20 = Dureza Brinell de 350, medida con una bola de 5 mm de diámetro y una carga aplicada de 7355 N durante un tiempo de 20 s. (Nota 2)

NOTA 2: En la tabla 4 se ha hecho la conversión al sistema internacional de medidas de la carga aplicada, conservando el sistema inglés de medidas por razones operativas.

5 PRINCIPIO DEL ENSAYO

Este método se basa en la presión que sobre una probeta, ejerce una bola de acero endurecida de diámetro D , con una carga F , aplicada durante un tiempo específico. La dureza Brinell se determina con la medición de la huella dejada sobre la superficie ensayada después de retirada la carga.

6 EQUIPOS

6.1 MICROSCOPIO METALOGRAFICO O SIMILAR

Equipado para efectuar la lectura de los diámetros de la huella con una precisión de $\pm 0,1\%$ para diámetros menores de 0,2 mm y de 0,2% para diámetros mayores o iguales a 0,2 mm. (Los durómetros que aplican cargas de 29418 N y 4903 N requieren de un lente de aumento para medir los diámetros de la huella).

6.2 DUROMETRO BRINELL

El dispositivo empleado para la aplicación de la carga debe permitir que ésta sea aplicada en forma lenta y uniforme, sin choques ni vibraciones y evitar que exista movimiento lateral de la muestra o de la bola.

6.3 PENETRADORES (BOLAS)

6.3.1 Dureza

En la Tabla 2 se indican los valores de dureza de las bolas.

Tabla 1. Símbolos

SÍMBOLO	DESIGNACION	Unidad de Medida	FORMULA
D	Diámetro de la esfera	mm	_____
d	Diámetro de la impresión.	mm.	_____
h	Profundidad de la impresión.	mm	$h = \frac{F}{\pi D \text{ HBN}} = \frac{D - \sqrt{D^2 - d^2}}{2}$
A	Area de la impresión	mm ²	$A = \frac{\pi D (D - \sqrt{D^2 - d^2})}{2}$
F	Carga de ensayo	N	_____
HBN	Dureza Brinell en condiciones normales	N / mm ²	$\text{HBN} = 0,102 \frac{2 F}{\pi D (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$

TABLA 2. Dureza de las Bolas

DUREZA BRINELL HBN	SE PUEDE USAR UNA BOLA DE
HBN \leq 450	\geq 850 HV 10/20
450 < HBN \leq 630 (Nota 1)	CARBURO DE TUNGSTENO

Nota 1: No se recomiendan los ensayos de dureza Brinell por encima de 627 HBN.

6.3.2 Tolerancia

En la Tabla 3 se indican las tolerancias en el diámetro de las bolas.

TABLA 3. TOLERANCIAS

DIAMETRO D (mm)	TOLERANCIAS (mm)
1 < D \leq 3	\pm 0,0035
3 < D \leq 6	\pm 0,0040
6 < D \leq 10	\pm 0,0045

6.4 DESBASTADORA

7 PREPARACION DE LAS MUESTRAS

La muestra a ensayar consiste en una probeta cuyas dimensiones se muestran en la figura 2.

7.1 La superficie de ensayo deberá ser lisa, homogénea y exenta de óxido o materias extrañas para que sea posible determinar con exactitud el diámetro de la impresión.

7.2 El espesor de la probeta debe ser mayor que 10 veces la profundidad "h" de la impresión, de forma tal que sobre la cara opuesta de la superficie ensayada no aparezca ninguna deformación después de efectuado el ensayo.

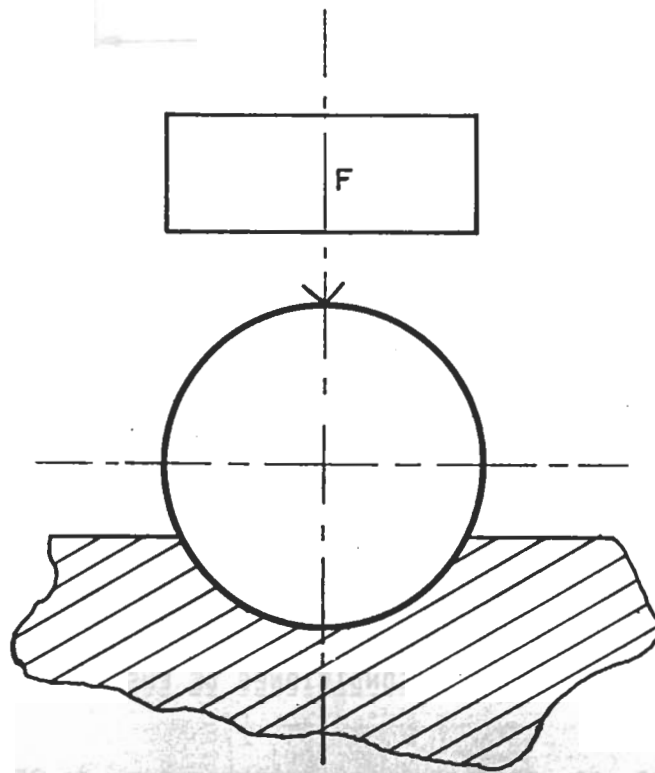


Fig 1. Penetrador Brinell

F (ver TABLA 1)

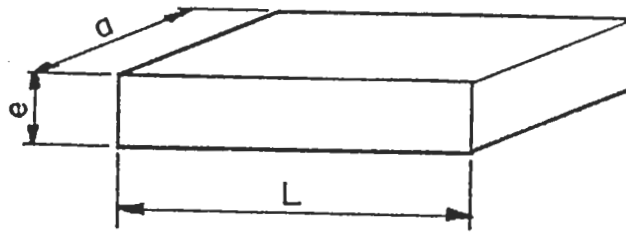


FIGURA 2. **DIMENSIONES DE LA PROBETA**

Donde:

$a > 5 D$ (ancho)

$L > 5 D$ (largo)

$e > 10 D$ (alto)

8 CONDICIONES DE ENSAYO

8.1 El ensayo se realizará a una temperatura de $25 \pm 5^{\circ}C$ a menos que se especifique lo contrario.

9 PROCEDIMIENTO

9.1 Se verifica el equipo de ensayo según lo indicado en la Norma Venezolana COVENIN 900.

9.2 La distancia mínima del centro de una impresión al borde de la probeta debe ser igual a $2,5 D$; y las distancias entre centros de dos impresiones vecinas por lo menos igual a $4 "d"$.

9.3 Se coloca la probeta de ensayo sobre un soporte metálico a fin de que se apoye perfectamente y no sufra desplazamiento durante el ensayo.

9.4 Se coloca el penetrador en contacto con la superficie de la probeta y se aplica la carga, evitando choques y vibraciones.

- 9.5 Se mantiene aplicada la carga del ensayo durante un tiempo de 10 s a 15 s.
- 9.6 Se miden sobre la huella dos diámetros perpendiculares entre sí (Ver figura 3).
- 9.7 Se descartan los resultados de dichos ensayos si la bola muestra deformaciones mayores a las permitidas por la tolerancia y se desecha la bola una vez realizado el ensayo.

10 EXPRESION DE RESULTADOS

10.1 La dureza Brinell se calcula como la media aritmética de las lecturas determinadas según el punto 9.5 y este valor junto con el de la carga aplicada y el diámetro de la bola, se introducen en la fórmula dada en el punto 3.1, o con la ayuda de la Tabla 4 (Ver Anexo).

11 INFORME

El informe debe contener como mínimo lo siguiente:

- 11.1 Ensayado según la Norma Venezolana COVENIN 634.
- 11.2 Fecha de realización del ensayo y nombre de la persona que lo realizó.
- 11.3 Identificación de la muestra.
- 11.4 Carga de ensayo aplicada, expresada en N.
- 11.5 Tiempo de aplicación de la carga, expresada en s.
- 11.6 Dureza Brinell.
- 11.7 Observaciones.

BIBLIOGRAFIA

- ASTM E10-84 Test Methods for Brinell Hardness of Metallic Materials. American Society for Testing and Materials. 1986. Annual Book of ASTM Standards. Part 3. Edited by ASTM. Easton, Md. USA.
- ISO 6506-1981 Metallic Materials. Hardness Test. Brinell Test. International Organization for Standardization. 1st Edition. Edited by ISO. Switzerland.

COPANT R 3-62

Ensayo de Dureza Brinell para Acero. Comisión Panamericana de Normas Técnicas. Recomendaciones preparadas en los Seminarios 1962-1963. Editado por COPANT, Chile. 1963.

ISO 410-1982

Metallic Materials. Hardness Test. Tables of Brinell Hardness Values for Use in Tests Made on Flat Surfaces. International Organization for Standardization. 1st Edition. Edited by ISO. Switzerland.

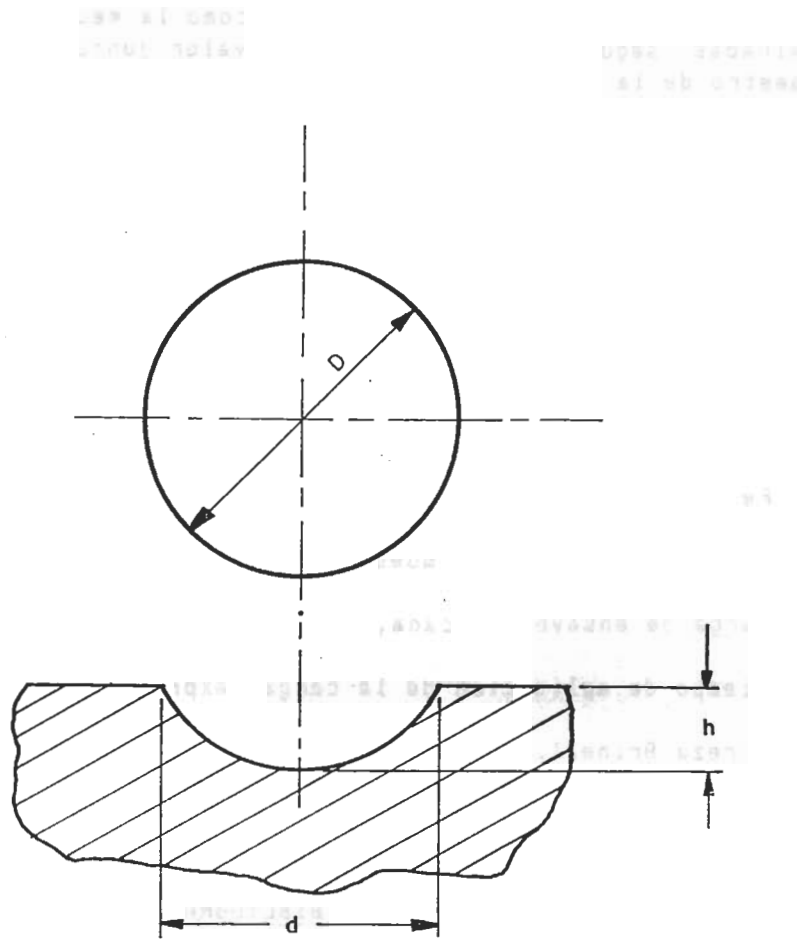


Fig.3 Diámetro de la impresión.

D, d, h (VER TABLA 1)

UTILIZACION DE LA TABLA 4

Teniendo el valor de la carga aplicada F , y el diámetro de la bola D , se halla la relación $0,102 F/D^2$, subica este resultado en la Tabla 4 y se intercepta con el diámetro de la huella. El valor resultante de esta intercepción es el número de dureza Brinell.

DIÁMETRO DE LA BOLA (mm)	CARGA (kgf)	RELACION $0,102 F/D^2$	DIÁMETRO DE LA HUELLA (mm)	NÚMERO DE DUREZA BRINELL
10	10	0,102	0,25	10
10	20	0,204	0,30	20
10	30	0,306	0,35	30
10	40	0,408	0,40	40
10	50	0,510	0,45	50
10	60	0,612	0,50	60
10	70	0,714	0,55	70
10	80	0,816	0,60	80
10	90	0,918	0,65	90
10	100	1,020	0,70	100
10	110	1,122	0,75	110
10	120	1,224	0,80	120
10	130	1,326	0,85	130
10	140	1,428	0,90	140
10	150	1,530	0,95	150
10	160	1,632	1,00	160
10	170	1,734	1,05	170
10	180	1,836	1,10	180
10	190	1,938	1,15	190
10	200	2,040	1,20	200
10	210	2,142	1,25	210
10	220	2,244	1,30	220
10	230	2,346	1,35	230
10	240	2,448	1,40	240
10	250	2,550	1,45	250
10	260	2,652	1,50	260
10	270	2,754	1,55	270
10	280	2,856	1,60	280
10	290	2,958	1,65	290
10	300	3,060	1,70	300
10	310	3,162	1,75	310
10	320	3,264	1,80	320
10	330	3,366	1,85	330
10	340	3,468	1,90	340
10	350	3,570	1,95	350
10	360	3,672	2,00	360
10	370	3,774	2,05	370
10	380	3,876	2,10	380
10	390	3,978	2,15	390
10	400	4,080	2,20	400
10	410	4,182	2,25	410
10	420	4,284	2,30	420
10	430	4,386	2,35	430
10	440	4,488	2,40	440
10	450	4,590	2,45	450
10	460	4,692	2,50	460
10	470	4,794	2,55	470
10	480	4,896	2,60	480
10	490	4,998	2,65	490
10	500	5,100	2,70	500
10	510	5,202	2,75	510
10	520	5,304	2,80	520
10	530	5,406	2,85	530
10	540	5,508	2,90	540
10	550	5,610	2,95	550
10	560	5,712	3,00	560
10	570	5,814	3,05	570
10	580	5,916	3,10	580
10	590	6,018	3,15	590
10	600	6,120	3,20	600
10	610	6,222	3,25	610
10	620	6,324	3,30	620
10	630	6,426	3,35	630
10	640	6,528	3,40	640
10	650	6,630	3,45	650
10	660	6,732	3,50	660
10	670	6,834	3,55	670
10	680	6,936	3,60	680
10	690	7,038	3,65	690
10	700	7,140	3,70	700
10	710	7,242	3,75	710
10	720	7,344	3,80	720
10	730	7,446	3,85	730
10	740	7,548	3,90	740
10	750	7,650	3,95	750
10	760	7,752	4,00	760
10	770	7,854	4,05	770
10	780	7,956	4,10	780
10	790	8,058	4,15	790
10	800	8,160	4,20	800
10	810	8,262	4,25	810
10	820	8,364	4,30	820
10	830	8,466	4,35	830
10	840	8,568	4,40	840
10	850	8,670	4,45	850
10	860	8,772	4,50	860
10	870	8,874	4,55	870
10	880	8,976	4,60	880
10	890	9,078	4,65	890
10	900	9,180	4,70	900
10	910	9,282	4,75	910
10	920	9,384	4,80	920
10	930	9,486	4,85	930
10	940	9,588	4,90	940
10	950	9,690	4,95	950
10	960	9,792	5,00	960
10	970	9,894	5,05	970
10	980	9,996	5,10	980
10	990	10,098	5,15	990
10	1000	10,200	5,20	1000

DIÁMETRO DE LA BOLA (mm)	CARGA (kgf)	RELACION $0,102 F/D^2$	DIÁMETRO DE LA HUELLA (mm)	NÚMERO DE DUREZA BRINELL
5	5	0,408	0,20	5
5	10	0,816	0,25	10
5	15	1,224	0,30	15
5	20	1,632	0,35	20
5	25	2,040	0,40	25
5	30	2,448	0,45	30
5	35	2,856	0,50	35
5	40	3,264	0,55	40
5	45	3,672	0,60	45
5	50	4,080	0,65	50
5	55	4,488	0,70	55
5	60	4,896	0,75	60
5	65	5,304	0,80	65
5	70	5,712	0,85	70
5	75	6,120	0,90	75
5	80	6,528	0,95	80
5	85	6,936	1,00	85
5	90	7,344	1,05	90
5	95	7,752	1,10	95
5	100	8,160	1,15	100
5	105	8,568	1,20	105
5	110	8,976	1,25	110
5	115	9,384	1,30	115
5	120	9,792	1,35	120
5	125	10,200	1,40	125
5	130	10,608	1,45	130
5	135	11,016	1,50	135
5	140	11,424	1,55	140
5	145	11,832	1,60	145
5	150	12,240	1,65	150
5	155	12,648	1,70	155
5	160	13,056	1,75	160
5	165	13,464	1,80	165
5	170	13,872	1,85	170
5	175	14,280	1,90	175
5	180	14,688	1,95	180
5	185	15,096	2,00	185
5	190	15,504	2,05	190
5	195	15,912	2,10	195
5	200	16,320	2,15	200
5	205	16,728	2,20	205
5	210	17,136	2,25	210
5	215	17,544	2,30	215
5	220	17,952	2,35	220
5	225	18,360	2,40	225
5	230	18,768	2,45	230
5	235	19,176	2,50	235
5	240	19,584	2,55	240
5	245	19,992	2,60	245
5	250	20,400	2,65	250
5	255	20,808	2,70	255
5	260	21,216	2,75	260
5	265	21,624	2,80	265
5	270	22,032	2,85	270
5	275	22,440	2,90	275
5	280	22,848	2,95	280
5	285	23,256	3,00	285
5	290	23,664	3,05	290
5	295	24,072	3,10	295
5	300	24,480	3,15	300
5	305	24,888	3,20	305
5	310	25,296	3,25	310
5	315	25,704	3,30	315
5	320	26,112	3,35	320
5	325	26,520	3,40	325
5	330	26,928	3,45	330
5	335	27,336	3,50	335
5	340	27,744	3,55	340
5	345	28,152	3,60	345
5	350	28,560	3,65	350
5	355	28,968	3,70	355
5	360	29,376	3,75	360
5	365	29,784	3,80	365
5	370	30,192	3,85	370
5	375	30,600	3,90	375
5	380	31,008	3,95	380
5	385	31,416	4,00	385
5	390	31,824	4,05	390
5	395	32,232	4,10	395
5	400	32,640	4,15	400
5	405	33,048	4,20	405
5	410	33,456	4,25	410
5	415	33,864	4,30	415
5	420	34,272	4,35	420
5	425	34,680	4,40	425
5	430	35,088	4,45	430
5	435	35,496	4,50	435
5	440	35,904	4,55	440
5	445	36,312	4,60	445
5	450	36,720	4,65	450
5	455	37,128	4,70	455
5	460	37,536	4,75	460
5	465	37,944	4,80	465
5	470	38,352	4,85	470
5	475	38,760	4,90	475
5	480	39,168	4,95	480
5	485	39,576	5,00	485
5	490	39,984	5,05	490
5	495	40,392	5,10	495
5	500	40,800	5,15	500

TABLA 4. DUREZA BRINELL

DIAMETRO DE LA BOLA <i>D</i> (mm)					RELACION $0,102 F/D^2$						
					30	15	10	5	2,5	1,25	1
					CARGA APLICADA <i>F</i> (N)						
10					29,42 kN	14,71 kN	9,807 kN	4,903 kN	2,452 kN	1,226 kN	980,7 N
	5				7,355 kN	---	2,452 kN	1,226 kN	612,9 N	306,5 N	245,2 N
		2,5			1,839 kN	---	612,9 N	306,5 N	153,2 N	76,61 N	61,29 N
			2		1,177 kN	---	392,3 N	196,1 N	98,07 N	49,03 N	39,23 N
				1	294,2 N	---	98,07 N	49,03 N	24,52 N	12,26 N	9,807 N
DIAMETRO DE LA HUELLA <i>d</i> mm					DUREZA BRINELL HBN						
2,40	1,200	0,600 0	0,480	0,240	653	327	218	109	54,5	27,2	21,8
2,41	1,205	0,602 5	0,482	0,241	648	324	216	108	54,0	27,0	21,6
2,42	1,210	0,605 0	0,484	0,242	643	321	214	107	53,5	26,8	21,4
2,43	1,215	0,607 5	0,486	0,243	637	319	212	106	53,1	26,5	21,2
2,44	1,220	0,610 0	0,488	0,244	632	316	211	105	52,7	26,3	21,1
2,45	1,225	0,612 5	0,490	0,245	627	313	209	104	52,2	26,1	20,9
2,46	1,230	0,615 0	0,492	0,246	621	311	207	104	51,8	25,9	20,7
2,47	1,235	0,617 5	0,494	0,247	616	308	205	103	51,4	25,7	20,5
2,48	1,240	0,620 0	0,496	0,248	611	306	204	102	50,9	25,5	20,4
2,49	1,245	0,622 5	0,498	0,249	606	303	202	101	50,5	25,3	20,2
2,50	1,250	0,625 0	0,500	0,250	601	301	200	100	50,1	25,1	20,0
2,51	1,255	0,627 5	0,502	0,251	597	298	199	99,4	49,7	24,9	19,9
2,52	1,260	0,630 0	0,504	0,252	592	296	197	98,6	49,3	24,7	19,7
2,53	1,265	0,632 5	0,506	0,253	587	294	196	97,8	48,9	24,5	19,6
2,54	1,270	0,635 0	0,508	0,254	582	291	194	97,1	48,5	24,3	19,4
2,55	1,275	0,637 5	0,510	0,255	578	289	193	96,3	48,1	24,1	19,3
2,56	1,280	0,640 0	0,512	0,256	573	287	191	95,5	47,8	23,9	19,1
2,57	1,285	0,642 5	0,514	0,257	569	284	190	94,8	47,4	23,7	19,0
2,58	1,290	0,645 0	0,516	0,258	564	292	188	94,0	47,0	23,5	18,8
2,59	1,295	0,647 5	0,518	0,259	560	280	187	93,3	46,6	23,3	18,7
2,60	1,300	0,650 0	0,520	0,260	555	278	185	92,6	46,3	23,1	18,5
2,61	1,305	0,652 5	0,522	0,261	551	276	184	91,8	45,9	23,0	18,4
2,62	1,310	0,655 0	0,524	0,262	547	273	182	91,1	45,6	22,8	18,2
2,63	1,315	0,657 5	0,526	0,263	543	271	181	90,4	45,2	22,6	18,1
2,64	1,320	0,660 0	0,528	0,264	538	269	179	89,7	44,9	22,4	17,9
2,65	1,325	0,662 5	0,530	0,265	534	267	178	89,0	44,5	22,3	17,8
2,66	1,330	0,665 0	0,532	0,266	530	265	177	88,4	44,2	22,1	17,7
2,67	1,335	0,667 5	0,534	0,267	526	263	175	87,7	43,8	21,9	17,5
2,68	1,340	0,670 0	0,536	0,268	522	261	174	87,0	43,5	21,8	17,4
2,69	1,345	0,672 5	0,538	0,269	518	259	173	86,4	43,2	21,6	17,3
2,70	1,350	0,675 0	0,540	0,270	514	257	171	85,7	42,9	21,4	17,1
2,71	1,355	0,677 5	0,542	0,271	510	255	170	85,1	42,5	21,3	17,0
2,72	1,360	0,680 0	0,544	0,272	507	253	169	84,4	42,2	21,1	16,9
2,73	1,365	0,682 5	0,546	0,273	503	251	168	83,8	41,9	20,9	16,8
2,74	1,370	0,685 0	0,548	0,274	499	250	166	83,2	41,6	20,8	16,6
2,75	1,375	0,687 5	0,550	0,275	495	248	165	82,6	41,3	20,6	16,5
2,76	1,380	0,690 0	0,552	0,276	492	246	164	81,9	41,0	20,5	16,4
2,77	1,385	0,692 5	0,554	0,277	488	244	163	81,3	40,7	20,3	16,3
2,78	1,390	0,695 0	0,556	0,278	485	242	162	80,8	40,4	20,2	16,2
2,79	1,395	0,697 5	0,558	0,279	481	240	160	80,2	40,1	20,0	16,0
2,80	1,400	0,700 0	0,560	0,280	477	239	159	79,6	39,8	19,9	15,9
2,81	1,405	0,702 5	0,562	0,281	474	237	158	79,0	39,5	19,8	15,8
2,82	1,410	0,705 0	0,564	0,282	471	235	157	78,4	39,2	19,6	15,7
2,83	1,415	0,707 5	0,566	0,283	467	234	156	77,9	38,9	19,5	15,6
2,84	1,420	0,710 0	0,568	0,284	464	232	155	77,3	38,7	19,3	15,5

DIAMETRO DE LA BOLA <i>D</i> (mm)					RELACION $0,102 F/D^2$													
					30	15	10	5	2,5	1,25	1							
					CARGA APLICADA <i>F</i> (N)													
					29,42 kN	14,71 kN	9,807 kN	4,903 kN	2,452 kN	1,226 kN	980,7 N							
10	5	2,5	2	1	7,355 kN	---	2,452 kN	1,226 kN	612,9 N	306,5 N	306,5 N	153,2 N	76,61 N	245,7 N				
					1,839 kN	---	612,9 N	306,5 N	153,2 N	76,61 N	39,23 N	1,177 kN	---	392,3 N	196,1 N	98,07 N	49,03 N	39,23 N
					294,2 N	---	98,07 N	49,03 N	24,52 N	12,26 N	9,807 N							
DIAMETRO DE LA HUELLA <i>d</i> mm					DUREZA BRINELL HBN													
2,85	1,425	0,712 5	0,570	0,285	461	230	154	76,8	38,4	19,2	15,4							
2,86	1,430	0,715 0	0,572	0,286	457	229	152	76,2	38,1	19,1	15,2							
2,87	1,435	0,717 5	0,574	0,287	454	227	151	75,7	37,8	18,9	15,1							
2,88	1,440	0,720 0	0,576	0,288	451	225	150	75,1	37,6	18,8	15,0							
2,89	1,445	0,722 5	0,578	0,289	448	224	149	74,6	37,3	18,6	14,9							
2,90	1,450	0,725 0	0,580	0,290	444	222	148	74,1	37,0	18,5	14,8							
2,91	1,455	0,727 5	0,582	0,291	441	221	147	73,6	36,8	18,4	14,7							
2,92	1,460	0,730 0	0,584	0,292	438	219	146	73,0	36,5	18,3	14,6							
2,93	1,465	0,732 5	0,586	0,293	435	218	145	72,5	36,3	18,1	14,5							
2,94	1,470	0,735 0	0,588	0,294	432	216	144	72,0	36,0	18,0	14,4							
2,95	1,475	0,737 5	0,590	0,295	429	215	143	71,5	35,8	17,9	14,3							
2,96	1,480	0,740 0	0,592	0,296	426	213	142	71,0	35,5	17,8	14,2							
2,97	1,485	0,742 5	0,594	0,297	423	212	141	70,5	35,3	17,6	14,1							
2,98	1,490	0,745 0	0,596	0,298	420	210	140	70,1	35,0	17,5	14,0							
2,99	1,495	0,747 5	0,598	0,299	417	209	139	69,6	34,8	17,4	13,9							
3,00	1,500	0,750 0	0,600	0,300	415	207	138	69,1	34,6	17,3	13,8							
3,01	1,505	0,752 5	0,602	0,301	412	206	137	68,6	34,3	17,2	13,7							
3,02	1,510	0,755 0	0,604	0,302	409	205	136	68,2	34,1	17,0	13,6							
3,03	1,515	0,757 5	0,606	0,303	406	203	135	67,7	33,9	16,9	13,5							
3,04	1,520	0,760 0	0,608	0,304	404	202	135	67,3	33,6	16,8	13,5							
3,05	1,525	0,762 5	0,610	0,305	401	200	134	66,8	33,4	16,7	13,4							
3,06	1,530	0,765 0	0,612	0,306	398	199	133	66,4	33,2	16,6	13,3							
3,07	1,535	0,767 5	0,614	0,307	395	198	132	65,9	33,0	16,5	13,2							
3,08	1,540	0,770 0	0,616	0,308	393	196	131	65,5	32,7	16,4	13,1							
3,09	1,545	0,772 5	0,618	0,309	390	195	130	65,0	32,5	16,3	13,0							
3,10	1,550	0,775 0	0,620	0,310	388	194	129	64,6	32,3	16,2	12,9							
3,11	1,555	0,777 5	0,622	0,311	385	193	128	64,2	32,1	16,0	12,8							
3,12	1,560	0,780 0	0,624	0,312	383	191	128	63,8	31,9	15,9	12,8							
3,13	1,565	0,782 5	0,626	0,313	380	190	127	63,3	31,7	15,8	12,7							
3,14	1,570	0,785 0	0,628	0,314	378	189	126	62,9	31,5	15,7	12,6							
3,15	1,575	0,787 5	0,630	0,315	375	188	125	62,5	31,3	15,6	12,5							
3,16	1,580	0,790 0	0,632	0,316	373	186	124	62,1	31,1	15,5	12,4							
3,17	1,585	0,792 5	0,634	0,317	370	185	123	61,7	30,9	15,4	12,3							
3,18	1,590	0,795 0	0,636	0,318	368	184	123	61,3	30,7	15,3	12,3							
3,19	1,595	0,797 5	0,638	0,319	366	183	122	60,9	30,5	15,2	12,2							
3,20	1,600	0,800 0	0,640	0,320	363	182	121	60,5	30,3	15,1	12,1							
3,21	1,605	0,802 5	0,642	0,321	361	180	120	60,1	30,1	15,0	12,0							
3,22	1,610	0,805 0	0,644	0,322	359	179	120	59,8	29,9	14,9	12,0							
3,23	1,615	0,807 5	0,646	0,323	356	178	119	59,4	29,7	14,8	11,9							
3,24	1,620	0,810 0	0,648	0,324	354	177	118	59,0	29,5	14,8	11,8							
3,25	1,625	0,812 5	0,650	0,325	352	176	117	58,6	29,3	14,7	11,7							
3,26	1,630	0,815 0	0,652	0,326	350	175	117	58,3	29,1	14,6	11,7							
3,27	1,635	0,816 4	0,654	0,327	347	174	116	57,9	29,0	14,5	11,6							
3,28	1,640	0,820 0	0,656	0,328	345	173	115	57,5	28,8	14,4	11,5							
3,29	1,645	0,822 5	0,658	0,329	343	172	114	57,2	28,6	14,3	11,4							
3,30	1,650	0,825 0	0,660	0,330	341	170	114	56,8	28,4	14,2	11,4							
3,31	1,655	0,827 5	0,662	0,331	339	169	113	56,5	28,2	14,1	11,3							
3,32	1,660	0,830 0	0,664	0,332	337	168	112	56,1	28,1	14,0	11,2							
3,33	1,665	0,832 5	0,666	0,333	335	167	112	55,8	27,9	13,9	11,2							
3,34	1,670	0,835 0	0,668	0,334	333	166	111	55,4	27,7	13,9	11,1							

DIAMETRO DE LA BOLA <i>D</i> (mm)					RELACION 0,102 F/D ²							
					30	15	10	5	2,5	1,25	1	
					CARGA APLICADA F (N)							
10					29,42 kN	14,71 kN	9,807 kN	4,903 kN	2,452 kN	1,226 kN	980,7 N	
	5				7,355 kN	---	2,452 kN	1,226 kN	612,9 N	306,5 N	245,2 N	
		2,5			1,839 kN	---	612,9 N	306,5 N	153,2 N	76,61 N	61,29 N	
			2		1,177 kN	---	392,3 N	196,1 N	98,07 N	49,03 N	39,73 N	
				1	294,2 N	---	98,07 N	49,03 N	24,52 N	12,26 N	9,807 N	
DIAMETRO DE LA HUELLA <i>d</i> mm					DUREZA BRINELL HBN							
3,35	1,675	0,837 5	0,670	0,335	331	165	110	55,1	27,5	13,8	11,0	
3,36	1,680	0,840 0	0,672	0,336	329	164	110	54,8	27,4	13,7	11,0	
3,37	1,685	0,842 5	0,674	0,337	326	163	109	54,4	27,2	13,6	10,9	
3,38	1,690	0,845 0	0,676	0,338	325	162	108	54,1	27,0	13,5	10,8	
3,39	1,695	0,847 5	0,678	0,339	323	161	108	53,8	26,9	13,4	10,8	
3,40	1,700	0,850 0	0,680	0,340	321	160	107	53,4	26,7	13,4	10,7	
3,41	1,705	0,852 5	0,682	0,341	319	159	106	53,1	26,6	13,3	10,6	
3,42	1,710	0,855 0	0,684	0,342	317	158	106	52,8	26,4	13,2	10,6	
3,43	1,715	0,857 5	0,686	0,343	315	157	105	52,5	26,2	13,1	10,5	
3,44	1,720	0,860 0	0,688	0,344	313	156	104	52,2	26,1	13,0	10,4	
3,45	1,725	0,862 5	0,690	0,345	311	156	104	51,8	25,9	13,0	10,4	
3,46	1,730	0,865 0	0,692	0,346	309	155	103	51,5	25,8	12,9	10,3	
3,47	1,735	0,867 5	0,694	0,347	307	154	102	51,2	25,6	12,8	10,2	
3,48	1,740	0,870 0	0,696	0,348	306	153	102	50,9	25,5	12,7	10,2	
3,49	1,745	0,872 5	0,698	0,349	304	152	101	50,6	25,3	12,7	10,1	
3,50	1,750	0,875 0	0,700	0,350	302	151	101	50,3	25,2	12,6	10,1	
3,51	1,755	0,877 5	0,702	0,351	300	150	100	50,0	25,0	12,5	10,0	
3,52	1,760	0,880 0	0,704	0,352	298	149	99,5	49,7	24,9	12,4	9,95	
3,53	1,765	0,882 5	0,706	0,353	297	148	98,9	49,4	24,7	12,4	9,89	
3,54	1,770	0,885 0	0,708	0,354	295	147	98,3	49,2	24,6	12,3	9,83	
3,55	1,775	0,887 5	0,710	0,355	293	147	97,7	48,9	24,4	12,2	9,77	
3,56	1,780	0,890 0	0,712	0,356	292	146	97,2	48,6	24,3	12,1	9,72	
3,57	1,785	0,892 5	0,714	0,357	290	145	96,6	48,3	24,2	12,1	9,66	
3,58	1,790	0,895 0	0,716	0,358	288	144	96,1	48,0	24,0	12,0	9,61	
3,59	1,795	0,897 5	0,718	0,359	286	143	95,5	47,7	23,9	11,9	9,55	
3,60	1,800	0,900 0	0,720	0,360	285	142	95,0	47,5	23,7	11,9	9,50	
3,61	1,805	0,902 5	0,722	0,361	283	142	94,4	47,2	23,6	11,8	9,44	
3,62	1,810	0,905 0	0,724	0,362	282	141	93,9	46,9	23,5	11,7	9,39	
3,63	1,815	0,907 5	0,726	0,363	280	140	93,3	46,7	23,3	11,7	9,33	
3,64	1,820	0,910 0	0,728	0,364	278	139	92,8	46,4	23,2	11,6	9,28	
3,65	1,825	0,912 5	0,730	0,365	277	138	92,3	46,1	23,1	11,5	9,23	
3,66	1,830	0,915 0	0,732	0,366	275	138	91,8	45,9	22,9	11,5	9,18	
3,67	1,835	0,917 5	0,734	0,367	274	137	91,2	45,6	22,8	11,4	9,12	
3,68	1,840	0,920 0	0,736	0,368	272	136	90,7	45,4	22,7	11,3	9,07	
3,69	1,845	0,922 5	0,738	0,369	271	135	90,2	45,1	22,6	11,3	9,02	
3,70	1,850	0,925 0	0,740	0,370	269	135	89,7	44,9	22,4	11,2	8,97	
3,71	1,855	0,927 5	0,742	0,371	268	134	89,2	44,6	22,3	11,2	8,92	
3,72	1,860	0,930 0	0,744	0,372	266	133	88,7	44,4	22,2	11,1	8,87	
3,73	1,865	0,932 5	0,746	0,373	265	132	88,2	44,1	22,1	11,0	8,82	
3,74	1,870	0,935 0	0,748	0,374	263	132	87,7	43,9	21,9	11,0	8,77	
3,75	1,875	0,937 5	0,750	0,375	262	131	87,2	43,6	21,8	10,9	8,72	
3,76	1,880	0,940 0	0,752	0,376	260	130	86,8	43,4	21,7	10,8	8,68	
3,77	1,885	0,942 5	0,754	0,377	259	129	86,3	43,1	21,6	10,8	8,63	
3,78	1,890	0,945 0	0,756	0,378	257	129	85,8	42,9	21,5	10,7	8,58	
3,79	1,895	0,947 5	0,758	0,379	256	128	85,3	42,7	21,3	10,7	8,53	
3,80	1,900	0,950 0	0,760	0,380	255	127	84,9	42,4	21,2	10,6	8,49	
3,81	1,905	0,952 5	0,762	0,381	253	127	84,4	42,2	21,1	10,6	8,44	
3,82	1,910	0,955 0	0,764	0,382	252	126	83,9	42,0	21,0	10,5	8,39	
3,83	1,915	0,957 5	0,766	0,383	250	125	83,5	41,7	20,9	10,4	8,35	
3,84	1,920	0,960 0	0,768	0,384	249	125	83,0	41,5	20,8	10,4	8,30	

D (mm)					30	15	10	5	2,5	1,25	1
					CARGA APLICADA F' (N)						
10					29,42 kN	14,71 kN	9,807 kN	4,903 kN	2,452 kN	1,226 kN	980,7 N
	5				7,355 kN	-----	2,452 kN	1,226 kN	612,9 N	306,5 N	245,2 N
		2,5			1,839 kN	-----	612,9 N	306,5 N	153,2 N	76,61 N	61,29 N
			2		1,177 kN	-----	392,3 N	196,1 N	98,07 N	49,03 N	39,23 N
				1	294,2 N	-----	98,07 N	49,03 N	24,52 N	12,26 N	9,807 N
DIAMETRO DE LA HUELLA d mm					DUREZA BRINELL HBN						
3,85	1,925	0,962 5	0,770	0,385	248	124	82,6	41,3	20,6	10,3	8,26
3,86	1,930	0,965 0	0,772	0,386	246	123	82,1	41,1	20,5	10,3	8,21
3,87	1,935	0,967 5	0,774	0,387	245	123	81,7	40,9	20,4	10,2	8,17
3,88	1,940	0,970 0	0,776	0,388	244	122	81,3	40,6	20,3	10,2	8,13
3,89	1,945	0,972 5	0,778	0,389	242	121	80,8	40,4	20,2	10,1	8,08
3,90	1,950	0,975 0	0,780	0,390	241	121	80,4	40,2	20,1	10,0	8,04
3,91	1,955	0,977 5	0,782	0,391	240	120	80,0	40,0	20,0	10,0	8,00
3,92	1,960	0,980 0	0,784	0,392	239	119	79,5	39,8	19,9	9,94	7,95
3,93	1,965	0,982 5	0,786	0,393	237	119	79,1	39,6	19,8	9,89	7,91
3,94	1,970	0,985 0	0,788	0,394	236	118	78,7	39,4	19,7	9,84	7,87
3,95	1,975	0,987 5	0,790	0,395	235	117	78,3	39,1	19,6	9,79	7,83
3,96	1,980	0,990 0	0,792	0,396	234	117	77,9	38,9	19,5	9,73	7,79
3,97	1,985	0,992 5	0,794	0,397	232	116	77,5	38,7	19,4	9,68	7,75
3,98	1,990	0,995 0	0,796	0,398	231	116	77,1	38,5	19,3	9,63	7,71
3,99	1,995	0,997 5	0,798	0,399	230	115	76,7	38,3	19,2	9,58	7,67
4,00	2,000	1,000 0	0,800	0,400	229	114	76,3	38,1	19,1	9,53	7,63
4,01	2,005	1,002 5	0,802	0,401	228	114	75,9	37,9	19,0	9,48	7,59
4,02	2,010	1,005 0	0,804	0,402	226	113	75,5	37,7	18,9	9,43	7,55
4,03	2,015	1,007 5	0,806	0,403	225	113	75,1	37,5	18,8	9,38	7,51
4,04	2,020	1,010 0	0,808	0,404	224	112	74,7	37,3	18,7	9,34	7,47
4,05	2,025	1,012 5	0,810	0,405	223	111	74,3	37,1	18,6	9,29	7,43
4,06	2,030	1,015 0	0,812	0,406	222	111	73,9	37,0	18,5	9,24	7,39
4,07	2,035	1,017 5	0,814	0,407	221	111	73,5	36,8	18,4	9,19	7,35
4,08	2,040	1,020 0	0,816	0,408	219	110	73,2	36,6	18,3	9,14	7,32
4,09	2,045	1,022 5	0,818	0,409	218	109	72,8	36,4	18,2	9,10	7,28
4,10	2,050	1,025 0	0,820	0,410	217	109	72,4	36,2	18,1	9,05	7,24
4,11	2,055	1,027 5	0,822	0,411	216	108	72,0	36,0	18,0	9,01	7,20
4,12	2,060	1,030 0	0,824	0,412	215	108	71,7	35,8	17,9	8,96	7,17
4,13	2,065	1,032 5	0,826	0,413	214	107	71,3	35,7	17,8	8,91	7,13
4,14	2,070	1,035 0	0,828	0,414	213	106	71,0	35,5	17,7	8,87	7,10
4,15	2,075	1,037 5	0,830	0,415	212	106	70,6	35,3	17,6	8,82	7,06
4,16	2,080	1,040 0	0,832	0,416	211	105	70,2	35,1	17,6	8,78	7,02
4,17	2,085	1,042 5	0,834	0,417	210	105	69,9	34,9	17,5	8,74	6,99
4,18	2,090	1,045 0	0,836	0,418	209	104	69,5	34,8	17,4	8,69	6,95
4,19	2,095	1,047 5	0,838	0,419	208	104	69,2	34,6	17,3	8,65	6,92
4,20	2,100	1,050 0	0,840	0,420	207	103	68,8	34,4	17,2	8,61	6,88
4,21	2,105	1,052 5	0,842	0,421	206	103	68,5	34,2	17,1	8,56	6,85
4,22	2,110	1,055 0	0,844	0,422	204	102	68,2	34,1	17,0	8,52	6,82
4,23	2,115	1,057 5	0,846	0,423	203	102	67,8	33,9	17,0	8,48	6,78
4,24	2,120	1,060 0	0,848	0,424	202	101	67,5	33,7	16,9	8,44	6,75
4,25	2,125	1,062 5	0,850	0,425	201	101	67,1	33,6	16,8	8,39	6,71
4,26	2,130	1,065 0	0,852	0,426	200	100	66,8	33,4	16,7	8,35	6,68
4,27	2,135	1,067 5	0,854	0,427	199	99,7	66,5	33,2	16,6	8,31	6,65
4,28	2,140	1,070 0	0,856	0,428	198	99,2	66,2	33,1	16,5	8,27	6,62
4,29	2,145	1,072 5	0,858	0,429	198	98,8	65,8	32,9	16,5	8,23	6,58
4,30	2,150	1,075 0	0,860	0,430	197	98,3	65,5	32,8	16,4	8,19	6,55
4,31	2,155	1,077 5	0,862	0,431	196	97,8	65,2	32,6	16,3	8,15	6,52
4,32	2,160	1,080 0	0,864	0,432	195	97,3	64,9	32,4	16,2	8,11	6,49
4,33	2,165	1,082 5	0,866	0,433	194	96,8	64,6	32,3	16,1	8,07	6,46
4,34	2,170	1,085 0	0,868	0,434	193	96,4	64,2	32,1	16,1	8,03	6,42

DIAMETRO DE LA BOLA <i>D</i> (mm)					RELACION 0,102 FID ²							
					30	15	10	5	2,5	1,25	1	
					CARGA APLICADA <i>F</i> (N)							
10					29,42 kN	14,71 kN	9,807 kN	4,903 kN	2,452 kN	1,226 kN	980,7 N	
	5				7,355 kN	---	2,452 kN	1,226 kN	612,9 N	306,5 N	245,2 N	
		2,5			1,839 kN	---	612,9 N	306,5 N	153,2 N	76,61 N	61,29 N	
			2		1,177 kN	---	392,3 N	196,1 N	98,07 N	49,03 N	39,23 N	
				1	294,2 N	---	98,07 N	49,03 N	24,52 N	12,26 N	9,807 N	
DIAMETRO DE LA HUELLA <i>d</i> mm					DUREZA BRINELL HBN							
4,35	2,175	1,087 5	0,870	0,435	192	95,9	63,9	32,0	16,0	7,99	6,39	
4,36	2,180	1,090 0	0,872	0,436	191	95,4	63,6	31,8	15,9	7,95	6,36	
4,37	2,185	1,092 5	0,874	0,437	190	95,0	63,3	31,7	15,8	7,92	6,33	
4,38	2,190	1,095 0	0,876	0,438	189	94,5	63,0	31,5	15,8	7,88	6,30	
4,39	2,195	1,097 5	0,878	0,439	188	94,1	62,7	31,4	15,7	7,84	6,27	
4,40	2,200	1,100 0	0,880	0,440	187	93,6	62,4	31,2	15,6	7,80	6,24	
4,41	2,205	1,102 5	0,882	0,441	186	93,2	62,1	31,1	15,5	7,76	6,21	
4,42	2,210	1,105 0	0,884	0,442	185	92,7	61,8	30,9	15,5	7,73	6,18	
4,43	2,215	1,107 5	0,886	0,443	185	92,3	61,5	30,8	15,4	7,69	6,15	
4,44	2,220	1,110 0	0,888	0,444	184	91,8	61,2	30,6	15,3	7,65	6,12	
4,45	2,225	1,112 5	0,890	0,445	183	91,4	60,9	30,5	15,2	7,62	6,09	
4,46	2,230	1,115 0	0,892	0,446	182	91,0	60,6	30,3	15,2	7,58	6,06	
4,47	2,235	1,117 5	0,894	0,447	181	90,6	60,4	30,2	15,1	7,55	6,04	
4,48	2,240	1,120 0	0,896	0,448	180	90,1	60,1	30,0	15,0	7,51	6,01	
4,49	2,245	1,122 5	0,898	0,449	179	89,7	59,8	29,9	14,9	7,47	5,98	
4,50	2,250	1,125 0	0,900	0,450	179	89,3	59,5	29,8	14,9	7,44	5,95	
4,51	2,255	1,127 5	0,902	0,451	178	88,9	59,2	29,6	14,8	7,40	5,92	
4,52	2,260	1,130 0	0,904	0,452	177	88,4	59,0	29,5	14,7	7,37	5,90	
4,53	2,265	1,132 5	0,906	0,453	176	88,0	58,7	29,3	14,7	7,34	5,87	
4,54	2,270	1,135 0	0,908	0,454	175	87,6	58,4	29,2	14,6	7,30	5,84	
4,55	2,275	1,137 5	0,910	0,455	174	87,2	58,1	29,1	14,5	7,27	5,81	
4,56	2,280	1,140 0	0,912	0,456	174	86,8	57,9	28,9	14,5	7,23	5,79	
4,57	2,285	1,142 5	0,914	0,457	173	86,4	57,6	28,8	14,4	7,20	5,76	
4,58	2,290	1,145 0	0,916	0,458	172	86,0	57,3	28,7	14,3	7,17	5,73	
4,59	2,295	1,147 5	0,918	0,459	171	85,6	57,1	28,5	14,3	7,13	5,71	
4,60	2,300	1,150 0	0,920	0,460	170	85,2	56,8	28,4	14,2	7,10	5,68	
4,61	2,305	1,152 5	0,922	0,461	170	84,8	56,5	28,3	14,1	7,07	5,65	
4,62	2,310	1,155 0	0,924	0,462	169	84,4	56,3	28,1	14,1	7,03	5,63	
4,63	2,315	1,157 5	0,926	0,463	168	84,0	56,0	28,0	14,0	7,00	5,60	
4,64	2,320	1,160 0	0,928	0,464	167	83,6	55,8	27,9	13,9	6,97	5,58	
4,65	2,325	1,162 5	0,930	0,465	167	83,3	55,5	27,8	13,9	6,94	5,55	
4,66	2,330	1,165 0	0,932	0,466	166	82,9	55,3	27,6	13,8	6,91	5,53	
4,67	2,335	1,167 5	0,934	0,467	166	82,5	55,0	27,5	13,8	6,88	5,50	
4,68	2,340	1,170 0	0,936	0,468	164	82,1	54,8	27,4	13,7	6,84	5,48	
4,69	2,345	1,172 5	0,938	0,469	164	81,8	54,5	27,3	13,6	6,81	5,45	
4,70	2,350	1,175 0	0,940	0,470	163	81,4	54,3	27,1	13,6	6,78	5,43	
4,71	2,355	1,177 5	0,942	0,471	162	81,0	54,0	27,0	13,5	6,75	5,40	
4,72	2,360	1,180 0	0,944	0,472	161	80,7	53,8	26,9	13,4	6,72	5,38	
4,73	2,365	1,182 5	0,946	0,473	161	80,3	53,5	26,8	13,4	6,69	5,35	
4,74	2,370	1,185 0	0,948	0,474	160	79,9	53,3	26,6	13,3	6,66	5,33	
4,75	2,375	1,187 5	0,950	0,475	159	79,6	53,0	26,5	13,3	6,63	5,30	
4,76	2,380	1,190 0	0,952	0,476	158	79,2	52,8	26,4	13,2	6,60	5,28	
4,77	2,385	1,192 5	0,954	0,477	158	78,9	52,6	26,3	13,1	6,57	5,26	
4,78	2,390	1,195 0	0,956	0,478	157	78,5	52,3	26,2	13,1	6,54	5,23	
4,79	2,395	1,197 5	0,958	0,479	156	78,2	52,1	26,1	13,0	6,51	5,21	
4,80	2,400	1,200 0	0,960	0,480	156	77,8	51,9	25,9	13,0	6,48	5,19	
4,81	2,405	1,202 5	0,962	0,481	155	77,5	51,6	25,8	12,9	6,46	5,16	
4,82	2,410	1,205 0	0,964	0,482	154	77,1	51,4	25,7	12,9	6,43	5,14	
4,83	2,415	1,207 5	0,966	0,483	154	76,8	51,2	25,6	12,8	6,40	5,12	
4,84	2,420	1,210 0	0,968	0,484	153	76,4	51,0	25,5	12,7	6,37	5,10	

DIAMETRO DE LA BOLA <i>D</i> (mm)					RELACION 0,102 F/D ²						
					30	15	10	5	2,5	1,25	1
					CARGA APLICADA <i>F</i> (N)						
					29,42 kN	14,71 kN	9,807 kN	4,903 kN	2,452 kN	1,226 kN	980,7 N
10	5				7,355 kN	---	2,452 kN	1,226 kN	612,9 N	306,5 N	245,2 N
	2,5				1,839 kN	---	612,9 N	306,5 N	153,2 N	76,61 N	61,29 N
	2				1,177 kN	---	392,3 N	196,1 N	98,07 N	49,03 N	39,23 N
	1				294,2 N	---	98,07 N	49,03 N	24,52 N	12,26 N	9,807 N
DIAMETRO DE LA HUELLA <i>d</i> mm					DUREZA BRINELL HBN						
4,85	2,425	1,212 5	0,970	0,485	152	76,1	50,7	25,4	12,7	6,34	5,07
4,86	2,430	1,215 0	0,972	0,486	152	75,8	50,5	25,3	12,6	6,31	5,05
4,87	2,435	1,217 5	0,974	0,487	151	75,4	50,3	25,1	12,6	6,29	5,03
4,88	2,440	1,220 0	0,976	0,488	150	75,1	50,1	25,0	12,5	6,26	5,01
4,89	2,445	1,222 5	0,978	0,489	150	74,8	49,8	24,9	12,5	6,23	4,98
4,90	2,450	1,225 0	0,980	0,490	149	74,4	49,6	24,8	12,4	6,20	4,96
4,91	2,455	1,227 5	0,982	0,491	148	74,1	49,4	24,7	12,4	6,18	4,94
4,92	2,460	1,230 0	0,984	0,492	148	73,8	49,2	24,6	12,3	6,15	4,92
4,93	2,465	1,232 5	0,986	0,493	147	73,5	49,0	24,5	12,2	6,12	4,90
4,94	2,470	1,235 0	0,988	0,494	146	73,2	48,8	24,4	12,2	6,10	4,88
4,95	2,475	1,237 5	0,990	0,495	146	72,8	48,6	24,3	12,1	6,07	4,86
4,96	2,480	1,240 0	0,992	0,496	145	72,5	48,3	24,2	12,1	6,04	4,83
4,97	2,485	1,242 5	0,994	0,497	144	72,2	48,1	24,1	12,0	6,02	4,81
4,98	2,490	1,245 0	0,996	0,498	144	71,9	47,9	24,0	12,0	5,99	4,79
4,99	2,495	1,247 5	0,998	0,499	143	71,6	47,7	23,9	11,9	5,97	4,77
5,00	2,500	1,250 0	1,000	0,500	143	71,3	47,5	23,8	11,9	5,94	4,75
5,01	2,505	1,252 5	1,002	0,501	142	71,0	47,3	23,7	11,8	5,91	4,73
5,02	2,510	1,255 0	1,004	0,502	141	70,7	47,1	23,6	11,8	5,89	4,71
5,03	2,515	1,257 5	1,006	0,503	141	70,4	46,9	23,5	11,7	5,86	4,69
5,04	2,520	1,260 0	1,008	0,504	140	70,1	46,7	23,4	11,7	5,84	4,67
5,05	2,525	1,262 5	1,010	0,505	140	69,8	46,5	23,3	11,6	5,81	4,65
5,06	2,530	1,265 0	1,012	0,506	139	69,5	46,3	23,2	11,6	5,79	4,63
5,07	2,535	1,267 5	1,014	0,507	138	69,2	46,1	23,1	11,5	5,76	4,61
5,08	2,540	1,270 0	1,016	0,508	138	68,9	45,9	23,0	11,5	5,74	4,59
5,09	2,545	1,272 5	1,018	0,509	137	68,6	45,7	22,9	11,4	5,72	4,57
5,10	2,550	1,275 0	1,020	0,510	137	68,3	45,5	22,8	11,4	5,69	4,55
5,11	2,555	1,277 5	1,022	0,511	136	68,0	45,3	22,7	11,3	5,67	4,53
5,12	2,560	1,280 0	1,024	0,512	135	67,7	45,1	22,6	11,3	5,64	4,51
5,13	2,565	1,282 5	1,026	0,513	135	67,4	45,0	22,5	11,2	5,62	4,50
5,14	2,570	1,285 0	1,028	0,514	134	67,1	44,8	22,4	11,2	5,60	4,48
5,15	2,575	1,287 5	1,030	0,515	134	66,9	44,6	22,3	11,1	5,57	4,46
5,16	2,580	1,290 0	1,032	0,516	133	66,6	44,4	22,2	11,1	5,55	4,44
5,17	2,585	1,292 5	1,034	0,517	133	66,3	44,2	22,1	11,1	5,53	4,42
5,18	2,590	1,295 0	1,036	0,518	132	66,0	44,0	22,0	11,0	5,50	4,40
5,19	2,595	1,297 5	1,038	0,519	132	65,8	43,8	21,9	11,0	5,48	4,38
5,20	2,600	1,300 0	1,040	0,520	131	65,5	43,7	21,8	10,9	5,46	4,37
5,21	2,605	1,302 5	1,042	0,521	130	65,2	43,5	21,7	10,9	5,43	4,35
5,22	2,610	1,305 0	1,044	0,522	130	64,9	43,3	21,6	10,8	5,41	4,33
5,23	2,615	1,307 5	1,046	0,523	129	64,7	43,1	21,6	10,8	5,39	4,31
5,24	2,620	1,310 0	1,048	0,524	129	64,4	42,9	21,5	10,7	5,37	4,29
5,25	2,625	1,312 5	1,050	0,525	128	64,1	42,8	21,4	10,7	5,34	4,28
5,26	2,630	1,315 0	1,052	0,526	128	63,9	42,6	21,3	10,6	5,32	4,26
5,27	2,635	1,317 5	1,054	0,527	127	63,6	42,4	21,2	10,6	5,30	4,24
5,28	2,640	1,320 0	1,056	0,528	127	63,3	42,2	21,1	10,6	5,28	4,22
5,29	2,645	1,322 5	1,058	0,529	126	63,1	42,1	21,0	10,5	5,26	4,21
5,30	2,650	1,325 0	1,060	0,530	126	62,8	41,9	20,9	10,5	5,24	4,19
5,31	2,655	1,327 5	1,062	0,531	125	62,6	41,7	20,9	10,4	5,21	4,17
5,32	2,660	1,330 0	1,064	0,532	125	62,3	41,5	20,8	10,4	5,19	4,15
5,33	2,665	1,332 5	1,066	0,533	124	62,1	41,4	20,7	10,3	5,17	4,14
5,34	2,670	1,335 0	1,068	0,534	124	61,8	41,2	20,6	10,3	5,15	4,12

TABLA 4. CONTINUACION

DIAMETRO DE LA BOLA <i>D</i> (mm)					RELACION $0,102 F/D^2$						
					30	15	10	5	2,5	1,25	1
					CARGA APLICADA <i>F</i> (N)						
10					29,42 kN	14,71 kN	9,807 kN	4,903 kN	2,452 kN	1,226 kN	980,7 N
5					7,355 kN	---	2,452 kN	1,226 kN	612,9 N	306,5 N	245,2 N
2,5					1,839 kN	---	612,9 N	306,5 N	153,2 N	76,61 N	61,29 N
2					1,177 kN	---	392,3 N	196,1 N	98,07 N	49,03 N	39,23 N
1					294,2 N	---	98,07 N	49,03 N	24,52 N	12,26 N	9,807 N
DIAMETRO DE LA HUELLA <i>d</i> mm					DUREZA BRINELL HBN						
5,35	2,675	1,337 5	1,070	0,535	123	61,5	41,0	20,5	10,3	5,13	4,10
5,36	2,680	1,340 0	1,072	0,536	123	61,3	40,9	20,4	10,2	5,11	4,09
5,37	2,685	1,342 5	1,074	0,537	122	61,0	40,7	20,3	10,2	5,09	4,07
5,38	2,690	1,345 0	1,076	0,538	122	60,8	40,5	20,3	10,1	5,07	4,05
5,39	2,695	1,347 5	1,078	0,539	121	60,6	40,4	20,2	10,1	5,05	4,04
5,40	2,700	1,350 0	1,080	0,540	121	60,3	40,2	20,1	10,1	5,03	4,02
5,41	2,705	1,352 5	1,082	0,541	120	60,1	40,0	20,0	10,0	5,01	4,00
5,42	2,710	1,355 0	1,084	0,542	120	59,8	39,9	19,9	9,97	4,99	3,99
5,43	2,715	1,357 5	1,086	0,543	119	59,6	39,7	19,9	9,93	4,97	3,97
5,44	2,720	1,360 0	1,088	0,544	119	59,3	39,6	19,8	9,89	4,95	3,96
5,45	2,725	1,362 5	1,090	0,545	118	59,1	39,4	19,7	9,85	4,93	3,94
5,46	2,730	1,365 0	1,092	0,546	118	58,9	39,2	19,6	9,81	4,91	3,92
5,47	2,735	1,367 5	1,094	0,547	117	58,6	39,1	19,5	9,77	4,89	3,91
5,48	2,740	1,370 0	1,096	0,548	117	58,4	38,9	19,5	9,73	4,87	3,89
5,49	2,745	1,372 5	1,098	0,549	116	58,2	38,8	19,4	9,69	4,85	3,88
5,50	2,750	1,375 0	1,100	0,550	116	57,9	38,6	19,3	9,66	4,83	3,86
5,51	2,755	1,377 5	1,102	0,551	115	57,7	38,5	19,2	9,62	4,81	3,85
5,52	2,760	1,380 0	1,104	0,552	115	57,5	38,3	19,2	9,58	4,79	3,83
5,53	2,765	1,382 5	1,106	0,553	114	57,2	38,2	19,1	9,54	4,77	3,82
5,54	2,770	1,385 0	1,108	0,554	114	57,0	38,0	19,0	9,50	4,75	3,80
5,55	2,775	1,387 5	1,110	0,555	114	56,8	37,9	18,9	9,47	4,73	3,79
5,56	2,780	1,390 0	1,112	0,556	113	56,6	37,7	18,9	9,43	4,71	3,77
5,57	2,785	1,392 5	1,114	0,557	113	56,3	37,6	18,8	9,39	4,70	3,76
5,58	2,790	1,395 0	1,116	0,558	112	56,1	37,4	18,7	9,35	4,68	3,74
5,59	2,795	1,397 5	1,118	0,559	112	55,9	37,3	18,6	9,32	4,66	3,73
5,60	2,800	1,400 0	1,120	0,560	111	55,7	37,1	18,6	9,28	4,64	3,71
5,61	2,805	1,402 5	1,122	0,561	111	55,5	37,0	18,5	9,24	4,62	3,70
5,62	2,810	1,405 0	1,124	0,562	110	55,2	36,8	18,4	9,21	4,60	3,68
5,63	2,815	1,407 5	1,126	0,563	110	55,0	36,7	18,3	9,17	4,59	3,67
5,64	2,820	1,410 0	1,128	0,564	110	54,8	36,5	18,3	9,14	4,57	3,65
5,65	2,825	1,412 5	1,130	0,565	109	54,6	36,4	18,2	9,10	4,55	3,64
5,66	2,830	1,415 0	1,132	0,566	109	54,4	36,3	18,1	9,06	4,53	3,63
5,67	2,835	1,417 5	1,134	0,567	108	54,2	36,1	18,1	9,03	4,51	3,61
5,68	2,840	1,420 0	1,136	0,568	108	54,0	36,0	18,0	8,99	4,50	3,60
5,69	2,845	1,422 5	1,138	0,569	107	53,7	35,8	17,9	8,96	4,48	3,58
5,70	2,850	1,425 0	1,140	0,570	107	53,5	35,7	17,8	8,92	4,46	3,57
5,71	2,855	1,427 5	1,142	0,571	107	53,3	35,6	17,8	8,89	4,44	3,56
5,72	2,860	1,430 0	1,144	0,572	106	53,1	35,4	17,7	8,85	4,43	3,54
5,73	2,865	1,432 5	1,146	0,573	106	52,9	35,3	17,6	8,82	4,41	3,53
5,74	2,870	1,435 0	1,148	0,574	105	52,7	35,1	17,6	8,79	4,39	3,51
5,75	2,875	1,437 5	1,150	0,575	105	52,5	35,0	17,5	8,75	4,38	3,50
5,76	2,880	1,440 0	1,152	0,576	105	52,3	34,9	17,4	8,72	4,36	3,49
5,77	2,885	1,442 5	1,154	0,577	104	52,1	34,7	17,4	8,68	4,34	3,47
5,78	2,890	1,445 0	1,156	0,578	104	51,9	34,6	17,3	8,65	4,33	3,46
5,79	2,895	1,447 5	1,158	0,579	103	51,7	34,5	17,2	8,62	4,31	3,45
5,80	2,900	1,450 0	1,160	0,580	103	51,5	34,3	17,2	8,59	4,29	3,43
5,81	2,905	1,452 5	1,162	0,581	103	51,3	34,2	17,1	8,55	4,28	3,42
5,82	2,910	1,455 0	1,164	0,582	102	51,1	34,1	17,0	8,52	4,26	3,41
5,83	2,915	1,457 5	1,166	0,583	102	50,9	33,9	17,0	8,49	4,24	3,39
5,84	2,920	1,460 0	1,168	0,584	101	50,7	33,8	16,9	8,45	4,22	3,38

TABLA . 4. CONTINUACION.

DIAMETRO DE LA BOLA <i>D</i> (mm)					RELACION $0,102 F/D^2$						
					30	15	10	5	2,5	1,25	1
					CARGA APLICADA <i>F</i> (N)						
10					29,42 kN	14,71 kN	9,807 kN	4,903 kN	2,452 kN	1,226 kN	980,7 N
	5				7,355 kN	---	2,452 kN	1,226 kN	612,9 N	306,5 N	245,2 N
		2,5			1,839 kN	---	612,9 N	306,5 N	153,2 N	76,61 N	61,29 N
			2		1,177 kN	---	392,3 N	196,1 N	98,07 N	49,03 N	39,23 N
				1	294,2 N	---	98,07 N	49,03 N	24,52 N	12,26 N	9,807 N
DIAMETRO DE LA HUELLA <i>d</i> mm					DUREZA BRINELL HBN						
5,85	2,925	1,462 5	1,170	0,585	101	50,5	33,7	16,8	8,42	4,21	3,37
5,86	2,930	1,465 0	1,172	0,586	101	50,3	33,6	16,8	8,39	4,20	3,36
5,87	2,935	1,467 5	1,174	0,587	100	50,2	33,4	16,7	8,36	4,18	3,34
5,88	2,940	1,470 0	1,176	0,588	99,9	50,0	33,3	16,7	8,33	4,16	3,33
5,89	2,945	1,472 5	1,178	0,589	99,5	49,8	33,2	16,6	8,30	4,15	3,32
5,90	2,950	1,475 0	1,180	0,590	99,2	49,6	33,1	16,5	8,26	4,13	3,31
5,91	2,955	1,477 5	1,182	0,591	98,8	49,4	32,9	16,5	8,23	4,12	3,29
5,92	2,960	1,480 0	1,184	0,592	98,4	49,2	32,8	16,4	8,20	4,10	3,28
5,93	2,965	1,482 5	1,186	0,593	98,0	49,0	32,7	16,3	8,17	4,09	3,27
5,94	2,970	1,485 0	1,188	0,594	97,7	48,8	32,6	16,3	8,14	4,07	3,26
5,95	2,975	1,487 5	1,190	0,595	97,3	48,7	32,4	16,2	8,11	4,05	3,24
5,96	2,980	1,490 0	1,192	0,596	96,9	48,5	32,3	16,2	8,08	4,04	3,23
5,97	2,985	1,492 5	1,194	0,597	96,6	48,3	32,2	16,1	8,05	4,02	3,22
5,98	2,990	1,495 0	1,196	0,598	96,2	48,1	32,1	16,0	8,02	4,01	3,21
5,99	2,995	1,497 5	1,198	0,599	95,9	47,9	32,0	16,0	7,99	3,99	3,20
6,00	3,000	1,500 0	1,200	0,600	95,5	47,7	31,8	15,9	7,96	3,98	3,18

COVENIN
634-89

CATEGORIA
C

COMISION VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES
MINISTERIO DE FOMENTO
Av. Andrés Bello Edif. Torre Fondo Común Pisos 11 y 12
Telf. 575. 41. 11 Fax: 574. 13. 12
CARACAS

publicación de:



CDU: 669.14 : 620.17

RESERVADOS TODOS LOS DERECHOS .
Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio.

ISBN 980 - 06 - 0477 - 4
