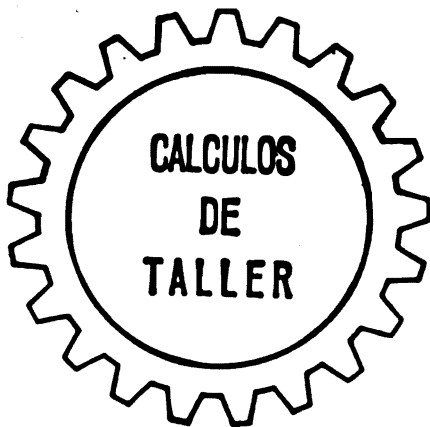


**A. L. CASILLAS**

# **MÁQUINAS**



ES PROPIEDAD INTELECTUAL DEL AUTOR  
© COPYRIGHT BY EDICIONES «MAQUINAS»

PRINTED IN SPAIN  
IMPRESO EN ESPAÑA

# MÁQUINAS CÁLCULOS DE TALLER

POR

A. L. CASILLAS

## PRÓLOGO DEL AUTOR

*La más hermosa y noble de todas las labores humanas es la del sembrador en cualquiera de sus aplicaciones que suponga utilidad para sus semejantes; así se ha hecho con este pequeño libro, una siembra fructífera que ha conducido y ayudado a muchos millares de hombres en su trabajo.*

*Su autor hace un alto en el camino para meditar y considerar los frutos recogidos, sintiéndose satisfecho de una labor que tanto ha sido agradecida por quienes en el campo del trabajo necesitaron de una mano conductora para seguir la ruta profesional, en la cual fue su guía este libro, así como los demás libros complementarios que se han ido editando sucesivamente con un solo ideal: «Al servicio del Trabajo.»*

*Veinticinco años cumpliendo una misión que no fue iniciada con fines comerciales, sino impuesta por el sentido de la necesidad y el deseo de ayudar a quienes tenían que andar por el espinoso camino de la formación profesional, solos, y separando las zarzas para poder pasar venciendo todas las dificultades que su falta de preparación les imponía.*

*Es un balance digno de todo examen, porque servir al trabajo, es servir a la mejor de las causas, puesto que éste hace posible la existencia de una labor constructiva, y se convierte en el más fuerte sostén de la sociedad, engrandeciendo las naciones.*

*Agradezco muy de veras a cuantos con sus cartas, escritas unas en España y otras desde América, me alientan a seguir, sus elogiosas frases y su agradecimiento es la mejor recompensa que por mi modesta labor puedo recibir; y por esto quiero dejar sentado el principio de que a ellos debo una*

*gratitud sin límites porque han sido los animadores de mis obras; han tenido fe en el hombre desconocido, en el Profesor anónimo, logrando con ello que una poderosa fuerza impulsara y acrecentara esta labor hasta alcanzar el éxito obtenido.*

*Un cambio con referencia a tiempos pasados, señala el notable avance de la existencia técnica fundamentado en las Escuelas de Formación Profesional Industrial, estatales y de empresa, que unidos a los medios de la organización científica del trabajo, servirán para que todos cuantos sientan un deseo de formarse profesionalmente, puedan hacerlo y trabajar plenamente capacitados siguiendo una racional técnica, cumpliendo así con un ineludible deber de hacer prósperos sus medios de vida, cuyo fundamento tiene su base en el trabajo con un alto índice de productividad. Esta recomendación en forma de consejo, no debe nunca olvidarse puesto que será en el futuro el puntal de toda prosperidad, constituyendo un deber que a todos por igual nos obliga.*

*La vida inactiva merced a la labor de otros ha terminado.*

A. L. CASILLAS

## ÍNDICE DE MATERIAS

### CAPÍTULO PRIMERO

Equivalencias inglesas a métricas. — Tablas diversas. — Cuadrados, cubos, raíces. — Desarrollo de la circunferencia.

### CAPÍTULO II

Tablas trigonométricas. — Resoluciones del triángulo rectángulo. — Arcos, cuerdas y flechas. — Elementos de Geometría. — Centros de gravedad. — Palancas.

### CAPÍTULO III

Engranajes.

### CAPÍTULO IV

División ordinaria y diferencial para fresadoras. — Pasos diversos.

### CAPÍTULO V

Sistema general de roscas. — Tablas para roscado en el torno.

### CAPÍTULO VI

Sistema de conos.

### CAPÍTULO VII

Herramientas de corte en general.

### CAPÍTULO VIII

Resistencia de materiales y tratamiento térmico.

### CAPÍTULO IX

Peso y datos de materiales.

### CAPÍTULO X

Datos generales. — Transmisiones. — Elevación de pesos.

### CAPÍTULO XI

Tablas de tolerancias en ajuste. — Medición.

### CAPÍTULO XII

Velocidades y avances. — Cálculos de fabricación.

### APÉNDICE

Reparación de automóviles. — Ajustes y materiales.



# ÍNDICE

## Páginas

### A

Aceros (elección de materiales) . . . . .	438
» al carbono para maquinaria . . . . .	439
» al carbono para herramientas . . . . .	440
» aleados para herramientas . . . . .	445
» rápidos para herramientas . . . . .	445
» cromo-níquel de tratamiento . . . . .	441
» cromo-níquel de cementación . . . . .	442
» níquel de cementación . . . . .	442
» carbono de cementación . . . . .	442
» inoxidables . . . . .	443
» níquel de tratamiento . . . . .	443
» para resortes . . . . .	446
Afilado de fresas . . . . .	341 - 383
» de machos para roscar . . . . .	307
Ajuste internacional I. S. A. agujero y eje único . . . . .	523 - 553
Aleaciones de diversos metales . . . . .	448 - 452
Ángulos de corte para cuchillas normales . . . . .	
» de corte para cuchillas «Widia» . . . . .	339
Antirricción . . . . .	452
Áreas y dimensiones de figuras planas . . . . .	130 - 135
Aros de pistón o émbolo . . . . .	513 - 516
Arcos, flechas y cuerdas para radio l . . . . .	117 - 120
Aumento para piezas a rectificar . . . . .	609
Automóviles (reparación) . . . . .	629 - 630

### B

Barretas o probetas . . . . .	421 - 422
Brocas, ángulos de afilado, defectos, equivalencia y datos de construcción . . . . .	371 - 379

### C

Cabezas universales de la fresadora «Hure» . . . . .	264 - 265
Cables metálicos . . . . .	520
Cadenas . . . . .	518 - 519

Cáncamos . . . . .	521
Cálculos de fabricación . . . . .	587 - 626
Calibres planos o galgas «Block» . . . . .	554 - 555
» interiores y exteriores (exactitud) . . . . .	558
» interiores y exteriores (desgaste) . . . . .	559 - 560
» para roscas (errores y exactitud) . . . . .	561 - 567
» Pie de Rey (lectura en milímetros y pulgadas) . . . . .	569 - 571
Calor y potencias caloríficas . . . . .	78
» latente de fusión . . . . .	79
» latente de vaporización . . . . .	79
Camones o levas, fresado . . . . .	639 - 642
Cargas, equivalencia en toneladas, en libras y en kilogramos . . . . .	423 - 434
Cargas que pueden soportar los tornillos y tuercas . . . . .	457
Centros de gravedad . . . . .	142 - 144
» protegidos para torneear piezas . . . . .	502
Cementación . . . . .	461 - 465
Cinemática . . . . .	48
Chavetas «Woodruff» y normales . . . . .	503 - 504
» sólidas con dientes múltiples . . . . .	505
Cifras de dureza «Rockwell» y «Brinell» . . . . .	417 - 420
» de dureza «Rockwell», «Brinell», «Vickers» y «Shore» . . . . .	424 - 434
Cinceles y buriles para máquina y mano . . . . .	409
Clasificación de aceros para piezas de automóvil . . . . .	635 - 636
Columnas de agua y mercurio . . . . .	74
Conos, cálculo general, «Morse», «Métrico», «Brown & Sharp», «Inglés», casquillos . . . . .	309 - 324
Contracción lineal, superficial y cúbica . . . . .	455
Conversión. Tablas de equivalencia entre los sistemas métrico e inglés . . . . .	49 - 69
Comparación de temperaturas . . . . .	70 - 71
Correas trapezoidales . . . . .	637 - 638
Cuadrados, cubos, raíces, circunferencia y área . . . . .	18 - 45
Cubicación de material . . . . .	500
Cuerdas de cáñamo . . . . .	522
Cuchillas para tornos y acepilladoras . . . . .	326 - 363
» para cizallas . . . . .	408
» para roscar y métodos . . . . .	290 - 295
Cuña . . . . .	145

	Páginas
Depósitos cilíndricos, resistencia a la presión interior . . . . .	456
Diamantes para retornear muelas de esmeril. . . . .	398
Dilatación cúbica. . . . .	78
» lineal . . . . .	453
Dinámica . . . . .	48
División ordinaria y diferencial en los cabezales de las máquinas fresadoras. . . . .	223 - 249
Divisor tipo de mesa (relación 1/60 - 1/80 - 1/120 - 1/180) . . . .	250 - 257
División de la circunferencia en N partes iguales . . . . .	121

<b>E</b>	
Ejes o árboles para transmisiones . . . . .	511
Elección de materiales . . . . .	438 - 452
Elementos para elevación de pesos. . . . .	517 - 522
Engranajes, fórmulas generales s/módulo y diámetro . . . . .	148 - 155
» «British Standard». . . . .	156
» «Bostock & Bramley». . . . .	157 - 160
» cónicos . . . . .	200 - 222
» helicoidales. . . . .	190 - 197
» interiores y cremallera . . . . .	199
» ruedas y piñones para cadena . . . . .	198
» tornillo sin-fin y su rueda . . . . .	184 - 188
» trazado, resistencia y medición . . . . .	161 - 182
» juego de fresas simples . . . . .	170
Equivalencias de fracciones hora . . . . .	623
Escariadores cónicos. . . . .	325

<b>F</b>	
Factores de conversión inglesa a métrica y viceversa . . . . .	67 - 69
» de seguridad en el trabajo de los metales . . . . .	435 - 437
Fórmulas generales para dimensiones de conos. . . . .	643
Fracciones de hora . . . . .	325
Fresado helicoidal . . . . .	258 - 262
» de dientes por los lados . . . . .	263
» de camones o levas. . . . .	639 - 642
Fresas, dimensiones normales . . . . .	364 - 370
» madres para engranajes rectos y helicoidales . . . . .	183
» madres para ruedas a tornillo sin-fin. . . . .	189
» simples. . . . .	180
Frigoríficas (mezclas). . . . .	80

<b>G</b>	
Galgas: «Imperial Standard», «Birmingham», «Brown & Sharp», para alambre, chapa y fleje . . . . .	65 - 66
Geometría: elementos. . . . .	130 - 141
Grados decimales en minutos y segundos . . . . .	116
Gravedad (centros) . . . . .	142 - 144

<b>L</b>	
Lectura de manómetros . . . . .	75
Levas o camones, fresado. . . . .	639 - 642
Limas, datos de características . . . . .	404 - 407
Lubricantes de corte . . . . .	61' - 62

<b>LL</b>	
Llaves para tuercas . . . . .	512

<b>M</b>	
Machos para roscas (afilado). . . . .	307
Manómetros . . . . .	75
Mandrilos para taladros y sus cuchillas . . . . .	380 - 382
Medición (elementos) . . . . .	554 - 576
Metales (aleaciones): aluminio, duraluminio, metal monel, cuproníquel, bronce, latón, etc. . . . .	448 - 452
Micrómetros (lectura). . . . .	568 - 570
Minutos y segundos en decimales de grado . . . . .	116
Momentos de inercia y resistencia . . . . .	458 - 460
Muelas de esmeril. . . . .	392 - 400
Muelles . . . . .	446 - 447

<b>P</b>	
Palancas. . . . .	146
Pasadores cónicos. . . . .	325
Peso de piezas fundidas según su moldeado . . . . .	80
Peso específico, atómico, etc. . . . .	454
Peso y datos de materiales, lubos, alambres, chapas, barras de diversos perfiles, tornillos, tuercas, remaches, etc. . . . .	468 - 489
Perfiles laminados en angular U y viguetas . . . . .	490 - 499

Pi ( $\pi$ ), factores. . . . .	129
Polea diferencial . . . . .	145
Poleas . . . . .	147
Presiones . . . . .	72 - 74
Punto de fusión y calor . . . . .	454
Punzonado . . . . .	408

## R

Refrigeración de herramientas . . . . .	615 - 617
Regla de senos . . . . .	127 - 128
Reglas de nivelar . . . . .	586
Remaches . . . . .	506 - 509
Reparación de automóviles . . . . .	629 - 633
Resistencia de materiales . . . . .	410 - 416
Resistencias de cargas en toneladas, libras y kilogramos . . . . .	424 - 434
Resortes . . . . .	446 - 447
Rodamientos a bolas y rodillos . . . . .	550-551-634
Rosca (defectos, medición y fórmulas) . . . . .	268 - 271
» métrica internacional . . . . .	272 - 273
» inglesa «Whitworth» . . . . .	274 - 276
» americana «Standard» . . . . .	278
» «British Association B. A.» . . . . .	279
» para bujías de automóviles . . . . .	280
» «Edison» para lámparas eléctricas . . . . .	280
» «Almirantazgo Británico ADM. F.» . . . . .	281
» «Brigg» para tubos . . . . .	282
» «C. E. I.», bicicletas y motocicletas . . . . .	284
» suiza «Progress» para relojes . . . . .	284
» «S. A. E. Standard» para automóviles . . . . .	285
» «Sharp (V.) V. E. E.» . . . . .	286
» «British Standard» para tubos de cobre . . . . .	286
» «Loewenherz» para mecánica fina y óptica . . . . .	287
» para engrasadores «Stauffer» . . . . .	287
» diente de sierra . . . . .	288
» trapezoidal «Acme» y «Métrica» . . . . .	289
» cuadrada . . . . .	288
» redonda . . . . .	289
Roscado con cuchillo en el torno . . . . .	292 - 296
» en el torno. Fórmulas y trenes de ruedas . . . . .	297 - 305

Roscado plano en espiral. . . . .	306
Roblones. . . . .	506 - 509
Ruedas . . . . .	147

## S

Salarios tipos «Rowan» y «Halsey» . . . . .	622
Sierras . . . . .	401-403-601

## T

Tablas de conversión de pulgadas a milímetros . . . . .	50 - 51
Tablas trigonométricas (páginas amarillas) . . . . .	81 - 115
Temperaturas: Centígrado, Fahrenheit, Réaumur. . . . .	70 - 71
Torneado de precisión . . . . .	627
Tornillo . . . . .	145
» con sus tuercas y arandelas . . . . .	277
Tornillos, cargas que pueden soportar. . . . .	457
Transmisiones . . . . .	510
Transportador «Universal» . . . . .	572
Triángulo rectángulo (soluciones) . . . . .	122 - 126

## V

Vapor de agua saturado . . . . .	76
» de agua recalentado . . . . .	77
Velocidad angular. . . . .	47 - 48
Velocidades para muelas de esmeril . . . . .	392
» para máquinas-herramientas. . . . .	587
Verificación de máquinas-herramientas . . . . .	577
» de calibres . . . . .	554 - 567
Volumen de sólidos . . . . .	136 - 141

# DEDICATORIA.

AL HOMBRE DE  
TRABAJO, A LOS  
QUE CONSAGRAN  
SU VIDA A ESTA  
SUBLIME MISIÓN,  
VALOR POSITIVO  
& los PUEBLOS.

# Cuadrados, cubos, raíces

Longitud de circunferencia y área de los círculos

n	Cua- drado	Cubo	Raiz cuadrada	Raiz cúbica	Longitud circunferencia	Área
1	1	1	1,0000	1,0000	3,141	0,7854
2	4	8	1,4142	1,2599	6,283	3,1416
3	9	27	1,7321	1,4422	9,425	7,0686
4	16	64	2,0000	1,5874	12,566	12,5664
5	25	125	2,2361	1,7100	15,708	19,6350
6	36	216	2,4495	1,8171	18,850	28,2743
7	49	343	2,6458	1,9129	21,991	38,4845
8	64	512	2,8284	2,0000	25,133	50,2655
9	81	729	3,0000	2,0801	28,274	63,6173
10	100	1000	3,1623	2,1544	31,416	78,5398
11	121	1331	3,3166	2,2240	34,558	95,0332
12	144	1728	3,4641	2,2894	37,699	113,097
13	169	2197	3,6056	2,3513	40,841	132,732
14	196	2744	3,7417	2,4101	43,982	153,938
15	225	3375	3,8730	2,4662	47,124	176,715
16	256	4096	4,0000	2,5198	50,265	201,062
17	289	4913	4,1231	2,5713	53,407	226,980
18	324	5832	4,2426	2,6207	56,549	254,469
19	361	6859	4,3589	2,6684	59,690	283,529
20	400	8000	4,4721	2,7144	62,832	314,159
21	441	9261	4,5826	2,7589	65,973	346,361
22	484	10648	4,6904	2,8020	69,115	380,133
23	529	12167	4,7958	2,8439	72,257	415,476
24	576	13824	4,8990	2,8845	75,398	452,389
25	625	15625	5,0000	2,9240	78,540	490,874
26	676	17576	5,0990	2,9625	81,681	530,920
27	729	19683	5,1962	3,0000	84,823	572,555
28	784	21952	5,2915	3,0366	87,965	615,752
29	841	24389	5,3852	3,0723	91,106	660,520
30	900	27000	5,4772	3,1072	94,284	706,858
31	961	29791	5,5678	3,1414	97,389	754,768
32	1024	32768	5,6569	3,1748	100,531	804,248
33	1089	35937	5,7446	3,2075	103,673	855,299

n	Cua- drado	Cubo	Raiz cuadrada	Raiz cúbica	Longitud circunferencia	Área
34	1156	39304	5,8310	3,2396	106,814	907,920
35	1225	42875	5,9161	3,2711	109,956	962,113
36	1296	46656	6,0000	3,3019	113,097	1017,88
37	1369	50653	6,0828	3,3322	116,239	1075,21
38	1444	54872	6,1644	3,3620	119,381	1134,11
39	1521	59319	6,2450	3,3912	122,522	1194,59
40	1600	64000	6,3246	3,4200	125,66	1256,64
41	1681	68921	6,4031	3,4482	128,81	1320,25
42	1764	74088	6,4807	3,4760	131,95	1385,44
43	1849	79507	6,5574	3,5034	135,09	1452,20
44	1936	85184	6,6332	3,5303	138,23	1520,53
45	2025	91125	6,7082	3,5569	141,37	1590,43
46	2116	97336	6,7823	3,5830	144,51	1661,90
47	2209	103823	6,8557	3,6088	147,65	1734,94
48	2304	110592	6,9282	3,6342	150,80	1809,56
49	2401	117649	7,0000	3,6593	153,94	1885,74
50	2500	125000	7,0711	3,6840	157,08	1963,50
51	2601	132651	7,1414	3,7084	160,22	2042,82
52	2704	140608	7,2111	3,7325	163,36	2123,72
53	2809	148877	7,2801	3,7563	166,50	2206,18
54	2916	157464	7,3485	3,7798	169,65	2290,22
55	3025	166375	7,4162	3,8030	172,79	2375,83
56	3136	175616	7,4833	3,8259	175,93	2463,01
57	3249	185193	7,5498	3,8485	179,07	2551,76
58	3364	195112	7,6158	3,8709	182,21	2642,08
59	3481	205379	7,6811	3,8930	185,35	2733,97
60	3600	216000	7,7460	3,9149	188,50	2827,43
61	3721	226981	7,8102	3,9365	191,64	2922,47
62	3844	238328	7,8740	3,9579	194,78	3019,07
63	3969	250047	7,9373	3,9791	197,92	3117,25
64	4096	262144	8,0000	4,0000	201,06	3216,99
65	4225	274625	8,0623	4,0207	204,20	3318,31
66	4356	287496	8,1240	4,0412	207,35	3421,19
67	4489	300763	8,1854	4,0615	210,49	3525,65
68	4624	314432	8,2462	4,0817	213,63	3631,68
69	4761	328509	8,3066	4,1016	216,77	3739,28
70	4900	343000	8,3666	4,1213	219,91	3848,45

n	Cua- drado	Cubo	Raíz cuadrada	Raíz cúbica	Longitud circunferencia	Area
71	5041	357911	8,4261	4,1408	223,05	3959,19
72	5184	373248	8,4853	4,1602	226,19	4071,50
73	5329	389017	8,5440	4,1793	229,34	4185,39
74	5476	405224	8,6023	4,1983	232,48	4300,84
75	5625	421875	8,6603	4,2172	235,62	4417,86
76	5776	438976	8,7178	4,2358	238,76	4536,46
77	5929	456533	8,7750	4,2543	241,90	4656,63
78	6084	474552	8,8318	4,2727	245,04	4778,36
79	6241	493039	8,8882	4,2908	248,19	4901,67
80	6400	512000	8,9443	4,3089	251,33	5026,55
81	6561	531441	9,0000	4,3267	254,47	5153,00
82	6724	551368	9,0554	4,3445	257,61	5281,02
83	6889	571787	9,1104	4,3621	260,75	5410,61
84	7056	592704	9,1652	4,3795	263,89	5541,77
85	7225	614125	9,2195	4,3968	267,04	5674,50
86	7396	636056	9,2736	4,4140	270,18	5808,80
87	7569	658503	9,3274	4,4310	273,32	5944,68
88	7744	681472	9,3808	4,4480	276,46	6082,12
89	7921	704969	9,4340	4,4647	279,60	6221,14
90	8100	729000	9,4868	4,4814	282,74	6361,73
91	8281	753571	9,5394	4,4979	285,88	6503,88
92	8464	778688	9,5917	4,5144	289,03	6647,61
93	8649	804357	9,6437	4,5307	292,17	6792,91
94	8836	830584	9,6954	4,5468	295,31	6939,78
95	9025	857375	9,7468	4,5629	298,45	7088,22
96	9216	884736	9,7980	4,5789	301,59	7238,23
97	9409	912673	9,8489	4,5947	304,73	7389,81
98	9604	941192	9,8995	4,6104	307,88	7542,96
99	9801	970299	9,9499	4,6261	311,02	7697,69
100	10000	1000000	10,0000	4,6416	314,16	7853,98
101	10201	1030301	10,0499	4,6570	317,30	8011,85
102	10404	1061208	10,0995	4,6723	320,44	8171,28
103	10609	1092727	10,1489	4,6875	323,58	8332,29
104	10816	1124864	10,1980	4,7027	326,73	8494,87
105	11025	1157625	10,2470	4,7177	329,87	8659,01
106	11236	1191016	10,2956	4,7326	333,01	8824,73

n	Cua- drado	Cubo	Raíz cuadrada	Raíz cúbica	Longitud circunferencia	Area
107	11449	1225043	10,3441	4,7475	336,15	8992,02
108	11664	1259712	10,3923	4,7622	339,29	9160,88
109	11881	1295029	10,4403	4,7769	342,43	9331,32
110	12100	1331000	10,4881	4,7914	345,58	9503,32
111	12321	1367631	10,5357	4,8059	348,72	9676,89
112	12544	1404928	10,5830	4,8203	351,86	9852,03
113	12769	1442897	10,6301	4,8346	355,00	10028,7
114	12996	1481544	10,6771	4,8488	358,14	10207,0
115	13225	1520875	10,7238	4,8629	361,28	10386,9
116	13456	1560896	10,7703	4,8770	364,42	10568,3
117	13689	1601613	10,8167	4,8910	367,57	10751,3
118	13924	1643032	10,8628	4,9049	370,71	10935,9
119	14161	1685159	10,9087	4,9187	373,85	11122,0
120	14400	1728000	10,9545	4,9324	376,99	11309,7
121	14641	1771561	11,0000	4,9461	380,13	11499,0
122	14884	1815848	11,0454	4,9597	383,27	11689,9
123	15129	1860867	11,0905	4,9732	386,42	11882,3
124	15376	1906624	11,1355	4,9866	389,56	12076,3
125	15625	1953125	11,1803	5,0000	392,70	12271,8
126	15876	2000376	11,2250	5,0133	395,84	12469,0
127	16129	2048383	11,2694	5,0265	398,98	12667,7
128	16384	2097152	11,3137	5,0397	402,12	12868,0
129	16641	2146689	11,3578	5,0528	405,27	13069,8
130	16900	2197000	11,4018	5,0658	408,41	13273,2
131	17161	2248091	11,4455	5,0788	411,55	13478,2
132	17424	2299968	11,4891	5,0916	414,69	13684,8
133	17689	2352637	11,5326	5,1045	417,83	13892,9
134	17956	2406104	11,5758	5,1172	420,97	14102,6
135	18225	2460375	11,6190	5,1299	424,12	14313,9
136	18496	2515456	11,6619	5,1426	427,26	14526,7
137	18769	2571353	11,7047	5,1551	430,40	14741,1
138	19044	2628072	11,7473	5,1676	433,54	14957,1
139	19321	2683619	11,7898	5,1801	436,68	15174,7
140	19600	2744000	11,8322	5,1925	439,82	15393,8
141	19881	2803221	11,8743	5,2048	442,96	15614,5
142	20164	2863288	11,9164	5,2171	446,11	15836,8
143	20449	2924207	11,9583	5,2293	449,25	16060,6

n	Cua- drado	Cubo	Raiz cuadrada	Raiz cúbica	Longitud circunferencia	Area
144	20736	2985984	12,0000	5,2415	452,39	16286,0
145	21025	3048625	12,0416	5,2536	455,53	16513,0
146	21316	3112136	12,0830	5,2656	458,67	16741,5
147	21609	3176523	12,1244	5,2776	461,81	16971,7
148	21904	3241792	12,1655	5,2896	464,96	17203,4
149	22201	3307949	12,2066	5,3015	468,10	17436,6
150	22500	3375000	12,2474	5,3133	471,24	17671,5
151	22801	3442951	12,2882	5,3251	474,38	17907,9
152	23104	3511808	12,3288	5,3368	477,52	18145,8
153	23409	3581577	12,3693	5,3485	480,66	18385,4
154	23716	3652264	12,4097	5,3601	483,81	18626,5
155	24025	3723875	12,4499	5,3717	486,95	18869,2
156	24336	3796416	12,4900	5,3832	490,09	19113,4
157	24649	3869893	12,5300	5,3947	493,23	19359,3
158	24964	3944312	12,5698	5,4061	496,37	19606,7
159	25281	4019679	12,6095	5,4175	499,51	19855,7
160	25600	4096000	12,6491	5,4288	502,65	20106,2
161	25921	4173281	12,6886	5,4401	505,80	20358,3
162	26244	4251528	12,7279	5,4514	508,94	20612,0
163	26569	4330747	12,7671	5,4626	512,08	20867,2
164	26896	4410944	12,8062	5,4737	515,22	21124,1
165	27225	4492125	12,8452	5,4848	518,36	21382,5
166	27556	4574296	12,8841	5,4959	521,50	21642,4
167	27889	4657463	12,9228	5,5069	524,65	21904,0
168	28224	4741632	12,9615	5,5178	527,79	22167,1
169	28561	4826809	13,0000	5,5288	530,93	22431,8
170	28900	4913000	13,0384	5,5397	534,07	22698,0
171	29241	5000211	13,0767	5,5505	537,21	22965,8
172	29584	5088448	13,1149	5,5613	540,35	23235,2
173	29929	5177717	13,1529	5,5721	543,50	23506,2
174	30276	5268024	13,1909	5,5828	546,64	23778,7
175	30625	5359375	13,2288	5,5934	549,78	24052,8
176	30976	5451776	13,2665	5,6041	552,92	24328,5
177	31329	5545233	13,3041	5,6147	556,06	24605,7
178	31684	5639752	13,3417	5,6252	559,20	24884,6
179	32041	5735339	13,3791	5,6357	562,35	25164,9

n	Cua- drado	Cubo	Raiz cuadrada	Raiz cúbica	Longitud circunferencia	Area
180	32400	5832000	13,4164	5,6462	565,49	25446,9
181	32761	5929741	13,4536	5,6567	568,63	25730,4
182	33124	6028568	13,4907	5,6671	571,77	26015,5
183	33489	6128487	13,5277	5,6774	574,91	26302,2
184	33856	6229504	13,5647	5,6877	578,05	26590,4
185	34225	6331625	13,6015	5,6980	581,19	26880,3
186	34596	6434856	13,6382	5,7083	584,34	27171,6
187	34969	6539203	13,6748	5,7185	587,48	27464,6
188	35344	6644672	13,7113	5,7287	590,62	27759,1
189	35721	6751269	13,7477	5,7388	593,76	28055,2
190	36100	6859000	13,7840	5,7489	596,90	28352,9
191	36181	6967871	13,8203	5,7590	600,04	28652,1
192	36864	7077888	13,8564	5,7690	603,19	28952,9
193	37249	7189057	13,8924	5,7790	606,33	29255,3
194	37636	7301384	13,9284	5,7890	609,47	29559,2
195	38025	7414875	13,9642	5,7989	612,61	29864,8
196	38416	7529536	14,0000	5,8088	615,75	30171,9
197	38809	7645373	14,0357	5,8186	618,89	30480,5
198	39204	7762392	14,0712	5,8285	622,04	30790,7
199	39601	7880599	14,1067	5,8383	625,18	31102,6
200	40000	8000000	14,1421	5,8480	628,32	31415,9
201	40401	8120601	14,1774	5,8578	631,46	31730,9
202	40804	8242408	14,2127	5,8675	634,60	32047,4
203	41209	8365427	14,2478	5,8771	637,74	32365,5
204	41616	8489664	14,2829	5,8868	640,88	32685,1
205	42025	8615125	14,3178	5,8964	644,03	33006,4
206	42436	8741816	14,3527	5,9059	647,17	33329,2
207	42849	8869743	14,3875	5,9155	650,31	33653,5
208	43264	8998912	14,4222	5,9250	653,45	33979,5
209	43681	9129329	14,4568	5,9345	656,59	34307,0
210	44100	9261000	14,4914	5,9439	659,73	34636,1
211	44521	9393931	14,5258	5,9533	662,88	34966,7
212	44944	9528128	14,5602	5,9627	666,02	35298,9
213	45369	9663597	14,5945	5,9721	669,16	35632,7
214	45796	9800344	14,6287	5,9814	672,30	35968,1
215	46225	9938375	14,6629	5,9907	675,44	36305,0
216	46656	10077696	14,6969	6,0000	678,58	36643,5

n	Cua- drado	Cubo	Raiz cuadrada	Raiz cúbica	Longitud circunferencia	Area
217	47089	10218313	14,7309	6,0092	681,73	36983,6
218	47524	10360232	14,7648	6,0185	684,87	37325,3
219	47961	10503459	14,7986	6,0277	688,01	37668,5
220	48400	10648000	14,8324	6,0368	691,15	38013,3
221	48841	10793861	14,8661	6,0459	694,29	38359,6
222	49284	10941048	14,8997	6,0550	697,43	38707,6
223	49729	11089567	14,9332	6,0641	700,58	39057,1
224	50176	11239424	14,9666	6,0732	703,72	39408,1
225	50625	11390625	15,0000	6,0822	706,86	39760,8
226	51076	11543176	15,0333	6,0912	710,00	40115,0
227	51529	11697083	15,0665	6,1002	713,14	40470,8
228	51984	11852352	15,0997	6,1091	716,28	40828,1
229	52441	12008989	15,1327	6,1180	719,42	41187,1
230	52900	12167000	15,1658	6,1269	722,57	41547,6
231	53361	12326391	15,1987	6,1358	725,71	41909,6
232	53824	12487168	15,2315	6,1446	728,85	42273,3
233	54289	12649337	15,2643	6,1534	731,99	42638,5
234	54756	12812904	15,2971	6,1622	735,13	43005,3
235	55225	12977875	15,3297	6,1710	738,27	43373,6
236	55696	13144256	15,3623	6,1797	741,42	43743,5
237	56169	13312053	15,3948	6,1885	744,56	44115,0
238	56644	13481272	15,4272	6,1972	747,70	44488,1
239	57121	13651919	15,4596	6,2058	750,84	44862,7
240	57600	13824000	15,4919	6,2145	753,98	45238,9
241	58081	13997521	15,5242	6,2231	757,12	45616,7
242	58564	14172488	15,5563	6,2317	760,27	45996,1
243	59049	14348907	15,5885	6,2403	763,41	46377,0
244	59536	14526784	15,6205	6,2488	766,55	46759,5
245	60025	14706125	15,6525	6,2573	769,69	47143,5
246	60516	14886936	15,6844	6,2658	772,83	47529,2
247	61009	15069223	15,7162	6,2743	775,97	47916,4
248	61504	15252992	15,7480	6,2828	779,11	48305,1
249	62001	15438249	15,7797	6,2912	782,26	48695,5
250	62500	15625000	15,8114	6,2996	785,40	49087,4
251	63001	15813251	15,8430	6,3080	788,54	49480,9
252	63504	16003008	15,8745	6,3164	791,68	49875,9
253	64009	16194277	15,9060	6,3247	794,82	50272,6

n	Cua- drado	Cubo	Raiz cuadrada	Raiz cúbica	Longitud circunferencia	Area
254	64516	16387064	15,9374	6,3330	797,96	50670,7
255	65025	16581375	15,9687	6,3413	801,11	51070,5
256	65536	16777216	16,0000	6,3496	804,25	51471,9
257	66049	16974593	16,0312	6,3579	807,39	51874,8
258	66564	17173512	16,0624	6,3661	810,53	52279,2
259	67081	17373979	16,0935	6,3743	813,67	52685,3
260	67600	17576000	16,1245	6,3825	816,81	53092,9
261	68121	17779581	16,1555	6,3907	819,96	53502,1
262	68644	17984728	16,1864	6,3988	823,10	53912,9
263	69169	18191447	16,2173	6,4070	826,24	54325,2
264	69696	18399744	16,2481	6,4151	829,38	54739,1
265	70225	18609625	16,2788	6,4232	832,52	55154,6
266	70756	18821096	16,3095	6,4312	835,66	55571,6
267	71289	19043163	16,3401	6,4393	838,81	55990,2
268	71824	19248832	16,3707	6,4473	841,95	56410,4
269	72361	19465109	16,4012	6,4553	845,09	56832,2
270	72900	19683000	16,4317	6,4633	848,23	57255,5
271	73441	19902511	16,4621	6,4713	851,37	57680,4
272	73984	20123648	16,4924	6,4792	854,51	58106,9
273	74529	20346417	16,5227	6,4872	857,65	58534,9
274	75076	20570824	16,5529	6,4951	860,80	58964,6
275	75625	20796875	16,5831	6,5030	863,94	59395,7
276	76176	21024576	16,6132	6,5108	867,08	59828,5
277	76729	21253933	16,6433	6,5187	870,22	60262,8
278	77284	21484952	16,6733	6,5265	873,36	60698,7
279	77841	21717639	16,7033	6,5343	876,50	61136,2
280	78400	21952000	16,7332	6,5421	879,65	61575,2
281	78961	22188041	16,7631	6,5499	882,79	62015,8
282	79524	22425768	16,7929	6,5577	885,93	62458,0
283	80089	22665187	16,8226	6,5654	889,07	62901,8
284	80656	22906304	16,8523	6,5731	892,21	63347,1
285	81225	23149125	16,8819	6,5808	895,35	63794,0
286	81796	23393656	16,9115	6,5885	898,50	64242,4
287	82369	23639903	16,9411	6,5962	901,64	64692,5
288	82944	23887872	16,9706	6,6039	904,78	65144,1
289	83521	24137569	17,0000	6,6115	907,92	65597,2



n	Cua- drado	Cubo	Raiz cuadrada	Raiz cúbica	Longitud circunferencia	Area
290	84100	24389000	17,0294	6,6191	911,06	66052,0
291	84681	24642171	17,0587	6,6267	914,20	66508,3
292	85264	24897088	17,0880	6,6343	917,35	66966,2
293	85849	25153757	17,1172	6,6419	920,49	67425,6
294	86436	25412184	17,1464	6,6494	923,63	67886,7
295	87025	25672375	17,1756	6,6569	926,77	68349,3
296	87616	25934336	17,2047	6,6644	929,91	68813,4
297	88209	26198073	17,2337	6,6719	933,05	69279,2
298	88804	26463592	17,2627	6,6794	936,19	69746,5
299	89401	26730899	17,2916	6,6869	939,34	70215,4
300	90000	27000000	17,3205	6,6943	942,48	70685,8
301	90601	27270901	17,3494	6,7018	945,62	71157,9
302	91204	27543608	17,3781	6,7092	948,76	71631,5
303	91809	27818127	17,4069	6,7166	951,90	72106,6
304	92416	28094464	17,4356	6,7240	955,04	72583,4
305	93025	28372625	17,4642	6,7313	958,19	73061,7
306	93636	28652616	17,4929	6,7387	961,33	73541,5
307	94249	28934443	17,5214	6,7460	964,47	74023,0
308	94864	29218112	17,5499	6,7533	967,61	74506,0
309	95481	29503629	17,5784	6,7606	970,75	74990,6
310	96100	29791000	17,6068	6,7679	973,89	75476,8
311	96721	30080231	17,6352	6,7752	977,04	75964,5
312	97344	30371328	17,6635	6,7824	980,18	76453,8
313	97969	30664297	17,6918	6,7897	983,32	76944,7
314	98596	30959144	17,7200	6,7969	986,46	77437,1
315	99225	31255875	17,7482	6,8041	989,60	77931,1
316	99856	31554496	17,7764	6,8113	992,74	78426,7
317	100489	31855013	17,8045	6,8185	995,88	78923,9
318	101124	32157432	17,8326	6,8256	999,03	79422,6
319	101761	32461759	17,8606	6,8328	1002,2	79922,9
320	102400	32768000	17,8885	6,8399	1005,3	80424,8
321	103041	33076161	17,9165	6,8470	1008,5	80928,2
322	103684	33386248	17,9444	6,8541	1011,6	81433,2
323	104329	33698267	17,9722	6,8612	1014,7	81939,8
324	104976	34012224	18,0000	6,8683	1017,9	82448,0
325	105625	34328125	18,0278	6,8753	1021,0	82957,7
326	106276	34645976	18,0555	6,8824	1024,2	83469,0

n	Cua- drado	Cubo	Raiz cuadrada	Raiz cúbica	Longitud circunferencia	Area
327	106929	34965783	18,0831	6,8894	1027,3	83981,8
328	107584	35287552	18,1108	6,8964	1030,4	84496,3
329	108241	35611289	18,1384	6,9034	1033,6	85012,3
330	108900	35937000	18,1659	6,9104	1036,7	85529,9
331	109561	36264691	18,1934	6,9174	1039,9	86049,0
332	110224	36594368	18,2209	6,9244	1043,0	86569,7
333	110889	36926037	18,2483	6,9313	1046,2	87092,0
334	111556	37259704	18,2757	6,9382	1049,3	87615,9
335	112225	37595375	18,3030	6,9451	1052,4	88141,3
336	112896	37933056	18,3303	6,9521	1055,6	88668,3
337	113569	38272753	18,3576	6,9589	1058,7	89196,9
338	114244	38614472	18,3848	6,9658	1061,9	89727,0
339	114921	38958219	18,4120	6,9727	1065,0	90258,7
340	115600	39304000	18,4391	6,9795	1068,1	90792,0
341	116281	39651821	18,4662	6,9864	1071,3	91326,9
342	116964	40001688	18,4932	6,9932	1074,4	91863,3
343	117649	40353607	18,5203	7,0000	1077,6	92401,3
344	118336	40707584	18,5472	7,0068	1080,7	92940,9
345	119025	41063625	18,5742	7,0136	1083,8	93482,0
346	119716	41421736	18,6011	7,0203	1087,0	94024,7
347	120409	41781923	18,6279	7,0271	1090,1	94569,0
348	121104	42144192	18,6548	7,0338	1093,3	95114,9
349	121801	42508549	18,6815	7,0406	1096,4	95662,3
350	122500	42875000	18,7083	7,0473	1099,6	96211,3
351	123201	43243551	18,7350	7,0540	1102,7	96761,8
352	123904	43614208	18,7617	7,0607	1105,8	97314,0
353	124609	43986977	18,7883	7,0674	1109,0	97867,7
354	125316	44361864	18,8149	7,0740	1112,1	98423,0
355	126025	44738875	18,8414	7,0807	1115,3	98979,8
356	126736	45118016	18,8680	7,0873	1118,4	99538,2
357	127449	45499293	18,8944	7,0940	1121,5	100098
358	128164	45882712	18,9209	7,1006	1124,7	100660
359	128881	46268279	18,9473	7,1072	1127,8	101223
360	129600	46656000	18,9737	7,1138	1131,0	101788
361	130321	47045881	19,0000	7,1204	1134,1	102354
362	131044	47437928	19,0263	7,1269	1137,3	102922
363	131769	47832147	19,0526	7,1335	1140,4	103491

n	Cua- drado	Cubo	Raiz cuadrada	Raiz cúbica	Longitud circunferencia	Area
364	132496	48228544	19,0788	7,1400	1143,5	104062
365	133225	48627125	19,1050	7,1466	1146,7	104635
366	133956	49027896	19,1311	7,1531	1149,8	105209
367	134689	49430863	19,1572	7,1596	1153,0	105785
368	135424	49836032	19,1833	7,1661	1156,1	106362
369	136161	50243409	19,2094	7,1726	1159,2	106941
370	136900	50653000	19,2354	7,1791	1162,4	107521
371	137641	51064811	19,2614	7,1855	1165,5	108103
372	138384	51478848	19,2873	7,1920	1168,7	108687
373	139129	51895117	19,3132	7,1984	1171,8	109272
374	139876	52313624	19,3391	7,2048	1175,0	109858
375	140625	52734375	19,3649	7,2112	1178,1	110447
376	141376	53157376	19,3907	7,2177	1181,2	111036
377	142129	53582633	19,4165	7,2240	1184,4	111628
378	142884	54010152	19,4422	7,2304	1187,5	112221
379	143641	54439939	19,4679	7,2368	1190,7	112815
380	144400	54872000	19,4936	7,2432	1193,8	113411
381	145161	55306341	19,5192	7,2495	1196,9	114009
382	145924	55742962	19,5448	7,2558	1200,1	114608
383	146689	56181887	19,5704	7,2622	1203,2	115209
384	147456	56623104	19,5959	7,2685	1206,4	115812
385	148225	57066625	19,6214	7,2748	1209,5	116416
386	148996	57512456	19,6469	7,2811	1212,7	117021
387	149769	57960603	19,6723	7,2874	1215,8	117628
388	150544	58411072	19,6977	7,2936	1218,9	118237
389	151321	58863869	19,7231	7,2999	1222,1	118847
390	152100	59319000	19,7484	7,3061	1225,2	119459
391	152881	59776471	19,7737	7,3124	1228,4	120072
392	153664	60236288	19,7990	7,3186	1231,5	120687
393	154449	60698457	19,8242	7,3248	1234,6	121304
394	155236	61162984	19,8494	7,3310	1237,8	121922
395	156025	61629875	19,8746	7,3372	1240,9	122542
396	156816	62099136	19,8997	7,3434	1244,1	123163
397	157609	62570773	19,9249	7,3496	1247,2	123786
398	158404	63044792	19,9499	7,3558	1250,4	124410
399	159201	63521199	19,9750	7,3619	1253,5	125036

n	Cua- drado	Cubo	Raiz cuadrada	Raiz cúbica	Longitud circunferencia	Area
400	160000	64000000	20,0000	7,3681	1256,6	125664
401	160801	64481201	20,0250	7,3742	1259,8	126293
402	161604	64964808	20,0499	7,3803	1262,9	126923
403	162409	65450827	20,0749	7,3864	1266,1	127556
404	163216	65939264	20,0998	7,3925	1269,2	128190
405	164025	66430125	20,1246	7,3986	1272,3	128825
406	164836	66923416	20,1494	7,4047	1275,5	129462
407	165649	67419143	20,1742	7,4108	1278,6	130100
408	166464	67917312	20,1990	7,4169	1281,8	130741
409	167281	68417929	20,2237	7,4229	1284,9	131382
410	168100	68921000	20,2485	7,4290	1288,1	132025
411	168921	69426531	20,2731	7,4350	1291,2	132670
412	169744	69934528	20,2978	7,4410	1294,3	133317
413	170569	70444997	20,3224	7,4470	1297,5	133965
414	171396	70957944	20,3470	7,4530	1300,6	134614
415	172225	71473375	20,3715	7,4590	1303,8	135265
416	173056	71991296	20,3961	7,4650	1306,9	135918
417	173889	72511713	20,4206	7,4710	1310,0	136572
418	174724	73034632	20,4450	7,4770	1313,2	137228
419	175561	73560059	20,4695	7,4829	1316,3	137885
420	176400	74088000	20,4939	7,4889	1319,5	138544
421	177241	74618461	20,5183	7,4948	1322,6	139205
422	178084	75151448	20,5426	7,5007	1325,8	139867
423	178929	75686967	20,5670	7,5067	1328,9	140531
424	179776	76225024	20,5913	7,5126	1332,0	141196
425	180625	76765625	20,6155	7,5185	1335,2	141863
426	181476	77308776	20,6398	7,5244	1338,3	142531
427	182329	77854483	20,6640	7,5302	1341,5	143200
428	183184	78402752	20,6882	7,5361	1344,6	143872
429	184041	78953589	20,7123	7,5420	1347,7	144545
430	184900	79507000	20,7364	7,5478	1350,9	145220
431	185761	80062991	20,7605	7,5537	1354,0	145896
432	186624	80621568	20,7846	7,5595	1357,2	146574
433	187489	81182737	20,8087	7,5654	1360,3	147254
434	188356	81746504	20,8327	7,5712	1363,5	147934
435	189225	82312875	20,8567	7,5770	1366,6	148617
436	190096	82881856	20,8806	7,5828	1369,7	149301

n	Cua- drado	Cubo	Raiz cuadrado	Raiz cúbica	Longitud circunferencia	Area
437	190969	83453453	20,9045	7,5886	1372,9	149987
438	191844	84027672	20,9284	7,5944	1376,0	150674
439	192721	84604519	20,9523	7,6001	1379,2	151363
440	193600	85184000	20,9762	7,6059	1382,3	152053
441	194481	85766121	21,0000	7,6117	1385,4	152745
442	195364	86350888	21,0238	7,6174	1388,6	153439
443	196249	86938307	21,0476	7,6232	1391,7	154134
444	197136	87528384	21,0713	7,6289	1394,9	154830
445	198025	88121125	21,0950	7,6346	1398,0	155528
446	198916	88716536	21,1187	7,6403	1401,2	156228
447	199809	89314623	21,1424	7,6460	1404,3	156930
448	200704	89915392	21,1660	7,6517	1407,4	157633
449	201601	90518849	21,1896	7,6574	1410,6	158337
450	202500	91125000	21,2132	7,6631	1413,7	159043
451	203401	91733851	21,2368	7,6688	1416,9	159751
452	204304	92345408	21,2603	7,6744	1420,0	160460
453	205209	92959677	21,2838	7,6801	1423,1	161171
454	206116	93576664	21,3073	7,6857	1426,3	161883
455	207025	94196375	21,3307	7,6914	1429,4	162597
456	207936	94818816	21,3542	7,6970	1432,6	163313
457	208849	95443993	21,3776	7,7026	1435,7	164030
458	209764	96071912	21,4009	7,7082	1438,8	164748
459	210681	96702579	21,4243	7,7138	1442,0	165468
460	211600	97336600	21,4476	7,7194	1445,1	166190
461	212521	97972181	21,4709	7,7250	1448,3	166914
462	213444	98611128	21,4942	7,7306	1451,4	167639
463	214369	99252847	21,5174	7,7362	1454,6	168365
464	215296	99897344	21,5407	7,7418	1457,7	169093
465	216225	100544625	21,5639	7,7473	1460,8	169823
466	217156	101194696	21,5870	7,7529	1464,0	170554
467	218089	101847563	21,6102	7,7584	1467,1	171287
468	219024	102503232	21,6333	7,7639	1470,3	172021
469	219961	103161709	21,6564	7,7695	1473,4	172757
470	220900	103823000	21,6795	7,7750	1476,5	173494
471	221841	104487111	21,7025	7,7805	1479,7	174234
472	222784	105154048	21,7256	7,7860	1482,8	174974
473	223729	105823817	21,7486	7,7915	1486,0	175716

n	Cua- drado	Cubo	Raiz cuadrada	Raiz cúbica	Longitud circunferencia	Area
474	224676	106496424	21,7715	7,7970	1489,1	176460
475	225625	107171875	21,7945	7,8025	1492,3	177205
476	226576	107850176	21,8174	7,8079	1495,4	177952
477	227529	108531333	21,8403	7,8134	1498,5	178701
478	228484	109215352	21,8632	7,8188	1501,7	179451
479	229441	109902239	21,8861	7,8243	1504,8	180203
480	230400	110592000	21,9089	7,8297	1508,0	180956
481	231361	111284641	21,9317	7,8352	1511,1	181711
482	232324	111980168	21,9545	7,8406	1514,2	182467
483	233289	112678587	21,9773	7,8460	1517,4	183225
484	234256	113379904	22,0000	7,8514	1520,5	183984
485	235225	114084125	22,0227	7,8568	1523,7	184745
486	236196	114791256	22,0454	7,8622	1526,8	185508
487	237169	115501303	22,0681	7,8676	1530,0	186272
488	238144	116214272	22,0907	7,8730	1533,1	187038
489	239121	116930169	22,1133	7,8784	1536,2	187805
490	240100	117649000	22,1359	7,8837	1539,4	188574
491	241081	118370771	22,1585	7,8891	1542,5	189345
492	242064	119095488	22,1811	7,8944	1545,7	190117
493	243049	119823157	22,2036	7,8998	1548,8	190890
494	244036	120553784	22,2261	7,9051	1551,9	191665
495	245025	121287375	22,2486	7,9105	1555,1	192442
496	246016	122023936	22,2711	7,9158	1558,2	193221
497	247009	122763473	22,2935	7,9211	1561,4	194000
498	248004	123505992	22,3159	7,9264	1564,5	194782
499	249001	124251499	22,3383	7,9317	1567,7	195565
500	250000	125000000	22,3607	7,9370	1570,8	196350
501	251001	125751501	22,3830	7,9423	1573,9	197136
502	252004	126506008	22,4054	7,9476	1577,1	197923
503	253009	127263527	22,4277	7,9528	1580,2	198713
504	254016	128024064	22,4499	7,9581	1583,4	199504
505	255025	128787625	22,4722	7,9634	1586,5	200296
506	256036	129554216	22,4944	7,9686	1589,6	201090
507	257049	130323843	22,5167	7,9739	1592,8	201886
508	258064	131096512	22,5389	7,9791	1595,9	202683
509	259081	131872229	22,5610	7,9843	1599,1	203482

n	Cua- drado	Cubo	Raiz cuadrada	Raiz cúbica	Longitud circunferencia	Area
510	260100	132651000	22.5832	7.9896	1602,2	204282
511	261121	133432831	22.6053	7.9948	1605,4	205084
512	262144	134217728	22.6274	8.0000	1608,5	205887
513	263169	135005697	22.6495	8.0052	1611,6	206692
514	264196	135796744	22.6716	8.0104	1614,8	207499
515	265225	136590875	22.6936	8.0156	1617,9	208307
516	266256	137388096	22.7156	8.0208	1621,1	209117
517	267289	138188413	22.7376	8.0260	1624,2	209928
518	268324	138991832	22.7596	8.0311	1627,3	210741
519	269361	139798359	22.7816	8.0363	1630,5	211556
520	270400	140608000	22.8035	8.0415	1633,6	212372
521	271441	141420761	22.8254	8.0466	1636,8	213189
522	272484	142236648	22.8473	8.0517	1639,9	214008
523	273529	143055667	22.8692	8.0569	1643,1	214829
524	274576	143877824	22.8910	8.0620	1646,2	215651
525	275625	144703125	22.9129	8.0671	1649,3	216475
526	276676	145531576	22.9347	8.0723	1652,5	217301
527	277729	146363183	22.9565	8.0774	1655,6	218128
528	278784	147197952	22.9783	8.0825	1658,8	218956
529	279841	148035899	23.0000	8.0876	1661,9	219787
530	280900	148877000	23.0217	8.0927	1665,0	220618
531	281961	149721291	23.0434	8.0978	1668,2	221452
532	283024	150568768	23.0651	8.1028	1671,3	222287
533	284089	151419437	23.0868	8.1079	1674,5	223123
534	285156	152273304	23.1084	8.1130	1677,6	223961
535	286225	153130375	23.1301	8.1180	1680,8	224801
536	287296	153990656	23.1517	8.1231	1683,9	225642
537	288369	154854153	23.1733	8.1281	1687,0	226484
538	289444	155720872	23.1948	8.1332	1690,2	227329
539	290521	156590819	23.2164	8.1382	1693,3	228175
540	291600	157464000	23.2379	8.1433	1696,5	229022
541	292681	158340421	23.2594	8.1483	1699,6	229871
542	293764	159220088	23.2809	8.1533	1702,7	230722
543	294849	160103007	23.3024	8.1583	1705,9	231574
544	295936	160989184	23.3238	8.1633	1709,0	232428
545	297025	161878625	23.3452	8.1683	1712,2	233283
546	298116	162771336	23.3666	8.1733	1715,3	234140

n	Cua- drado	Cubo	Raiz cuadrada	Raiz cúbica	Longitud circunferencia	Area
547	299209	163667323	23.3880	8.1783	1718,5	234998
548	300304	164566592	23.4094	8.1833	1721,6	235858
549	301401	165469149	23.4307	8.1882	1724,7	236720
550	302500	166375000	23.4521	8.1932	1727,9	237583
551	303601	167284151	23.4734	8.1982	1731,0	238448
552	304704	168196608	23.4947	8.2031	1734,2	239314
553	305809	169112377	23.5160	8.2081	1737,3	240182
554	306916	170031464	23.5372	8.2130	1740,4	241051
555	308025	170953875	23.5584	8.2180	1743,6	241922
556	309136	171879616	23.5797	8.2229	1746,7	242795
557	310249	172808693	23.6008	8.2278	1749,9	243669
558	311364	173741112	23.6220	8.2327	1753,0	244545
559	312481	174676879	23.6432	8.2377	1756,2	245422
560	313600	175616000	23.6643	8.2426	1759,3	246301
561	314721	176558481	23.6854	8.2475	1762,4	247181
562	315844	177504328	23.7065	8.2524	1765,6	248063
563	316969	178453547	23.7276	8.2573	1768,7	248947
564	318096	179406144	23.7487	8.2621	1771,9	249832
565	319225	180362125	23.7697	8.2670	1775,0	250719
566	320356	181321496	23.7908	8.2719	1778,1	251607
567	321489	182284263	23.8118	8.2768	1781,3	252497
568	322624	183250432	23.8328	8.2816	1784,4	253388
569	323761	184220009	23.8537	8.2865	1787,6	254281
570	324900	185193000	23.8747	8.2913	1790,7	255176
571	326041	186169411	23.8956	8.2962	1793,8	256072
572	327184	187149248	23.9165	8.3010	1797,0	256970
573	328329	188132517	23.9374	8.3059	1800,1	257869
574	329476	189119224	23.9583	8.3107	1803,3	258770
575	330625	190109375	23.9792	8.3155	1806,4	259672
576	331776	191102976	24.0000	8.3203	1809,6	260576
577	332929	192100033	24.0208	8.3251	1812,7	261482
578	334084	193100552	24.0416	8.3300	1815,8	262389
579	335241	194104539	24.0624	8.3348	1819,0	263298
580	336400	195112000	24.0832	8.3396	1822,1	264208
581	337561	196122941	24.1039	8.3443	1825,3	265120
582	338724	197137368	24.1247	8.3491	1828,4	266033
583	339889	198155287	24.1454	8.3539	1831,6	266948

n	Cua- drado	Cubo	Raiz cuadrada	Raiz cúbica	Longitud circunferencia	Area
584	341056	199176704	24,1661	8,3587	1834,7	267865
585	342225	200201625	24,1868	8,3634	1837,8	268783
586	343396	201230056	24,2074	8,3682	1841,0	269703
587	344569	202262003	24,2281	8,3730	1844,1	270624
588	345744	203297472	24,2487	8,3777	1847,3	271547
589	346921	204336469	24,2693	8,3825	1850,4	272471
590	348100	205379000	24,2899	8,3872	1853,5	273397
591	349281	206425071	24,3105	8,3919	1856,7	274325
592	350464	207474688	24,3311	8,3967	1859,8	275254
593	351649	208527857	24,3516	8,4014	1863,0	276184
594	352836	209584584	24,3721	8,4061	1866,1	277117
595	354025	210644875	24,3926	8,4108	1869,2	278051
596	355216	211708736	24,4131	8,4155	1872,4	278986
597	356409	212776173	24,4336	8,4202	1875,5	279923
598	357604	213847192	24,4540	8,4249	1878,7	280862
599	358801	214921799	24,4745	8,4296	1881,8	281802
600	360000	216000000	24,4949	8,4343	1885,0	282743
601	361201	217081801	24,5153	8,4390	1888,1	283687
602	362404	218167208	24,5357	8,4437	1891,2	284631
603	363609	219256227	24,5561	8,4484	1894,4	285578
604	364816	220348864	24,5764	8,4530	1897,5	286526
605	366025	221445125	24,5967	8,4577	1900,7	287475
606	367236	222545016	24,6171	8,4623	1903,8	288426
607	368449	223648543	24,6374	8,4670	1906,9	289379
608	369664	224755712	24,6577	8,4716	1910,1	290333
609	370881	225866529	24,6779	8,4763	1913,2	291289
610	372100	226981000	24,6982	8,4809	1916,4	292247
611	373321	228099131	24,7184	8,4856	1919,5	293206
612	374544	229220928	24,7386	8,4902	1922,7	294166
613	375769	230346397	24,7588	8,4948	1925,8	295128
614	376996	231475544	24,7790	8,4994	1928,9	296092
615	378225	232608375	24,7992	8,5040	1932,1	297057
616	379456	233744896	24,8193	8,5086	1935,2	298024
617	380689	234885113	24,8395	8,5132	1938,4	298992
618	381924	236029032	24,8596	8,5178	1941,5	299962
619	383161	237176659	24,8797	8,5224	1944,6	300934

n	Cua- drado	Cubo	Raiz cuadrada	Raiz cúbica	Longitud circunferencia	Area
620	384400	238328000	24,8998	8,5270	1947,8	301907
621	385641	239483061	24,9199	8,5316	1950,9	302882
622	386884	240641848	24,9399	8,5362	1954,1	303858
623	388129	241804367	24,9600	8,5408	1957,2	304836
624	389376	242970624	24,9800	8,5453	1960,4	305815
625	390625	244140625	25,0000	8,5499	1963,5	306796
626	391876	245314376	25,0200	8,5544	1966,6	307779
627	393129	246491883	25,0400	8,5590	1969,8	308763
628	394384	247673152	25,0599	8,5635	1972,9	309748
629	395641	248858189	25,0799	8,5681	1976,1	310736
630	396900	250047000	25,0998	8,5726	1979,2	311725
631	398161	251239591	25,1197	8,5772	1982,3	312715
632	399424	252435968	25,1396	8,5817	1985,5	313707
633	400689	253636137	25,1595	8,5862	1988,6	314700
634	401956	254840104	25,1794	8,5907	1991,8	315696
635	403225	256047875	25,1992	8,5952	1994,9	316692
636	404496	257259456	25,2190	8,5997	1998,1	317690
637	405769	258474853	25,2389	8,6043	2001,2	318690
638	407044	259694072	25,2587	8,6088	2004,4	319692
639	408321	260917119	25,2784	8,6132	2007,5	320695
640	409600	262144000	25,2982	8,6177	2010,6	321699
641	410881	263374721	25,3180	8,6222	2013,8	322705
642	412164	264609288	25,3377	8,6267	2016,9	323713
643	413449	265847707	25,3574	8,6312	2020,0	324722
644	414736	267089984	25,3772	8,6357	2023,2	325733
645	416025	268336125	25,3969	8,6401	2026,3	326745
646	417316	269586136	25,4165	8,6446	2029,5	327759
647	418609	270840023	25,4362	8,6490	2032,6	328775
648	419904	272097792	25,4558	8,6535	2035,8	329792
649	421201	273359449	25,4755	8,6579	2038,9	330810
650	422500	274625000	25,4951	8,6624	2042,0	331831
651	423801	275894451	25,5147	8,6668	2045,2	332853
652	425104	277167808	25,5343	8,6713	2048,3	333876
653	426409	278445077	25,5539	8,6757	2051,5	334901
654	427716	279726264	25,5734	8,6801	2054,6	335927
655	429025	281011375	25,5930	8,6845	2057,7	336955
656	430336	282300416	25,6125	8,6890	2060,9	337985

n	Cua- drado	Cubo	Raiz cuadrada	Raiz cúbica	Longitud circunferencia	Area
657	431649	283593393	25,6320	8,6934	2064,0	339016
658	432964	284890312	25,6515	8,6978	2067,2	340049
659	434281	286191179	25,6710	8,7022	2070,3	341084
660	435600	287496000	25,6905	8,7066	2073,5	342119
661	436921	288804781	25,7099	8,7110	2076,6	343157
662	438244	290117528	25,7294	8,7154	2079,7	344196
663	439569	291434247	25,7488	8,7198	2082,9	345237
664	440896	292754944	25,7682	8,7241	2086,0	346279
665	442225	294079625	25,7876	8,7285	2089,2	347323
666	443556	295408296	25,8070	8,7329	2092,3	348368
667	444889	296740963	25,8263	8,7373	2095,4	349415
668	446224	298077632	25,8457	8,7416	2098,6	350464
669	447561	299418309	25,8650	8,7460	2101,7	351514
670	448900	300763000	25,8844	8,7503	2104,9	352565
671	450241	302111711	25,9037	8,7547	2108,0	353618
672	451584	303464448	25,9230	8,7590	2111,2	354673
673	452929	304821217	25,9422	8,7634	2114,3	355730
674	454276	306182024	25,9615	8,7677	2117,4	356788
675	455625	307546875	25,9808	8,7721	2120,6	357847
676	456976	308915776	26,0000	8,7764	2123,7	358908
677	458329	310288733	26,0192	8,7807	2126,9	359971
678	459684	311665752	26,0384	8,7850	2130,0	361035
679	461041	313046839	26,0576	8,7893	2133,1	362101
680	462400	314433200	26,0768	8,7937	2136,3	363168
681	463761	315821241	26,0960	8,7980	2139,4	364237
682	465124	317214568	26,1151	8,8023	2142,6	365308
683	466489	318611987	26,1343	8,8066	2145,7	366380
684	467856	320013504	26,1534	8,8109	2148,8	367453
685	469225	321419125	26,1725	8,8152	2152,0	368528
686	470596	322828856	26,1916	8,8194	2155,1	369605
687	471969	324242703	26,2107	8,8237	2158,3	370684
688	473344	325660672	26,2298	8,8280	2161,4	371764
689	474721	327082769	26,2488	8,8323	2164,6	372845
690	476100	328509000	26,2679	8,8366	2167,7	373928
691	477481	329939371	26,2869	8,8408	2170,8	375013
692	478864	331373888	26,3059	8,8451	2174,0	376099
693	480249	332812557	26,3249	8,8493	2177,1	377187

n	Cua- drado	Cubo	Raiz cuadrada	Raiz cúbica	Longitud circunferencia	Area
694	481636	334255384	26,3439	8,8536	2180,3	378276
695	483025	335702375	26,3629	8,8578	2183,4	379367
696	484416	337153536	26,3818	8,8621	2186,5	380459
697	485809	338608873	26,4008	8,8663	2189,7	381553
698	487204	340068392	26,4197	8,8706	2192,8	382649
699	488601	341532099	26,4386	8,8748	2196,0	383746
700	490000	343000000	26,4575	8,8790	2199,1	384845
701	491401	344472101	26,4764	8,8833	2202,3	385945
702	492804	345948408	26,4953	8,8875	2205,4	387047
703	494209	347428927	26,5141	8,8917	2208,5	388151
704	495616	348913664	26,5330	8,8959	2211,7	389256
705	497025	350402625	26,5518	8,9001	2214,8	390363
706	498436	351895816	26,5707	8,9043	2218,0	391471
707	499849	353393243	26,5895	8,9085	2221,1	392580
708	501264	354894912	26,6083	8,9127	2224,2	393692
709	502681	356400829	26,6271	8,9169	2227,4	394805
710	504100	357911000	26,6458	8,9211	2230,5	395919
711	505521	359425431	26,6646	8,9253	2233,7	397035
712	506944	360944128	26,6833	8,9295	2236,8	398153
713	508369	362467097	26,7021	8,9337	2240,0	399272
714	509796	363994344	26,7208	8,9378	2243,1	400393
715	511225	365525875	26,7395	8,9420	2246,2	401515
716	512656	367061696	26,7582	8,9462	2249,4	402639
717	514089	368601813	26,7769	8,9503	2252,5	403765
718	515524	370146232	26,7955	8,9545	2255,7	404892
719	516961	371694959	26,8142	8,9587	2258,8	406020
720	518400	373248000	26,8328	8,9628	2261,9	407150
721	519841	374805361	26,8514	8,9670	2265,1	408282
722	521284	376367048	26,8701	8,9711	2268,2	409415
723	522729	377933067	26,8887	8,9752	2271,4	410550
724	524176	379503424	26,9072	8,9794	2274,5	411687
725	525625	381078125	26,9258	8,9835	2277,7	412825
726	527076	382657176	26,9444	8,9876	2280,8	413965
727	528529	384240583	26,9629	8,9918	2283,9	415106
728	529984	385828352	26,9815	8,9959	2287,1	416248
729	531441	387420489	27,0000	9,0000	2290,2	417393

n	Cua- drado	Cubo	Raiz cuadrada	Raiz cúbica	Longitud circunferencia	Area
730	532900	389017000	27,018,5	9,0041	2293,4	418539
731	534361	390617891	27,0370	9,0082	2296,5	419686
732	535824	392223168	27,0555	9,0123	2299,6	420835
733	537289	393832837	27,0740	9,0164	2302,8	421986
734	538756	395446904	27,0924	9,0205	2305,9	423138
735	540225	397065375	27,1109	9,0246	2309,1	424293
736	541696	398688256	27,1293	9,0287	2312,2	425447
737	543169	400315553	27,1477	9,0328	2315,4	426604
738	544644	401947272	27,1662	9,0369	2318,5	427762
739	546121	403583419	27,1846	9,0410	2321,6	428922
740	547600	405224000	27,2029	9,0450	2324,8	430084
741	549081	406869021	27,2213	9,0491	2327,9	431247
742	550564	408518488	27,2397	9,0532	2331,1	432412
743	552049	410172407	27,2580	9,0572	2334,2	433578
744	553536	411830784	27,2764	9,0613	2337,3	434746
745	555025	413493625	27,2947	9,0654	2340,5	435916
746	556516	415160936	27,3130	9,0694	2343,6	437087
747	558009	416832723	27,3313	9,0735	2346,8	438259
748	559504	418508992	27,3496	9,0775	2349,9	439433
749	561001	420189749	27,3679	9,0816	2353,1	440609
750	562500	421875000	27,3861	9,0856	2356,2	441786
751	564001	423564751	27,4044	9,0896	2359,3	442965
752	565504	425259008	27,4226	9,0937	2362,5	444146
753	567009	426957777	27,4408	9,0977	2365,6	445328
754	568516	428661064	27,4591	9,1017	2368,8	446511
755	570025	430368875	27,4773	9,1057	2371,9	447697
756	571536	432081216	27,4955	9,1098	2375,0	448883
757	573049	433798093	27,5136	9,1138	2378,2	450072
758	574564	435519512	27,5318	9,1178	2381,3	451262
759	576081	437245479	27,5500	9,1218	2384,5	452453
760	577600	438976000	27,5681	9,1258	2387,6	453646
761	579121	440711081	27,5862	9,1298	2390,8	454841
762	580644	442450728	27,6043	9,1338	2393,9	456037
763	582169	444194947	27,6225	9,1378	2397,0	457234
764	583696	445943744	27,6405	9,1418	2400,2	458434
765	585225	447697125	27,6586	9,1458	2403,3	459635
766	586756	449455096	27,6767	9,1498	2406,5	460837

n	Cua- drado	Cubo	Raiz cuadrada	Raiz cúbica	Longitud circunferencia	Area
767	588289	451217663	27,6948	9,1537	2409,6	462041
768	589824	452984832	27,7128	9,1577	2412,7	463247
769	591361	454756609	27,7308	9,1617	2415,9	464454
770	592900	456533000	27,7489	9,1657	2419,0	465663
771	594441	458314011	27,7669	9,1696	2422,2	466873
772	595984	460099648	27,7849	9,1736	2425,3	468085
773	597529	461889917	27,8029	9,1775	2428,5	469298
774	599076	463684824	27,8209	9,1815	2431,6	470513
775	600625	465484375	27,8388	9,1855	2434,7	471730
776	602176	467288576	27,8568	9,1894	2437,9	472948
777	603729	469097433	27,8747	9,1933	2441,0	474168
778	605284	470910952	27,8927	9,1973	2444,2	475389
779	606841	472729139	27,9106	9,2012	2447,3	476612
780	608400	474552000	27,9285	9,2052	2450,4	477836
781	609961	476379541	27,9464	9,2091	2453,6	479062
782	611524	478211768	27,9643	9,2130	2456,7	480290
783	613089	480048687	27,9821	9,2170	2459,9	481519
784	614656	481890304	28,0000	9,2209	2463,0	482750
785	616225	483736625	28,0179	9,2248	2466,2	483982
786	617796	485587656	28,0357	9,2287	2469,3	485216
787	619369	487443403	28,0535	9,2326	2472,4	486451
788	620944	489303872	28,0713	9,2365	2475,6	487688
789	622521	491169069	28,0891	9,2404	2478,7	488927
790	624100	493039000	28,1069	9,2443	2481,9	490167
791	625681	494913671	28,1247	9,2482	2485,0	491409
792	627264	496793088	28,1425	9,2521	2488,1	492652
793	628849	498677257	28,1603	9,2560	2491,3	493897
794	630436	500566184	28,1780	9,2599	2494,4	495143
795	632025	502459875	28,1957	9,2638	2497,6	496391
796	633616	504358336	28,2135	9,2677	2500,7	497641
797	635209	506261573	28,2312	9,2716	2503,8	498892
798	636804	508169592	28,2489	9,2754	2507,0	500145
799	638401	510082399	28,2666	9,2793	2510,1	501399
800	640000	512000000	28,2843	9,2832	2513,3	502655
801	641601	513922401	28,3019	9,2870	2516,4	503912
802	643204	515849608	28,3196	9,2909	2519,6	505171
803	644809	517781627	28,3373	9,2948	2522,7	506432

n	Cua- drado	Cubo	Raiz cuadrada	Raiz cúbica	Longitud circunferencia	Area
804	646416	519718464	28,3549	9,2986	2525,8	507694
805	648025	521660125	28,3725	9,3025	2529,0	508958
806	649636	523606616	28,3901	9,3063	2532,1	510223
807	651249	525557943	28,4077	9,3102	2535,3	511490
808	652864	527514112	28,4253	9,3140	2538,4	512758
809	654481	529475129	28,4429	9,3179	2541,5	514028
810	656100	531441000	28,4605	9,3217	2544,7	515300
811	657721	533411731	28,4781	9,3255	2547,8	516573
812	659344	535387328	28,4956	9,3294	2551,0	517848
813	660969	537367797	28,5132	9,3332	2554,1	519124
814	662596	539353144	28,5307	9,3370	2557,3	520402
815	664225	541343375	28,5482	9,3408	2560,4	521681
816	665856	543338496	28,5657	9,3447	2563,5	522962
817	667489	545338513	28,5832	9,3485	2566,7	524245
818	669124	547343432	28,6007	9,3523	2569,8	525529
819	670761	549353259	28,6182	9,3561	2573,0	526814
820	672400	551368000	28,6356	9,3599	2576,1	528102
821	674041	553387661	28,6531	9,3637	2579,2	529391
822	675684	555412248	28,6705	9,3675	2582,4	530681
823	677329	557441767	28,6880	9,3713	2585,5	531973
824	678976	559476224	28,7054	9,3751	2588,7	533267
825	680625	561515625	28,7228	9,3789	2591,8	534562
826	682276	563559976	28,7402	9,3827	2595,0	535858
827	683929	565609283	28,7576	9,3865	2598,1	537157
828	685584	567663552	28,7750	9,3902	2601,2	538456
829	687241	569722789	28,7924	9,3940	2604,4	539758
830	688900	571787000	28,8097	9,3978	2607,5	541061
831	690561	573856191	28,8271	9,4016	2610,7	542365
832	692224	575930368	28,8444	9,4053	2613,8	543671
833	693889	578009537	28,8617	9,4091	2616,9	544979
834	695556	580093704	28,8791	9,4129	2620,1	546288
835	697225	582182875	28,8964	9,4166	2623,2	547599
836	698896	5842727056	28,9137	9,4204	2626,4	548912
837	700569	586376253	28,9310	9,4241	2629,5	550226
838	702244	588480472	28,9482	9,4279	2632,7	551541
839	703921	590589719	28,9655	9,4316	2635,8	552858

n	Cua- drado	Cubo	Raiz cuadrada	Raiz cúbica	Longitud circunferencia	Area
840	705600	592704000	28,9828	9,4354	2638,9	554177
841	707281	594823321	29,0000	9,4391	2642,1	555497
842	708964	596947688	29,0172	9,4429	2645,2	556819
843	710649	599077107	29,0345	9,4466	2648,4	558142
844	712336	601211584	29,0517	9,4503	2651,5	559467
845	714025	603351125	29,0689	9,4541	2654,6	560794
846	715716	605495736	29,0861	9,4578	2657,8	562122
847	717409	607645423	29,1033	9,4615	2660,9	563452
848	719104	609800192	29,1204	9,4652	2664,1	564783
849	720801	611960049	29,1376	9,4690	2667,2	566116
850	722500	614125000	29,1548	9,4727	2670,4	567450
851	724201	616295051	29,1719	9,4764	2673,5	568786
852	725904	618470208	29,1890	9,4801	2676,6	570124
853	727609	620650477	29,2062	9,4838	2679,8	571463
854	729316	622835864	29,2233	9,4875	2682,9	572803
855	731025	625026375	29,2404	9,4912	2686,1	574146
856	732736	627222016	29,2575	9,4949	2689,2	575490
857	734449	629422793	29,2746	9,4986	2692,3	576835
858	736164	631628712	29,2916	9,5023	2695,5	578182
859	737881	633839779	29,3087	9,5060	2698,6	579530
860	739600	636056000	29,3258	9,5097	2701,8	580880
861	741321	638277381	29,3428	9,5134	2704,9	582232
862	743044	640503928	29,3598	9,5171	2708,1	583585
863	744769	642735647	29,3769	9,5207	2711,2	584940
864	746496	644972544	29,3939	9,5244	2714,3	586297
865	748225	647214625	29,4109	9,5281	2717,5	587655
866	749956	649461896	29,4279	9,5317	2720,6	589014
867	751689	651714363	29,4449	9,5354	2723,8	590375
868	753424	653972032	29,4618	9,5391	2726,9	591738
869	755161	656234909	29,4788	9,5427	2730,0	593102
870	756900	658503000	29,4958	9,5464	2733,2	594468
871	758641	660776311	29,5127	9,5501	2736,3	595835
872	760384	663054848	29,5296	9,5537	2739,5	597204
873	762129	665338617	29,5466	9,5574	2742,6	598575
874	763876	667627624	29,5635	9,5610	2745,8	599947
875	765625	669921875	29,5804	9,5647	2748,9	601320
876	767376	672221376	29,5973	9,5683	2752,0	602696



n	Cua- drado	Cubo	Raiz cuadrada	Raiz cúbica	Longitud circunferencia	Area
877	769129	674526133	29,6142	9,5719	2755,2	604073
878	770884	676836152	29,6311	9,5756	2758,3	605451
879	772641	679151139	29,6479	9,5792	2761,5	606831
880	774400	681472000	29,6648	9,5828	2764,6	608212
881	776161	683797841	29,6816	9,5865	2767,7	609595
882	777924	686128968	29,6985	9,5901	2770,9	610980
883	779689	688465387	29,7153	9,5937	2774,0	612366
884	781456	690807104	29,7321	9,5973	2777,2	613754
885	783225	693154125	29,7489	9,6010	2780,3	615143
886	784996	695506456	29,7658	9,6046	2783,5	616534
887	786769	697864103	29,7825	9,6082	2786,6	617927
888	788544	700227072	29,7993	9,6118	2789,7	619321
889	790321	702595369	29,8161	9,6154	2792,9	620717
890	792100	704969000	29,8329	9,6190	2796,0	622114
891	793881	707347971	29,8496	9,6226	2799,2	623513
892	795664	709732288	29,8664	9,6262	2802,3	624913
893	797449	712121957	29,8831	9,6298	2805,4	626315
894	799236	714516984	29,8998	9,6334	2808,6	627718
895	801025	716917375	29,9166	9,6370	2811,7	629124
896	802816	719323136	29,9333	9,6406	2814,9	630530
897	804609	721734273	29,9500	9,6442	2818,0	631938
898	806404	724150792	29,9666	9,6477	2821,2	633348
899	808201	726572699	29,9833	9,6513	2824,3	634760
900	810000	729000000	30,0000	9,6549	2827,4	636173
901	811801	731432701	30,0167	9,6585	2830,6	637587
902	813604	733870808	30,0333	9,6620	2833,7	639003
903	815409	736314327	30,0500	9,6656	2836,9	640421
904	817216	738763264	30,0666	9,6692	2840,0	641840
905	819025	741217625	30,0831	9,6727	2843,1	643261
906	820836	743677416	30,0998	9,6763	2846,3	644683
907	822649	746142643	30,1164	9,6799	2849,4	646107
908	824464	748613312	30,1330	9,6834	2852,6	647533
909	826281	751089429	30,1496	9,6870	2855,7	648960
910	828100	753571000	30,1662	9,6905	2858,8	650388
911	829921	756058031	30,1828	9,6941	2862,0	651818
912	831744	758550528	30,1993	9,6976	2865,1	653250
913	833560	761048497	30,2159	9,7012	2868,3	654684

n	Cua- drado	Cubo	Raiz cuadrada	Raiz cúbica	Longitud circunferencia	Area
914	835396	763551944	30,2324	9,7047	2871,4	656118
915	837225	766060875	30,2490	9,7082	2874,6	657555
916	839056	768575296	30,2655	9,7118	2877,7	658993
917	840889	771095213	30,2820	9,7153	2880,8	660433
918	842724	773620632	30,2985	9,7188	2884,0	661874
919	844561	776151559	30,3150	9,7224	2887,1	663317
920	846400	778688000	30,3315	9,7259	2890,3	664761
921	848241	781229961	30,3480	9,7294	2893,4	666207
922	850084	783777448	30,3645	9,7329	2896,5	667654
923	851929	786330467	30,3809	9,7364	2899,7	669103
924	853776	788889024	30,3974	9,7400	2902,8	670554
925	855625	791453125	30,4138	9,7435	2906,0	672006
926	857476	794022776	30,4302	9,7470	2909,1	673460
927	859329	796597983	30,4467	9,7505	2912,3	674915
928	861184	799178752	30,4631	9,7540	2915,4	676372
929	863041	801765089	30,4795	9,7575	2918,5	677831
930	864900	804357000	30,4959	9,7610	2921,7	679291
931	866761	806954491	30,5123	9,7645	2924,8	680752
932	868624	809557568	30,5287	9,7680	2928,0	682216
933	870489	812166237	30,5450	9,7715	2931,1	683680
934	872356	814780504	30,5614	9,7750	2934,2	685147
935	874225	817400375	30,5778	9,7785	2937,4	686615
936	876096	820025856	30,5941	9,7819	2940,5	688084
937	877969	822656953	30,6105	9,7854	2943,7	689555
938	879844	825293672	30,6268	9,7889	2946,8	691028
939	881721	827936019	30,6431	9,7924	2950,0	692502
940	883600	830584000	30,6594	9,7959	2953,1	693978
941	885481	833237621	30,6757	9,7993	2956,2	695455
942	887364	835896888	30,6920	9,8028	2959,4	696934
943	889249	838561807	30,7083	9,8063	2962,5	698415
944	891136	841232384	30,7246	9,8097	2965,7	699897
945	893025	843908625	30,7409	9,8132	2968,8	701380
946	894916	846590536	30,7571	9,8167	2971,9	702865
947	896809	849278123	30,7734	9,8201	2975,1	704352
948	898704	851971392	30,7896	9,8236	2978,2	705840
949	900601	854670349	30,8058	9,8270	2981,4	707330

n	Cua- drado	Cubo	Raíz cuadrada	Raíz cúbica	Longitud circunferencia	Area
950	902500	857375000	30,8221	9,8305	2984,5	708822
951	904401	860085351	30,8383	9,8339	2987,7	710315
952	906304	862801408	30,8545	9,8374	2990,8	711809
953	908209	865523177	30,8707	9,8408	2993,9	713306
954	910146	868250664	30,8869	9,8443	2997,1	714803
955	912025	870983875	30,9031	9,8477	3000,2	716303
956	913936	873722816	30,9192	9,8511	3003,4	717804
957	915849	876467493	30,9354	9,8546	3006,5	719306
958	917764	879217912	30,9516	9,8580	3009,6	720810
959	919681	881974079	30,9677	9,8614	3012,8	722316
960	924600	884736000	30,9839	9,8648	3015,9	723823
961	923521	887503681	31,0000	9,8683	3019,1	725332
962	925444	890277128	31,0161	9,8717	3022,2	726842
963	927369	893056347	31,0322	9,8751	3025,4	728354
964	929296	895841344	31,0483	9,8785	3028,5	729867
965	931225	898632125	31,0644	9,8819	3031,6	731382
966	933156	901428696	31,0805	9,8854	3034,8	732899
967	935089	904231063	31,0966	9,8888	3037,9	734417
968	937024	907039232	31,1127	9,8922	3041,1	735937
969	938961	909853209	31,1288	9,8956	3044,2	737458
970	940900	912673000	31,1448	9,8990	3047,3	738981
971	942841	915498611	31,1609	9,9024	3050,5	740506
972	944784	918330048	31,1769	9,9058	3053,6	742032
973	946729	921167317	31,1929	9,9092	3056,8	743559
974	948676	924010424	31,2090	9,9126	3059,9	745088
975	950625	926859375	31,2250	9,9160	3063,1	746619
976	952576	929714176	31,2410	9,9194	3066,2	748151
977	954529	932574833	31,2570	9,9227	3069,3	749685
978	956484	935441352	31,2730	9,9261	3072,5	751221
979	958441	938313739	31,2890	9,9295	3075,6	752758
980	960400	941192000	31,3050	9,9329	3078,8	754296
981	962361	944076141	31,3209	9,9363	3081,9	755837
982	964324	946966168	31,3369	9,9396	3085,0	757378
983	966289	949862087	31,3528	9,9430	3088,2	758922
984	968256	952763904	31,3688	9,9464	3091,3	760466
985	970225	955671625	31,3847	9,9497	3094,5	762013
986	972196	958585256	31,4006	9,9531	3097,6	763561

n	Cua- drado	Cubo	Raíz cuadrada	Raíz cúbica	Longitud circunferencia	Area
987	974169	961504803	31,4166	9,9565	3100,8	765111
988	976144	964430272	31,4325	9,9598	3103,9	766662
989	978121	967361669	31,4484	9,9632	3107,0	768214
990	980100	970299000	31,4643	9,9666	3110,2	769769
991	982081	973242271	31,4802	9,9699	3113,3	771325
992	984064	976191488	31,4960	9,9733	3116,5	772882
993	986049	979146657	31,5119	9,9766	3119,6	774441
994	988036	982107784	31,5278	9,9800	3122,7	776002
995	990025	985074875	31,5436	9,9833	3125,9	777564
996	992016	988047936	31,5595	9,9866	3129,0	779128
997	994009	991026973	31,5753	9,9900	3132,2	780693
998	996004	994011992	31,5911	9,9933	3135,3	782260
999	998001	997002999	31,6070	9,9967	3138,5	783828
1000	1000000	1000000000	31,6228	10,0000	3141,6	785398

**OBSERVACIONES REFERENTES A LAS TABLAS DE CUADRADO, CUBO, RAIZ CUADRADA Y CUBICA DE UN NUMERO n, CIRCUNFERENCIA Y AREA DEL CIRCULO DE DIAMETRO n**

Estas tablas están indicadas en números enteros de 1 a 1000, y para determinar los valores de números decimales se opera del modo siguiente:

Para obtener  $23.4^2$  se tomará  $234^2 = 54756$  y se separan dos cifras con la coma: 547.56.

Para obtener  $23.4^3$  se tomará  $234^3 = 12812904$ , separándose tres cifras con la coma: 12812.904.

Para obtener  $\sqrt{23.4}$  se tomará  $\sqrt{234} = 15.2971$ , se adelantará un puesto la coma y se tendrá 1.52971.

Para obtener  $\sqrt[3]{0.234}$  se tomará  $\sqrt[3]{234} = 6.1622$ , se adelantará un puesto la coma y se tendrá 0.61622.

Para obtener  $\sqrt{23.4}$  y  $\sqrt[3]{23.4}$  se procederá por interpolación entre  $\sqrt{23}$  y  $\sqrt{24}$  y entre  $\sqrt[3]{23}$  y  $\sqrt[3]{24}$  respectivamente.

Para obtener  $\pi$  por 23.4 se tomará  $\pi$  por 234 = 735.13, se adelantará un puesto la coma y se tendrá 73.513.

Para obtener  $\frac{\pi \times 23.4^2}{4}$  se tomará  $\frac{\pi \times 234^2}{4} = 43005.3$ , se adelantará dos puestos la coma y se tendrá 430.053.

Estas tablas también se utilizan para más de 1000 números para obtener la raíz cuadrada y raíz cúbica, los números de la primera columna n representará la raíz cuadrada y la raíz cúbica del número mayor de 1000.

**EJEMPLO**

46 representa respectivamente la raíz cuadrada del número 1936 y la raíz cúbica del número 85184, ambas cantidades se encontrarán en la segunda y tercera columna de la Tabla.

Para números intermedios procédase por interpolación, por ejemplo  $\sqrt{1960}$  se verá que este valor está entre los números 44 y 45.

**VALORES DE LA VELOCIDAD ANGULAR**

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0.0000	0.1047	0.2094	0.3142	0.4189	0.4236	0.6283	0.7330	0.8378	0.9425
10	1.0472	1.1519	1.2566	1.3614	1.4661	1.5708	1.6755	1.7802	1.8850	1.9897
20	2.0944	2.1991	2.3038	2.4086	2.5133	2.6180	2.7227	2.8284	2.9332	3.0369
30	3.1416	3.2463	3.3510	3.4558	3.5605	3.6652	3.7699	3.8746	3.9794	4.0841
40	4.1888	4.2935	4.3982	4.5029	4.6077	4.7124	4.8171	4.9218	5.0265	5.1313
50	5.2360	5.3407	5.4454	5.5501	5.6549	5.7596	5.8643	5.9690	6.0737	6.1785
60	6.2832	6.3879	6.4926	6.5973	6.7021	6.8068	6.9115	7.0162	7.1209	7.2257
70	7.3304	7.4351	7.5398	7.6445	7.7493	7.8540	7.9587	8.0634	8.1681	8.2729
80	8.3776	8.4823	8.5870	8.6917	8.7965	8.9012	9.0059	9.1106	9.2153	9.3201
90	9.4248	9.5245	9.6242	9.7239	9.8237	9.9234	10.0231	10.1228	10.2225	10.3223
100	10.422	10.522	10.622	10.722	10.822	10.922	11.022	11.122	11.222	11.322
110	11.519	11.624	11.729	11.834	11.939	12.044	12.149	12.254	12.359	12.464
120	12.566	12.671	12.776	12.881	12.986	13.091	13.196	13.299	13.404	13.509
130	13.614	13.718	13.823	13.928	14.033	14.138	14.243	14.348	14.453	14.558
140	14.661	14.765	14.870	14.975	15.080	15.185	15.289	15.394	15.499	15.603
150	15.708	15.813	15.917	16.022	16.127	16.232	16.336	16.441	16.546	16.650
160	16.755	16.860	16.965	17.069	17.174	17.279	17.383	17.488	17.593	17.698
170	17.802	17.907	18.012	18.117	18.221	18.326	18.431	18.535	18.640	18.745
180	18.850	18.954	19.059	19.164	19.268	19.373	19.478	19.583	19.687	19.792
190	19.897	20.001	20.106	20.211	20.316	20.420	20.525	20.630	20.735	20.839
200	20.944	21.049	21.153	21.258	21.363	21.468	21.572	21.677	21.782	21.886
210	21.991	22.096	22.201	22.305	22.410	22.515	22.619	22.724	22.829	22.934
220	23.038	23.143	23.248	23.353	23.457	23.562	23.667	23.771	23.876	23.981
230	24.086	24.190	24.295	24.400	24.504	24.609	24.714	24.819	24.923	25.028
240	25.133	25.237	25.342	25.447	25.552	25.656	25.761	25.866	25.970	26.075
250	26.180	26.285	26.389	26.494	26.599	26.704	26.808	26.913	27.017	27.122
260	27.227	27.332	27.437	27.541	27.646	27.751	27.855	27.960	28.065	28.170
270	28.274	28.379	28.484	28.588	28.693	28.798	28.903	29.007	29.112	29.217
280	29.322	29.426	29.531	29.636	29.740	29.845	29.950	30.055	30.159	30.264
290	30.369	30.473	30.578	30.683	30.788	30.892	30.997	31.102	31.206	31.311
300	31.416	31.521	31.625	31.730	31.835	31.940	32.044	32.149	32.254	32.358
310	32.463	32.568	32.673	32.777	32.882	32.987	33.091	33.196	33.301	33.406
320	33.510	33.615	33.720	33.824	33.929	34.034	34.139	34.243	34.348	34.453
330	34.558	34.663	34.767	34.872	34.976	35.081	35.186	35.291	35.395	35.500
340	35.605	35.709	35.814	35.919	36.024	36.128	36.233	36.338	36.442	36.547
350	36.652	36.757	36.861	36.966	37.071	37.176	37.280	37.385	37.490	37.594
360	37.699	37.804	37.909	38.013	38.118	38.223	38.327	38.432	38.537	38.642
370	38.746	38.851	38.956	39.060	39.165	39.270	39.375	39.479	39.584	39.689
380	39.794	39.898	40.003	40.108	40.212	40.317	40.422	40.527	40.631	40.736
390	40.841	40.945	41.050	41.155	41.260	41.364	41.469	41.574	41.678	41.783
400	41.888	41.993	42.097	42.202	42.307	42.412	42.516	42.621	42.726	42.830
410	42.935	43.040	43.145	43.249	43.354	43.459	43.563	43.668	43.773	43.878
420	43.982	44.087	44.192	44.296	44.401	44.506	44.611	44.715	44.820	44.925
430	45.029	45.134	45.239	45.344	45.448	45.553	45.658	45.763	45.867	45.972
440	46.077	46.181	46.286	46.391	46.496	46.600	46.705	46.810	46.914	47.019
450	47.124	47.229	47.333	47.438	47.543	47.647	47.752	47.857	47.962	48.066
460	48.171	48.276	48.381	48.485	48.590	48.695	48.799	48.904	49.009	49.114
470	49.218	49.323	49.428	49.532	49.637	49.742	49.847	49.951	50.056	50.161
480	50.265	50.370	50.475	50.580	50.684	50.789	50.894	50.999	51.103	51.208
490	51.313	51.417	51.522	51.627	51.732	51.836	51.941	52.046	52.150	52.255
500	52.360	52.465	52.569	52.674	52.779	52.883	52.988	53.093	53.198	53.302

## FORMULAS DE CINEMATICA

$s$  = Espacio.  $t$  = Tiempo.  $v$  = Velocidad.  $a$  = Aceleración.

### MOVIMIENTO UNIFORME

$$s = v \times t, \quad t = \frac{s}{v}, \quad v = \frac{s}{t}.$$

### MOVIMIENTO UNIFORMEMENTE ACELERADO

$$v = a \times t, \quad t = \frac{v}{a}, \quad a = \frac{v}{t}, \quad s = \frac{v}{2} \times t = \frac{a \times t^2}{2}.$$

### MOVIMIENTO CIRCULAR

$$v = \frac{2\pi n}{60} R \quad \omega = \frac{2\pi n}{60} = 0,1047n.$$

$n$  = Número de revoluciones por minuto.

$R$  = Distancia en metros del punto considerado como eje de rotación.

$v$  = Velocidad en metros por segundo.

$\omega$  = Velocidad angular.

## FORMULAS DE DINAMICA

$P$  = Peso de un cuerpo.

$g$  = Aceleración producida por la gravedad (9,81 metros por segundo).

$M$  = Masa de un cuerpo.

$F$  = Fuerza centrífuga o centripeta de un cuerpo con masa  $M$ .

$f$  = Fuerza viva.

### FUERZA CENTRIFUGA

$$F = \frac{M \times v^2}{R}$$

Fuerza centrífuga  $F$  de un cuerpo con masa  $M$  dotado de velocidad  $v$  en metros por segundo situado a la distancia  $R$  en metros del centro de rotación.

### FUERZA VIVA

$$f = \frac{M \times v^2}{2} = P \times h = P \times s.$$

Referido a la fuerza viva  $f$  de un cuerpo de masa  $M$  dotado de velocidad  $V$ .

$P$  = Peso del cuerpo,  $h$  = altura de caída,  $S$  = espacio recorrido.

Considerando un cuerpo de masa  $M$  caída libre en el vacío, tenemos las siguientes relaciones:

$$f = P \times h, \quad h = \frac{v^2}{2 \times g}, \quad t = \sqrt{\frac{2 \times h}{g}}, \quad v = \sqrt{2g \times h}.$$

## TABLAS DE CONVERSION

# TABLA DE CONVERSION

## Pulgadas inglesas a milímetros

Pulgadas	0"	1"	2"	3"	4"	5"	6"	7"	8"	9"	10"	11"
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.
0"	—	25.400	50.800	76.200	101.600	127.000	152.400	177.800	203.200	228.600	254.000	279.400
1/64"	0.397	25.797	51.197	76.597	101.997	127.397	152.797	178.197	203.597	228.997	254.397	279.797
1/32"	0.794	26.194	51.694	77.094	102.394	127.794	153.194	178.594	203.994	229.394	254.794	280.194
3/64"	1.191	26.591	51.991	77.391	102.791	128.191	153.591	178.991	204.391	229.791	255.191	280.591
1/16"	1.588	26.988	52.388	77.788	103.188	128.588	153.988	179.388	204.788	230.188	255.588	280.988
5/64"	1.984	27.384	52.784	78.184	103.584	128.984	154.384	179.784	205.184	230.584	255.984	281.384
3/32"	2.381	27.781	53.181	78.581	103.981	129.381	154.781	180.181	205.581	230.981	256.381	281.781
7/64"	2.778	28.178	53.578	78.978	104.378	129.778	155.178	180.578	205.978	231.378	256.778	282.178
1/8"	3.175	28.575	53.975	79.375	104.775	130.175	155.575	180.975	206.375	231.775	257.175	282.575
9/64"	3.572	28.972	54.372	79.772	105.172	130.572	155.972	181.372	206.772	232.172	257.572	282.972
5/32"	3.969	29.369	54.769	80.169	105.569	130.969	156.369	181.769	207.169	232.569	257.969	283.369
11/64"	4.366	29.766	55.166	80.566	105.966	131.366	156.766	182.166	207.566	232.966	258.366	283.766
3/16"	4.762	30.162	55.562	80.962	106.362	131.762	157.162	182.562	207.962	233.362	258.762	284.162
13/64"	5.169	30.559	55.959	81.359	106.759	132.159	157.559	182.959	208.359	233.759	259.159	284.559
7/32"	5.556	30.956	56.356	81.758	107.156	132.556	157.956	183.356	208.756	234.156	259.556	284.956
15/64"	5.953	31.353	56.753	82.153	107.553	132.953	158.353	183.753	209.153	234.553	259.953	285.353
1/4"	6.350	31.750	57.150	82.550	107.950	133.350	158.750	184.150	209.550	234.950	260.350	285.750
17/64"	6.747	32.147	57.547	82.947	108.347	133.747	159.147	184.547	209.947	235.347	260.747	286.147
9/32"	7.144	32.544	57.944	83.344	108.744	134.144	159.544	184.944	210.344	235.744	261.144	286.544
19/64"	7.541	32.941	58.341	83.741	109.141	134.541	159.941	185.341	210.741	236.141	261.541	286.941
5/16"	7.938	33.338	58.738	84.138	109.538	134.938	160.338	185.738	211.138	236.538	261.938	287.338
21/64"	8.334	33.734	59.134	84.534	109.934	135.334	160.734	186.134	211.534	236.934	262.334	287.734
11/32"	8.731	34.131	59.531	84.931	110.331	135.731	161.131	186.531	211.931	237.331	262.731	288.131
23/64"	9.128	34.528	59.928	85.328	110.728	136.128	161.528	186.928	212.328	237.728	263.128	288.528
3/8"	9.525	34.925	60.325	85.725	111.125	136.525	161.925	187.325	212.725	238.125	263.525	288.925
25/64"	9.922	35.322	60.722	86.122	111.522	136.922	162.322	187.722	213.122	238.522	263.922	289.322
13/32"	10.319	35.719	61.119	86.519	111.919	137.319	162.719	188.119	213.519	238.919	264.319	289.719
27/64"	10.716	36.116	61.516	86.916	112.316	137.716	163.116	188.516	213.916	239.316	264.716	290.116

7/16"	11.112	36.512	61.912	87.312	112.712	138.112	163.512	188.912	214.312	239.712	265.112	290.512
29/64"	11.509	36.909	62.309	87.709	113.109	138.509	163.909	189.309	214.709	240.109	265.509	290.909
15/32"	11.906	37.306	62.706	88.106	113.506	138.906	164.306	189.706	215.106	240.506	265.906	291.306
31/64"	12.303	37.703	63.103	88.503	113.903	139.303	164.703	190.103	215.503	240.903	266.303	291.703
1/2"	12.700	38.100	63.500	88.900	114.300	139.700	165.100	190.500	215.900	241.300	266.700	292.100
33/64"	13.097	38.497	63.897	89.297	114.697	140.097	165.497	190.897	216.297	241.697	267.097	292.497
17/32"	13.494	38.894	64.294	89.694	115.094	140.494	165.894	191.294	216.694	242.094	267.494	292.894
35/64"	13.891	39.291	64.691	90.091	115.491	140.891	166.291	191.691	217.091	242.491	267.891	293.291
9/16"	14.288	39.688	65.088	90.488	115.888	141.288	166.688	192.088	217.488	242.888	268.288	293.688
37/64"	14.684	40.084	65.484	90.884	116.284	141.684	167.084	192.484	217.884	243.284	268.684	294.084
19/32"	15.081	40.481	65.881	91.281	116.681	142.081	167.481	192.881	218.281	243.681	269.081	294.481
39/64"	15.478	40.878	66.278	91.678	117.078	142.478	167.878	193.278	218.678	244.078	269.478	294.878
5/8"	15.875	41.275	66.675	92.075	117.475	142.875	168.275	193.675	219.075	244.475	269.875	295.275
41/64"	16.272	41.672	67.072	92.472	117.872	143.272	168.672	194.072	219.472	244.872	270.272	295.672
21/32"	16.669	42.069	67.469	92.869	118.269	143.669	169.069	194.469	219.869	245.269	270.669	296.069
43/64"	17.066	42.466	67.866	93.266	118.666	144.066	169.466	194.866	220.266	245.666	271.066	296.466
11/16"	17.462	42.862	68.262	93.662	119.062	144.462	169.862	195.262	220.662	246.062	271.462	296.862
45/64"	17.859	43.259	68.659	94.059	119.459	144.859	170.259	195.659	221.059	246.459	271.859	297.259
23/32"	18.256	43.656	69.056	94.456	119.856	145.256	170.656	196.056	221.456	246.856	272.256	297.656
47/64"	18.653	44.053	69.453	94.853	120.253	145.653	171.053	196.453	221.853	247.253	272.653	298.053
3/4"	19.050	44.450	69.850	95.250	120.650	146.050	171.450	196.850	222.250	247.650	273.050	298.450
49/64"	19.447	44.847	70.247	95.647	121.047	146.447	171.847	197.247	222.647	248.047	273.447	298.847
25/32"	19.844	45.244	70.644	96.044	121.444	146.844	172.244	197.644	223.044	248.444	273.844	299.244
51/64"	20.241	45.641	71.041	96.441	121.841	147.241	172.641	198.041	223.441	248.841	274.241	299.641
13/16"	20.638	46.038	71.438	96.838	122.238	147.638	173.038	198.438	223.838	249.238	274.638	300.038
53/64"	21.034	46.434	71.834	97.234	122.634	148.034	173.434	198.834	224.234	249.634	275.034	300.434
27/32"	21.431	46.831	72.231	97.631	123.031	148.431	173.831	199.231	224.631	250.031	275.431	300.831
55/64"	21.828	47.228	72.628	98.028	123.428	148.828	174.228	199.628	225.028	250.428	275.828	301.228
7/8"	22.225	47.625	73.025	98.425	123.825	149.225	174.625	200.025	225.425	250.825	276.225	301.625
5/8"	22.622	48.022	73.422	98.822	124.222	149.622	175.022	200.422	225.822	251.222	276.622	302.022
29/32"	23.019	48.419	73.819	99.219	124.619	150.019	175.419	200.819	226.219	251.619	277.019	302.419
59/64"	23.416	48.816	74.216	99.616	125.016	150.416	175.816	201.216	226.616	252.016	277.416	302.816
15/16"	23.812	49.212	74.612	100.012	125.412	150.812	176.212	201.612	227.012	252.412	277.812	303.212
61/64"	24.209	49.609	75.009	100.409	125.809	151.209	176.609	202.009	227.409	252.809	278.209	303.609
31/32"	24.606	50.008	75.406	100.808	126.206	151.606	177.006	202.406	227.806	253.206	278.606	304.006
63/64"	25.003	50.403	75.803	101.203	126.603	152.003	177.403	202.803	228.203	253.603	279.003	304.403

12" = 304.800 mm.

## ADVERTENCIAS

Una insignificante diferencia existe en la conversión de la pulgada inglesa a milímetros, y ello es debido a las apreciaciones de diversos autores, ya que la conversión oficial de los Estados Unidos de América tiene esta relación:

$$\frac{1 \text{ yarda}}{1 \text{ metro}} = \frac{3600}{3937}$$

Siendo la relación de Inglaterra:

$$\frac{1 \text{ yarda}}{1 \text{ metro}} = \frac{3600}{3937.0113}$$

De estas relaciones se derivan las siguientes relaciones aproximadas:

$$1 \text{ pulgada (U. S. A.)} = 25.40005$$

$$1 \text{ pulgada inglesa} = 25.39978$$

Estas diferencias no deben ser apreciadas en trabajos de mecánica corriente, pero si en los de precisión para la ciencia e industria, y se recomienda operar para la conversión de medidas de precisión por la tabla de décimas, centésimas y milésimas, la cual permite de una forma rápida, por medio de sumas, el convertir cualquier medida.

## EJEMPLO

Convertir 20''/201 pulgadas a milímetros:

$$20'' = 508.0 \text{ mm.} \quad 0''/2 = 5.08 \text{ mm.} \quad 0''/001 = 0.0254 \text{ mm.}$$

$$508.0 + 5.08 + 0.0254 = 513.1054 \text{ mm.}$$

Diferencias que existen entre la relación americana y la inglesa en una pulgada:

Relación americana.....	25.40005
Relación inglesa.....	25.39978
Diferencia.....	00.000072

Relación americana.....	25.40005
Relación según varios autores... ..	25.39954
Diferencia.....	00.00051
Relación inglesa.....	25.39978
Relación según varios autores... ..	25.39954
Diferencia.....	00.000438

Como queda demostrado, la diferencia es prácticamente *inmedible* para la mecanización de piezas, y, por tanto, no debe tenerse en cuenta sino para casos de extrema precisión.

La equivalencia 25.4 se procura sea «universal», por corresponder a la relación:

$$1 \text{ yarda} = 0.9144 \text{ metros.}$$

$$1 \text{ yarda} = 36 \text{ pulgadas.}$$

$$1 \text{ yarda} = 3 \text{ pies.}$$

Conversión de  $\frac{1}{10}$   $\frac{1}{100}$   $\frac{1}{1000}$  de milímetro

## a pulgadas y viceversa

$\frac{1}{10}$ mm.		$\frac{1}{100}$ mm.		$\frac{1}{1000}$ mm.	
mm.	Pulg.	mm.	Pulg.	mm.	Pulg.
0.1	.00394	0.01	.00039	0.001	.000039
0.2	.00787	0.02	.00079	0.002	.000079
0.3	.01181	0.03	.00118	0.003	.000118
0.4	.01575	0.04	.00157	0.004	.000157
0.5	.01969	0.05	.00197	0.005	.000197
0.6	.02362	0.06	.00236	0.006	.000236
0.7	.02756	0.07	.00276	0.007	.000276
0.8	.03150	0.08	.00315	0.008	.000315
0.9	.03543	0.09	.00354	0.009	.000354

$\frac{1''}{10}$		$\frac{1''}{100}$		$\frac{1''}{1000}$	
Pulg.	mm.	Pulg.	mm.	Pulg.	mm.
.1	2.54	.01	.254	.001	.0254
.2	5.08	.02	.508	.002	.0508
.3	7.62	.03	.762	.003	.0762
.4	10.16	.04	1.016	.004	.1016
.5	12.70	.05	1.270	.005	.1270
.6	15.24	.06	1.524	.006	.1524
.7	17.78	.07	1.778	.007	.1778
.8	20.32	.08	2.032	.008	.2032
.9	22.86	.09	2.286	.009	.2286

## Unidades de pulgadas a milímetros

Pulg.	10	20	30
0	254.0	508.0	762.0
1	279.4	533.4	787.4
2	304.8	558.8	812.8
3	330.2	584.2	838.2
4	355.6	609.6	863.6
5	381.0	635.0	889.0
6	406.4	660.4	914.4
7	431.8	685.8	939.8
8	457.2	711.2	965.2
9	482.6	736.6	990.6

# Conversión de milímetros a pulgadas inglesas

1 metro = 39''370113 pulgadas

* mm.	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0		.39370	.78740	1.18110	1.57480	1.96851	2.36221	2.75591	3.14961
1	.03937	.43307	.82677	1.22047	1.61417	2.00788	2.40158	2.79528	3.18898
2	.0787	.47244	.86614	1.25984	1.65354	2.04725	2.44095	2.83465	3.22835
3	.11811	.51181	.90551	1.29921	1.69291	2.08662	2.48032	2.87402	3.26772
4	.15748	.55118	.94488	1.33858	1.73228	2.12599	2.51969	2.91339	3.30709
5	.19685	.59055	.98425	1.37795	1.77165	2.16536	2.55906	2.95276	3.34646
6	.23622	.62992	1.02362	1.41732	1.81103	2.20473	2.59843	2.99213	3.38583
7	.27559	.66929	1.06299	1.45669	1.85040	2.24410	2.63780	3.03150	3.42520
8	.31496	.70866	1.10236	1.49606	1.88977	2.28347	2.67717	3.07087	3.46457
9	.35433	.74803	1.14173	1.53543	1.92914	2.32284	2.71654	3.11024	3.50394

mm.	100	200	300	400	500	600	700	800	900
0		3.93701	7.87402	11.8110	15.7480	19.6851	23.6221	27.5591	31.4961
10	.39370	4.33071	8.26772	12.2047	16.1417	20.0788	24.0158	27.9528	31.8898
20	.78740	4.72441	8.66242	12.5984	16.5354	20.4725	24.4095	28.3465	32.2835
30	1.18110	5.11811	9.05513	12.9921	16.9291	20.8662	24.8032	28.7402	32.6772
40	1.57480	5.51181	9.44883	13.3858	17.3228	21.2599	25.1969	29.1339	33.0709
50	1.96851	5.90552	9.84252	13.7795	17.7165	21.6536	25.5906	29.5276	33.4646
60	2.36221	6.29922	10.2362	14.1732	18.1103	22.0473	25.9843	29.9213	33.8583
70	2.75591	6.69292	10.6299	14.5669	18.5040	22.4410	26.3780	30.3150	34.2520
80	3.14961	7.08662	11.0236	14.9606	18.8977	22.8347	26.7717	30.7087	34.6457
90	3.54331	7.48032	11.4173	15.3543	19.2914	23.2284	27.1654	31.1024	35.0394

## Fracciones de pulgada a decimales

1/64	0.015625	33/64	0.515625
1/32	0.03125	17/32	0.53125
3/64	0.046875	35/64	0.546875
1/16	0.0625	9/16	0.5625
5/64	0.078125	37/64	0.578125
3/32	0.09375	19/32	0.59375
7/64	0.109375	39/64	0.609375
1/8	0.125	5/8	0.625
9/64	0.140625	41/64	0.640625
5/32	0.15625	21/32	0.65625
11/64	0.171875	43/64	0.671875
3/16	0.1875	11/16	0.6875
13/64	0.203125	45/64	0.703125
7/32	0.21875	23/32	0.71875
15/64	0.234375	47/64	0.734375
1/4	0.25	3/4	0.75
17/64	0.265625	49/64	0.765625
9/32	0.28125	25/32	0.78125
19/64	0.296875	51/64	0.796875
5/16	0.3125	13/16	0.8125
21/64	0.328125	53/64	0.828125
11/32	0.34375	27/32	0.84375
23/64	0.359375	55/64	0.859375
3/8	0.375	7/8	0.875
25/64	0.390625	57/64	0.890625
13/32	0.40625	29/32	0.90625
27/64	0.421875	59/64	0.921875
7/16	0.4375	15/16	0.9375
29/64	0.453125	61/64	0.953125
15/32	0.46875	31/32	0.96875
31/64	0.484375	63/64	0.984375
1/2	0.5	1	1

# Reducción de fracciones ordinarias a fracciones decimales

$\frac{1}{6} = 0.5000$	$\frac{2}{6} = 0.3750$	$\frac{7}{12} = 0.6364$	$\frac{17}{12} = 0.9231$	$\frac{9}{16} = 0.5625$	$\frac{1}{16} = 0.0556$	$\frac{19}{16} = 0.7895$
$\frac{1}{6} = 0.3333$	$\frac{5}{6} = 0.6250$	$\frac{5}{12} = 0.7773$	$\frac{1}{12} = 0.0714$	$\frac{11}{16} = 0.6875$	$\frac{5}{16} = 0.2778$	$\frac{13}{16} = 0.8421$
$\frac{1}{6} = 0.6667$	$\frac{7}{6} = 0.8750$	$\frac{7}{12} = 0.8182$	$\frac{5}{12} = 0.2143$	$\frac{13}{16} = 0.8125$	$\frac{7}{16} = 0.3889$	$\frac{15}{16} = 0.8947$
$\frac{1}{4} = 0.2500$	$\frac{3}{4} = 0.1111$	$\frac{10}{12} = 0.9091$	$\frac{9}{12} = 0.3511$	$\frac{15}{16} = 0.9375$	$\frac{11}{16} = 0.6111$	$\frac{17}{16} = 0.9474$
$\frac{1}{4} = 0.7500$	$\frac{5}{4} = 0.2222$	$\frac{11}{12} = 0.0833$	$\frac{1}{12} = 0.6429$	$\frac{17}{16} = 0.0588$	$\frac{13}{16} = 0.7222$	$\frac{19}{16} = 0.0500$
$\frac{1}{2} = 0.2000$	$\frac{3}{2} = 0.4444$	$\frac{5}{12} = 0.4167$	$\frac{11}{12} = 0.7857$	$\frac{17}{16} = 0.1176$	$\frac{13}{16} = 0.9444$	$\frac{19}{16} = 0.1500$
$\frac{1}{2} = 0.4000$	$\frac{3}{2} = 0.5556$	$\frac{7}{12} = 0.5833$	$\frac{10}{12} = 0.9286$	$\frac{17}{16} = 0.1765$	$\frac{11}{16} = 0.0526$	$\frac{13}{16} = 0.3500$
$\frac{1}{2} = 0.6000$	$\frac{3}{2} = 0.7778$	$\frac{11}{12} = 0.9167$	$\frac{1}{12} = 0.0667$	$\frac{17}{16} = 0.2353$	$\frac{11}{16} = 0.1053$	$\frac{13}{16} = 0.4500$
$\frac{1}{2} = 0.8000$	$\frac{3}{2} = 0.8889$	$\frac{13}{12} = 0.0769$	$\frac{1}{12} = 0.1333$	$\frac{17}{16} = 0.2941$	$\frac{11}{16} = 0.1579$	$\frac{13}{16} = 0.5500$
$\frac{1}{2} = 0.1667$	$\frac{1}{10} = 0.1000$	$\frac{13}{12} = 0.1538$	$\frac{5}{12} = 0.2667$	$\frac{17}{16} = 0.4118$	$\frac{11}{16} = 0.2632$	$\frac{13}{16} = 0.6500$
$\frac{1}{2} = 0.8333$	$\frac{1}{10} = 0.3000$	$\frac{13}{12} = 0.2308$	$\frac{5}{12} = 0.4667$	$\frac{17}{16} = 0.4706$	$\frac{11}{16} = 0.3158$	$\frac{13}{16} = 0.8500$
$\frac{1}{2} = 0.1429$	$\frac{1}{10} = 0.7000$	$\frac{13}{12} = 0.3077$	$\frac{5}{12} = 0.5333$	$\frac{17}{16} = 0.5295$	$\frac{11}{16} = 0.3689$	$\frac{13}{16} = 0.9500$
$\frac{1}{2} = 0.2857$	$\frac{1}{10} = 0.9000$	$\frac{13}{12} = 0.4615$	$\frac{5}{12} = 0.8667$	$\frac{17}{16} = 0.5882$	$\frac{11}{16} = 0.4211$	$\frac{13}{16} = 0.0476$
$\frac{1}{2} = 0.4286$	$\frac{1}{10} = 0.1818$	$\frac{13}{12} = 0.6154$	$\frac{5}{12} = 0.9333$	$\frac{17}{16} = 0.6471$	$\frac{11}{16} = 0.4737$	$\frac{13}{16} = 0.0952$
$\frac{1}{2} = 0.5714$	$\frac{1}{10} = 0.2727$	$\frac{13}{12} = 0.6923$	$\frac{5}{12} = 0.0625$	$\frac{17}{16} = 0.7059$	$\frac{11}{16} = 0.5263$	$\frac{13}{16} = 0.1905$
$\frac{1}{2} = 0.7143$	$\frac{1}{10} = 0.3636$	$\frac{13}{12} = 0.7692$	$\frac{5}{12} = 0.1870$	$\frac{17}{16} = 0.7647$	$\frac{11}{16} = 0.5789$	$\frac{13}{16} = 0.2381$
$\frac{1}{2} = 0.8571$	$\frac{1}{10} = 0.4545$	$\frac{13}{12} = 0.8462$	$\frac{5}{12} = 0.3125$	$\frac{17}{16} = 0.8235$	$\frac{11}{16} = 0.6316$	$\frac{13}{16} = 0.3810$
$\frac{1}{2} = 0.1250$	$\frac{1}{10} = 0.5435$		$\frac{5}{12} = 0.4375$	$\frac{17}{16} = 0.8824$	$\frac{11}{16} = 0.6842$	$\frac{13}{16} = 0.4762$
				$\frac{17}{16} = 0.9412$	$\frac{11}{16} = 0.7368$	$\frac{13}{16} = 0.5238$

Decimales equivalentes a 6 avos, 12 avos y 24 avos de pulgada inglesa					
1/24	0".041667	9/24	0".375	17/24	0".708333
1/12	0".083333	5/12	0".416667	9/12	0".75
3/24	0".125	11/24	0".458333	19/24	0".791667
1/6	0".166667	3/6	0".5	5/6	0".833333
5/24	0".208333	13/24	0".541667	21/24	0".875
3/12	0".25	7/12	0".583333	11/12	0".916667
7/24	0".291667	15/24	0".625	23/24	0".958333
2/6	0".333333	4/6	0".666667		

Decimales equivalentes a 7 avos, 14 avos y 28 avos de pulgada inglesa					
1/28	0".035714	5/14	0".357143	19/28	0".678571
1/14	0".071429	11/28	0".392857	5/7	0".714286
3/28	0".107143	3/7	0".428571	21/28	0".75
1/7	0".142857	13/28	0".464286	11/14	0".785714
5/28	0".178571	7/14	0".5	23/28	0".821429
3/14	0".214286	15/28	0".533714	6/7	0".857143
7/28	0".25	4/7	0".571429	25/28	0".892857
2/7	0".285714	17/28	0".607143	13/14	0".928571
9/28	0".321429	9/14	0".642887	27/28	0".964286



# Decimales de milímetros a decimales de pulgada inglesa

mm.	Pulgadas	mm.	Pulgadas	mm.	Pulgadas	mm.	Pulgadas	mm.	Pulgadas
0.01	0.0004	0.21	0.0083	0.41	0.0161	0.61	0.0240	0.81	0.0319
0.02	0.0008	0.22	0.0087	0.42	0.0165	0.62	0.0244	0.82	0.0323
0.03	0.0012	0.23	0.0091	0.43	0.0169	0.63	0.0248	0.83	0.0327
0.04	0.0016	0.24	0.0094	0.44	0.0173	0.64	0.0252	0.84	0.0331
0.05	0.0020	0.25	0.0098	0.45	0.0177	0.65	0.0256	0.85	0.0335
0.06	0.0024	0.26	0.0102	0.46	0.0181	0.66	0.0260	0.86	0.0339
0.07	0.0028	0.27	0.0106	0.47	0.0185	0.67	0.0264	0.87	0.0343
0.08	0.0031	0.28	0.0110	0.48	0.0189	0.68	0.0268	0.88	0.0346
0.09	0.0035	0.29	0.0114	0.49	0.0193	0.69	0.0272	0.89	0.0350
0.10	0.0039	0.30	0.0118	0.50	0.0197	0.70	0.0276	0.90	0.0354
0.11	0.0043	0.31	0.0122	0.51	0.0201	0.71	0.0280	0.91	0.0358
0.12	0.0047	0.32	0.0126	0.52	0.0205	0.72	0.0283	0.92	0.0362
0.13	0.0051	0.33	0.0130	0.53	0.0209	0.73	0.0287	0.93	0.0366
0.14	0.0055	0.34	0.0134	0.54	0.0213	0.74	0.0291	0.94	0.0370
0.15	0.0059	0.35	0.0138	0.55	0.0217	0.75	0.0295	0.95	0.0374
0.16	0.0063	0.36	0.0142	0.56	0.0220	0.76	0.0299	0.96	0.0378
0.17	0.0067	0.37	0.0146	0.57	0.0224	0.77	0.0303	0.97	0.0382
0.18	0.0071	0.38	0.0150	0.58	0.0228	0.78	0.0307	0.98	0.0386
0.19	0.0075	0.39	0.0154	0.59	0.0232	0.79	0.0311	0.99	0.0390
0.20	0.0079	0.40	0.0157	0.60	0.0236	0.80	0.0315	1.00	0.0394

Ejemplo: La equivalencia en pulgadas de 0.16 de mm. = 0.0063 pulgadas.

# Decimales de pulgada inglesa a milímetros

Pulgadas	mm.	Pulgadas	mm.	Pulgadas	mm.	Pulgadas	mm.	Pulgadas	mm.
0.100	2.540	0.145	3.683	0.190	4.826	0.235	5.969	0.280	7.112
0.101	2.565	0.146	3.708	0.191	4.851	0.236	5.994	0.281	7.137
0.102	2.591	0.147	3.734	0.192	4.877	0.237	6.020	0.282	7.163
0.103	2.616	0.148	3.759	0.193	4.902	0.238	6.045	0.283	7.188
0.104	2.642	0.149	3.785	0.194	4.928	0.239	6.070	0.284	7.213
0.105	2.667	0.150	3.810	0.195	4.953	0.240	6.096	0.285	7.238
0.106	2.692	0.151	3.835	0.196	4.978	0.241	6.121	0.286	7.264
0.107	2.718	0.152	3.861	0.197	5.004	0.242	6.147	0.287	7.290
0.108	2.743	0.153	3.886	0.198	5.029	0.243	6.172	0.288	7.315
0.109	2.769	0.154	3.912	0.199	5.055	0.244	6.197	0.289	7.340
0.110	2.794	0.155	3.937	0.200	5.080	0.245	6.223	0.290	7.366
0.111	2.819	0.156	3.962	0.201	5.105	0.246	6.248	0.291	7.391
0.112	2.845	0.157	3.988	0.202	5.131	0.247	6.274	0.292	7.417
0.113	2.870	0.158	4.013	0.203	5.156	0.248	6.299	0.293	7.442
0.114	2.896	0.159	4.039	0.204	5.182	0.249	6.324	0.294	7.467
0.115	2.921	0.160	4.064	0.205	5.207	0.250	6.350	0.295	7.493
0.116	2.946	0.161	4.089	0.206	5.232	0.251	6.375	0.296	7.518
0.117	2.972	0.162	4.115	0.207	5.258	0.252	6.401	0.297	7.544
0.118	2.997	0.163	4.140	0.208	5.283	0.253	6.426	0.298	7.569
0.119	3.023	0.164	4.166	0.209	5.309	0.254	6.451	0.299	7.594
0.120	3.048	0.165	4.191	0.210	5.334	0.255	6.477	0.300	7.620
0.121	3.073	0.166	4.216	0.211	5.359	0.256	6.502	0.301	7.645
0.122	3.099	0.167	4.242	0.212	5.384	0.257	6.528	0.302	7.671
0.123	3.124	0.168	4.267	0.213	5.410	0.258	6.553	0.303	7.696
0.124	3.150	0.169	4.293	0.214	5.436	0.259	6.578	0.304	7.721
0.125	3.175	0.170	4.318	0.215	5.461	0.260	6.604	0.305	7.747
0.126	3.200	0.171	4.343	0.216	5.486	0.261	6.629	0.306	7.772
0.127	3.226	0.172	4.369	0.217	5.512	0.262	6.655	0.307	7.798
0.128	3.251	0.173	4.394	0.218	5.537	0.263	6.680	0.308	7.823
0.129	3.277	0.174	4.420	0.219	5.562	0.264	6.705	0.309	7.848
0.130	3.302	0.175	4.445	0.220	5.588	0.265	6.731	0.310	7.874
0.131	3.327	0.176	4.470	0.221	5.613	0.266	6.756	0.311	7.899
0.132	3.353	0.177	4.496	0.222	5.639	0.267	6.782	0.312	7.925
0.133	3.378	0.178	4.521	0.223	5.664	0.268	6.807	0.313	7.950
0.134	3.404	0.179	4.547	0.224	5.689	0.269	6.832	0.314	7.975
0.135	3.429	0.180	4.572	0.225	5.715	0.270	6.858	0.315	8.001
0.136	3.454	0.181	4.597	0.226	5.740	0.271	6.883	0.316	8.026
0.137	3.480	0.182	4.623	0.227	5.766	0.272	6.909	0.317	8.052
0.138	3.505	0.183	4.648	0.228	5.791	0.273	6.934	0.318	8.077
0.139	3.531	0.184	4.674	0.229	5.816	0.274	6.959	0.319	8.102
0.140	3.556	0.185	4.699	0.230	5.842	0.275	6.985	0.320	8.128
0.141	3.581	0.186	4.724	0.231	5.867	0.276	7.010	0.321	8.153
0.142	3.607	0.187	4.750	0.232	5.893	0.277	7.036	0.322	8.179
0.143	3.632	0.188	4.775	0.233	5.918	0.278	7.061	0.323	8.204
0.144	3.658	0.189	4.801	0.234	5.943	0.279	7.086	0.324	8.229

# Decimales de pulgada inglesa a milímetros

Pulgadas	mm.	Pulgadas	mm.	Pulgadas	mm.	Pulgadas	mm.	Pulgadas	mm.
0,325	8.255	0,370	9.398	0,415	10.541	0,460	11.684	0,505	12.827
0,326	8.280	0,371	9.423	0,416	10.566	0,461	11.709	0,506	12.852
0,327	8.306	0,372	9.449	0,417	10.592	0,462	11.735	0,507	12.878
0,328	8.331	0,373	9.474	0,418	10.617	0,463	11.760	0,508	12.903
0,329	8.356	0,374	9.499	0,419	10.642	0,464	11.785	0,509	12.928
0,330	8.382	0,375	9.525	0,420	10.668	0,465	11.811	0,510	12.954
0,331	8.407	0,376	9.550	0,421	10.693	0,466	11.836	0,511	12.979
0,332	8.433	0,377	9.576	0,422	10.719	0,467	11.862	0,512	13.005
0,333	8.458	0,378	9.601	0,423	10.744	0,468	11.887	0,513	13.030
0,334	8.483	0,379	9.626	0,424	10.769	0,469	11.912	0,514	13.055
0,335	8.509	0,380	9.652	0,425	10.795	0,470	11.938	0,515	13.081
0,336	8.534	0,381	9.677	0,426	10.820	0,471	11.963	0,516	13.106
0,337	8.560	0,382	9.703	0,427	10.846	0,472	11.989	0,517	13.132
0,338	8.585	0,383	9.728	0,428	10.871	0,473	12.014	0,518	13.157
0,339	8.610	0,384	9.753	0,429	10.896	0,474	12.039	0,519	13.182
0,340	8.636	0,385	9.779	0,430	10.922	0,475	12.065	0,520	13.208
0,341	8.661	0,386	9.804	0,431	10.947	0,476	12.090	0,521	13.233
0,342	8.687	0,387	9.830	0,432	10.973	0,477	12.116	0,522	13.259
0,343	8.712	0,388	9.855	0,433	10.998	0,478	12.141	0,523	13.284
0,344	8.737	0,389	9.880	0,434	11.023	0,479	12.166	0,524	13.309
0,345	8.763	0,390	9.906	0,435	11.049	0,480	12.192	0,525	13.335
0,346	8.788	0,391	9.931	0,436	11.074	0,481	12.217	0,526	13.360
0,347	8.814	0,392	9.957	0,437	11.100	0,482	12.243	0,527	13.386
0,348	8.839	0,393	9.982	0,438	11.125	0,483	12.268	0,528	13.411
0,349	8.864	0,394	10.007	0,439	11.150	0,484	12.293	0,529	13.436
0,350	8.890	0,395	10.033	0,440	11.176	0,485	12.319	0,530	13.462
0,351	8.915	0,396	10.058	0,441	11.201	0,486	12.344	0,531	13.487
0,352	8.941	0,397	10.084	0,442	11.227	0,487	12.370	0,532	13.513
0,353	8.966	0,398	10.109	0,443	11.252	0,488	12.395	0,533	13.538
0,354	8.991	0,399	10.134	0,444	11.277	0,489	12.420	0,534	13.563
0,355	9.017	0,400	10.160	0,445	11.303	0,490	12.446	0,535	13.589
0,356	9.042	0,401	10.185	0,446	11.328	0,491	12.471	0,536	13.614
0,357	9.068	0,402	10.211	0,447	11.354	0,492	12.497	0,537	13.640
0,358	9.093	0,403	10.236	0,448	11.379	0,493	12.522	0,538	13.665
0,359	9.118	0,404	10.261	0,449	11.404	0,494	12.547	0,539	13.690
0,360	9.144	0,405	10.287	0,450	11.430	0,495	12.573	0,540	13.716
0,361	9.169	0,406	10.312	0,451	11.455	0,496	12.598	0,541	13.741
0,362	9.195	0,407	10.338	0,452	11.481	0,497	12.624	0,542	13.767
0,363	9.220	0,408	10.363	0,453	11.506	0,498	12.649	0,543	13.792
0,364	9.245	0,409	10.388	0,454	11.531	0,499	12.674	0,544	13.817
0,365	9.271	0,410	10.414	0,455	11.557	0,500	12.700	0,545	13.843
0,366	9.296	0,411	10.439	0,456	11.582	0,501	12.725	0,546	13.868
0,367	9.322	0,412	10.465	0,457	11.608	0,502	12.751	0,547	13.894
0,368	9.347	0,413	10.490	0,458	11.633	0,503	12.776	0,548	13.919
0,369	9.372	0,414	10.515	0,459	11.658	0,504	12.801	0,549	13.944

# Decimales de pulgada inglesa a milímetros

Pulgadas	mm.	Pulgadas	mm.	Pulgadas	mm.	Pulgadas	mm.	Pulgadas	mm.
0,550	13.970	0,595	15.113	0,640	16.256	0,685	17.399	0,730	18.542
0,551	13.995	0,596	15.138	0,641	16.281	0,686	17.424	0,731	18.567
0,552	14.021	0,597	15.164	0,642	16.307	0,687	17.449	0,732	18.592
0,553	14.046	0,598	15.189	0,643	16.332	0,688	17.475	0,733	18.618
0,554	14.071	0,599	15.214	0,644	16.357	0,689	17.500	0,734	18.643
0,555	14.097	0,600	15.240	0,645	16.383	0,690	17.526	0,735	18.669
0,556	14.122	0,601	15.265	0,646	16.408	0,691	17.551	0,736	18.694
0,557	14.148	0,602	15.291	0,647	16.434	0,692	17.576	0,737	18.719
0,558	14.173	0,603	15.316	0,648	16.459	0,693	17.602	0,738	18.745
0,559	14.198	0,604	15.341	0,649	16.484	0,694	17.627	0,739	18.770
0,560	14.224	0,605	15.367	0,650	16.510	0,695	17.653	0,740	18.796
0,561	14.249	0,606	15.392	0,651	16.535	0,696	17.678	0,741	18.821
0,562	14.275	0,607	15.418	0,652	16.561	0,697	17.703	0,742	18.846
0,563	14.300	0,608	15.443	0,653	16.586	0,698	17.729	0,743	18.872
0,564	14.325	0,609	15.468	0,654	16.611	0,699	17.754	0,744	18.897
0,565	14.351	0,610	15.494	0,655	16.637	0,700	17.780	0,745	18.923
0,566	14.376	0,611	15.519	0,656	16.662	0,701	17.805	0,746	18.948
0,567	14.402	0,612	15.545	0,657	16.687	0,702	17.830	0,747	18.973
0,568	14.427	0,613	15.570	0,658	16.713	0,703	17.856	0,748	18.999
0,569	14.452	0,614	15.595	0,659	16.738	0,704	17.881	0,749	19.024
0,570	14.478	0,615	15.621	0,660	16.764	0,705	17.907	0,750	19.050
0,571	14.503	0,616	15.646	0,661	16.789	0,706	17.932	0,751	19.075
0,572	14.529	0,617	15.672	0,662	16.814	0,707	17.957	0,752	19.100
0,573	14.554	0,618	15.697	0,663	16.840	0,708	17.983	0,753	19.126
0,574	14.579	0,619	15.722	0,664	16.865	0,709	18.008	0,754	19.151
0,575	14.605	0,620	15.748	0,665	16.891	0,710	18.034	0,755	19.177
0,576	14.630	0,621	15.773	0,666	16.916	0,711	18.059	0,756	19.202
0,577	14.656	0,622	15.799	0,667	16.941	0,712	18.084	0,757	19.227
0,578	14.681	0,623	15.824	0,668	16.967	0,713	18.110	0,758	19.253
0,579	14.706	0,624	15.849	0,669	16.992	0,714	18.135	0,759	19.278
0,580	14.732	0,625	15.875	0,670	17.018	0,715	18.161	0,760	19.304
0,581	14.757	0,626	15.900	0,671	17.043	0,716	18.186	0,761	19.329
0,582	14.783	0,627	15.926	0,672	17.068	0,717	18.211	0,762	19.354
0,583	14.808	0,628	15.951	0,673	17.094	0,718	18.237	0,763	19.380
0,584	14.833	0,629	15.976	0,674	17.119	0,719	18.262	0,764	19.405
0,585	14.859	0,630	16.002	0,675	17.145	0,720	18.288	0,765	19.431
0,586	14.884	0,631	16.027	0,676	17.170	0,721	18.313	0,766	19.456
0,587	14.910	0,632	16.053	0,677	17.195	0,722	18.338	0,767	19.481
0,588	14.935	0,633	16.078	0,678	17.221	0,723	18.364	0,768	19.507
0,589	14.960	0,634	16.103	0,679	17.246	0,724	18.389	0,769	19.532
0,590	14.986	0,635	16.129	0,680	17.272	0,725	18.415	0,770	19.558
0,591	15.011	0,636	16.154	0,681	17.297	0,726	18.440	0,771	19.583
0,592	15.037	0,637	16.180	0,682	17.322	0,727	18.465	0,772	19.608
0,593	15.062	0,638	16.205	0,683	17.348	0,728	18.491	0,773	19.634
0,594	15.087	0,639	16.230	0,684	17.373	0,729	18.516	0,774	19.659

# Decimales de pulgada inglesa a milímetros

Pulgadas	mm.	Pulgadas	mm.	Pulgadas	mm.	Pulgadas	mm.	Pulgadas	mm.
0,775	19.685	0,820	20.828	0,865	21.971	0,910	23.114	0,955	24.257
0,776	19.710	0,821	20.853	0,866	21.996	0,911	23.139	0,956	24.282
0,777	19.733	0,822	20.878	0,867	22.021	0,912	23.164	0,957	24.307
0,778	19.761	0,823	20.904	0,868	22.047	0,913	23.190	0,958	24.333
0,779	19.786	0,824	20.929	0,869	22.072	0,914	23.215	0,959	24.358
0,780	19.812	0,825	20.955	0,870	22.098	0,915	23.241	0,960	24.384
0,781	19.837	0,826	20.980	0,871	22.123	0,916	23.266	0,961	24.409
0,782	19.862	0,827	21.005	0,872	22.148	0,917	23.291	0,962	24.434
0,783	19.888	0,828	21.031	0,873	22.174	0,918	23.317	0,963	24.460
0,784	19.913	0,829	21.056	0,874	22.199	0,919	23.342	0,964	24.485
0,785	19.939	0,830	21.082	0,875	22.225	0,920	23.368	0,965	24.511
0,786	19.964	0,831	21.107	0,876	22.250	0,921	23.393	0,966	24.536
0,787	19.989	0,832	21.132	0,877	22.275	0,922	23.418	0,967	24.561
0,788	20.015	0,833	21.158	0,878	22.301	0,923	23.444	0,968	24.587
0,789	20.040	0,834	21.183	0,879	22.326	0,924	23.469	0,969	24.612
0,790	20.066	0,835	21.209	0,880	22.352	0,925	23.495	0,970	24.638
0,791	20.091	0,836	21.234	0,881	22.377	0,926	23.520	0,971	24.663
0,792	20.116	0,837	21.259	0,882	22.402	0,927	23.545	0,972	24.688
0,793	20.142	0,838	21.285	0,883	22.428	0,928	23.571	0,973	24.714
0,794	20.167	0,839	21.310	0,884	22.453	0,929	23.596	0,974	24.739
0,795	20.193	0,840	21.336	0,885	22.479	0,930	23.622	0,975	24.765
0,796	20.218	0,841	21.361	0,886	22.504	0,931	23.647	0,976	24.790
0,797	20.243	0,842	21.386	0,887	22.529	0,932	23.672	0,977	24.815
0,798	20.269	0,843	21.412	0,888	22.555	0,933	23.698	0,978	24.841
0,799	20.294	0,844	21.437	0,889	22.580	0,934	23.723	0,979	24.866
0,800	20.320	0,845	21.463	0,890	22.606	0,935	23.749	0,980	24.892
0,801	20.345	0,846	21.488	0,891	22.631	0,936	23.774	0,981	24.917
0,802	20.370	0,847	21.513	0,892	22.656	0,937	23.799	0,982	24.942
0,803	20.396	0,848	21.539	0,893	22.682	0,938	23.825	0,983	24.968
0,804	20.421	0,849	21.564	0,894	22.707	0,939	23.850	0,984	24.993
0,805	20.447	0,850	21.590	0,895	22.733	0,940	23.876	0,985	25.019
0,806	20.472	0,851	21.615	0,896	22.758	0,941	23.901	0,986	25.044
0,807	20.497	0,852	21.640	0,897	22.783	0,942	23.926	0,987	25.069
0,808	20.523	0,853	21.666	0,898	22.809	0,943	23.952	0,988	25.095
0,809	20.548	0,854	21.691	0,899	22.834	0,944	23.977	0,989	25.120
0,810	20.574	0,855	21.717	0,900	22.860	0,945	24.003	0,990	25.146
0,811	20.599	0,856	21.742	0,901	22.885	0,946	24.028	0,991	25.171
0,812	20.624	0,857	21.767	0,902	22.910	0,947	24.053	0,992	25.196
0,813	20.650	0,858	21.793	0,903	22.936	0,948	24.079	0,993	25.222
0,814	20.675	0,859	21.818	0,904	22.961	0,949	24.104	0,994	25.247
0,815	20.701	0,860	21.844	0,905	22.987	0,950	24.130	0,995	25.273
0,816	20.726	0,861	21.869	0,906	23.012	0,951	24.155	0,996	25.298
0,817	20.751	0,862	21.894	0,907	23.037	0,952	24.180	0,997	25.323
0,818	20.777	0,863	21.920	0,908	23.063	0,953	24.206	0,998	25.349
0,819	20.802	0,864	21.945	0,909	23.088	0,954	24.231	0,999	25.374
								1,000	25,400

## Equivalencias entre sistema inglés y métrico Pesos y medidas

### MEDIDAS DE LONGITUD

1 sea-league	(legua marina)	3 millas náuticas	= 5559	metros
1 knot	(milla geográfica)	marina	= 1853	»
1 mile	(1760 yardas)	milla legal	= 1609,3149	»
1 fathom	(brazo)		= 1,8288	»
1 yard	(yarda)		= 0,9144	»
1 foot	(pie)		= 0,3048	»
1 inch	(pulgada)		= 0,0254	»
1 nudo			= 21,938	»
1 centímetro	= 0,3937	pulgadas	= 0,0328	pies = 0,0109 yardas
1 decímetro	= 3,9370	»	= 0,3280	» = 0,1093 »
1 metro	= 39,370113	»	= 3,2808	» = 1,0936 »
1 decámetro	=		= 328,000	» = 10,9363 »
1 kilómetro	=		= 3280,9000	» = 1093,6300 »
1 milla	=		= 5280,0000	» = 1760,0000 »
1 legua	=		= 15940,000	» = 5280,0000 »

### ALMIRANTAZGO BRITANICO

1 Knot para pruebas de buques = 6080 pies, equivalencia a 1853 metros,  
es usada siempre para las comparaciones de velocidades de buques.

60 millas geográficas = 1 grado en el Ecuador.

1 milla náutica = 1 milla geográfica.

## MEDIDAS DE SUPERFICIE

1 yarda <sup>2</sup>	= 0,836097 m <sup>2</sup>	1 m <sup>2</sup>	= 1550 pulgadas <sup>2</sup>
1 pie <sup>2</sup>	= 0,092899 m <sup>2</sup>	1 m <sup>2</sup>	= 10,764 pies <sup>2</sup>
1 pulgada <sup>2</sup>	= 0,000645 m <sup>2</sup>	1 m <sup>2</sup>	= 1,196 yardas <sup>2</sup>

## MEDIDAS DE VOLUMEN

1 yarda <sup>3</sup>	= 0,764513 m <sup>3</sup>	1 m <sup>3</sup>	= 61028 pulgadas <sup>3</sup>
1 pie <sup>3</sup>	= 0,028315 m <sup>3</sup>	1 m <sup>3</sup>	= 35,316 pies <sup>3</sup>
1 pulgada <sup>3</sup>	= 0,000016 m <sup>3</sup>	1 m <sup>3</sup>	= 1,308 yardas <sup>3</sup>

## MEDIDAS DE CAPACIDAD

1 gills	= 0,142 litro	1 centilitro	= 0,070 gills
1 pint (pinta)	= 0,568 litro	1 decilitro	= 0,176 pintas
1 quart (cuarto)	= 1,136 litros	1 litro	= 1,75980 pintas
1 gallon (inglés)	= 4,545 litros		
1 gallon (americano)	= 3,785 litros		

## P E S A S

1 ton. (toneladas)	= 2240 libras	= 20 cwt.	= 1016,048 kgs.
1 cwt (quintal)	= 112 libras	= 50,802 »	
1 quart (cuarto)	= 28 »	= 12,700 »	
1 pound (libra)	= 16 onzas	= 0,45359 »	
1 ounce (onza)	= 16 dr.	= 0,02834 »	
1 drachm (dracma)		= 0,00177 »	
1 gramo		= 0,0022 libras	
1 kilogramo		= 2,2046 »	
1 quintal métrico (100 kilogramos)		= 220,4634 »	
1 tonelada métrica (1000 kilogramos)		= 2204,6341 »	

## TABLA DE GALGAS

Garga nú- mero	Imperial Standard		Birmingham Wire and Stubs (alambre)		Birmingham Sheet and Hoop (chapas y flejes)		Brow and Sharp. Americana	
	Pulgadas	mm.	Pulgadas	mm.	Pulgadas	mm.	Pulgadas	mm.
0000	0,400	10,160	0,454	11,530	—	—	0,4600	11,684
000	0,372	9,448	0,425	10,795	0,500	12,700	0,4096	10,404
00	0,348	8,839	0,380	9,652	0,4452	11,308	0,3648	9,265
0	0,324	8,229	0,340	8,636	0,3964	10,068	0,3248	8,251
1	0,300	7,620	0,300	7,620	0,3532	8,971	0,2893	7,348
2	0,276	7,010	0,284	7,213	0,3147	7,993	0,2576	6,543
3	0,252	6,400	0,259	6,578	0,2804	7,122	0,2294	5,827
4	0,232	5,892	0,238	6,045	0,2500	6,350	0,2043	5,189
5	0,212	5,384	0,220	5,588	0,2225	5,651	0,1819	4,621
6	0,192	4,876	0,203	5,156	0,1981	5,031	0,1620	4,115
7	0,176	4,470	0,180	4,572	0,1764	4,480	0,1443	3,664
8	0,160	4,064	0,165	4,190	0,1570	3,987	0,1285	3,263
9	0,144	3,657	0,148	3,759	0,1398	3,550	0,1144	2,906
10	0,128	3,251	0,134	3,403	0,1250	3,175	0,1019	2,588
11	0,116	2,946	0,120	3,048	0,1113	2,827	0,0907	2,304
12	0,104	2,640	0,109	2,768	0,0991	2,517	0,0808	2,52
13	0,092	2,336	0,095	2,413	0,0882	2,240	0,0719	1,827
14	0,080	2,032	0,083	2,108	0,0785	1,993	0,0641	1,627
15	0,072	1,828	0,072	1,828	0,0699	1,775	0,0570	1,449
16	0,064	1,625	0,065	1,651	0,0625	1,587	0,0508	1,290
17	0,056	1,422	0,058	1,473	0,0556	1,412	0,0452	1,149
18	0,048	1,219	0,049	1,244	0,0495	1,257	0,0430	1,009
19	0,040	1,016	0,042	1,066	0,0440	1,117	0,0359	0,911
20	0,036	0,914	0,035	0,889	0,0392	0,995	0,0319	0,811
21	0,032	0,812	0,032	0,812	0,0349	0,886	0,02846	0,722
22	0,028	0,711	0,028	0,711	0,03125	0,793	0,02535	0,643

# TABLA DE GALGAS

Galga número	Imperial Standard		Birmingham Wire and Stubs (alambre)		Birmingham Sheet and Hoop (chapas y flejes)		Brow and Sharp. Americana	
	Pulgadas	mm.	Pulgadas	mm.	Pulgadas	mm.	Pulgadas	mm.
23	0,024	0,609	0,025	0,635	0,02782	0,706	0,02257	0,573
24	0,022	0,558	0,022	0,558	0,02476	0,628	0,02010	0,511
25	0,020	0,508	0,020	0,508	0,02204	0,559	0,01790	0,454
26	0,018	0,457	0,018	0,457	0,01961	0,498	0,01594	0,404
27	0,0164	0,416	0,016	0,406	0,01745	0,443	0,01419	0,360
28	0,0148	0,375	0,014	0,355	0,01264	0,396	0,01264	0,321
29	0,0136	0,345	0,013	0,330	0,01390	0,353	0,01125	0,285
30	0,0124	0,314	0,012	0,304	0,01230	0,312	0,01002	0,254
31	0,0116	0,294	0,010	0,254	0,01100	0,279	0,00892	0,226
32	0,0108	0,274	0,009	0,228	0,00980	0,248	0,00795	0,201
33	0,0100	0,254	0,008	0,203	0,00870	0,220	0,00708	0,180
34	0,0092	0,233	0,007	0,177	0,00770	0,195	0,00630	0,160
35	0,0084	0,213	0,005	0,127	0,00690	0,175	0,00561	0,142
36	0,0076	0,193	0,004	0,101	0,00610	0,154	0,00500	0,127
37	0,0068	0,172	—	—	0,00540	0,137	0,00445	0,113
38	0,0060	0,152	—	—	0,00480	0,121	0,00396	0,100
39	0,0052	0,132	—	—	0,00430	0,109	0,00353	0,089
40	0,0048	0,121	—	—	0,00386	0,098	0,00314	0,079
41	0,0044	0,111	—	—	0,00343	0,087	0,00280	0,071
42	0,0040	0,101	—	—	0,00306	0,077	0,00250	0,063
43	0,0036	0,091	—	—	0,00272	0,069	0,00220	0,056
44	0,0032	0,081	—	—	0,00242	0,061	0,00200	0,051
45	0,0028	0,071	—	—	0,00215	0,054	0,00176	0,048
46	0,0024	0,060	—	—	0,00192	0,048	0,00157	0,039
47	0,0020	0,050	—	—	0,00170	0,043	0,00140	0,035
48	0,0016	0,040	—	—	0,00152	0,038	0,00124	0,031

# Factores de conversión

## INGLÉS A MÉTRICO

Libras por pie lineal	x	1,488	=	kilos por metro lineal
Libras por yarda lineal	x	0,496	=	kilos por metro lineal
Tons. por pie lineal	x	3333,33	=	kilos por metro lineal
Tons. por yarda lineal	x	1111,11	=	kilos por metro lineal
Libras por milla	x	0,2818	=	kilos por kilómetros
Libras por pulgada <sup>2</sup>	x	0,07031	=	kilos por centímetro <sup>2</sup>
Tons. por pulgada <sup>2</sup>	x	1,575	=	kilos por milímetro <sup>2</sup>
Libras por pie <sup>2</sup>	x	4,883	=	kilos por metro <sup>2</sup>
Tons. por pie <sup>2</sup>	x	10,936	=	Tons. por metro <sup>2</sup>
Tons. por yarda <sup>2</sup>	x	1,215	=	Tons. por metro <sup>2</sup>
Libras por yardas <sup>3</sup>	x	0,5933	=	kilos por metro <sup>3</sup>
Libras por pie <sup>3</sup>	x	16,020	=	kilos por metro <sup>3</sup>
Tons. por yarda <sup>3</sup>	x	1,329	=	Tons. por metro <sup>3</sup>
Gramos por gallon	x	0,01426	=	gramos por litro
Libras por gallon	x	0,09983	=	kilos por litro
Gallones por pie <sup>2</sup>	x	48,905	=	litros por metro <sup>2</sup>
Tons. pulgada	x	25,8	=	kilográmetros
Libras pie	x	0,1382	=	kilográmetros
Tons. pie	x	0,309	=	Tons. métricas
HP	x	1,0139	=	C. V. normal
Libras por HP	x	0,477	=	kilos por C. V.
Pies <sup>2</sup> por HP	x	0,0916	=	metros <sup>2</sup> por C. V.
Pies <sup>3</sup> por HP	x	0,0279	=	metro <sup>3</sup> por C. V.
Unidades térmicas	x	0,252	=	calorías
Unidad térmica por pie <sup>2</sup>	x	2,713	=	calorías por metro <sup>2</sup>
HP	x	0,746	=	kilovatios

Tons. = abreviatura de tonelada

# Factores de conversión

## METRICO A INGLÉS

Metro <sup>2</sup> por C. V.	×	10,913	=	pies <sup>2</sup> por HP
Metro <sup>3</sup> por C. V.	×	35,806	=	pies <sup>3</sup> por HP
Caloria kilogramo	×	3,968	=	unidades térmicas.
Calorías por metro <sup>2</sup>	×	0,369	=	unidades térmicas por pie <sup>2</sup>
Kilovatios	×	1,340	=	HP
Vatios	×	0,7373	=	Pies libras por segundo
Milímetros <sup>2</sup>	×	0,00155	=	pulgadas <sup>2</sup>
Milímetros <sup>2</sup>	÷	645,1	=	pulgadas <sup>2</sup>
Centímetros <sup>2</sup>	×	0,155	=	pulgadas <sup>2</sup>
Centímetros <sup>2</sup>	÷	6,451	=	pulgadas <sup>2</sup>
Metros <sup>2</sup>	×	10,764	=	pies <sup>2</sup>
Kilómetros <sup>2</sup>	×	247,1	=	acres
Hectáreas	×	2,471	=	acres
Centímetros <sup>3</sup>	÷	16,383	=	pulgadas <sup>3</sup>
Metros <sup>3</sup>	×	35,315	=	pies <sup>3</sup>
Metros <sup>3</sup>	×	1,308	=	yardas <sup>3</sup>
Metros <sup>3</sup>	×	264,2	=	gallones (231 pulgadas <sup>3</sup> )

# Factores de conversión

## MÉTRICO A INGLÉS

Kilos por metro lineal	×	0,672	=	libras por pie lineal
Kilos por metro lineal	×	2,016	=	libras por yarda lineal
Kilos por metro lineal	×	0,0003	=	tons. por pie lineal
Kilos por metro lineal	×	0,0009	=	tons. por yarda lineal
Kilos por kilómetro	×	3,548	=	libras por milla
Kilos por centímetro <sup>2</sup>	×	14,223	=	libras por pulgada <sup>2</sup>
Kilos por milímetro <sup>2</sup>	×	0,635	=	tons. por pulgada <sup>2</sup>
Kilos por metro <sup>2</sup>	×	0,2048	=	libras por pie <sup>2</sup>
Tons. por metro <sup>2</sup>	×	0,0914	=	tons. por pie <sup>2</sup>
Tons. por metro <sup>2</sup>	×	0,823	=	tons. por yarda <sup>2</sup>
Kilos por metro <sup>3</sup>	×	1,686	=	libras por yarda <sup>3</sup>
Kilos por metro <sup>3</sup>	×	0,0624	=	libras por pie <sup>3</sup>
Tons. por metro cúbico	×	0,752	=	tons. por yarda <sup>3</sup>
Gramos por litro	×	70,12	=	gramos por gallon
Kilos por litro	×	10,438	=	Libras por gallón
Litros por metro <sup>2</sup>	×	0,0204	=	gallones por pie <sup>2</sup>
Kilogrametros	×	7,233	=	libras pies
Kilogrametros	×	0,0387	=	tons. pulgada
Tons. métricas	×	3,23	=	tons. pie
C. V. normal	×	0,9863	=	HP
Kilos por C. V.	×	2,235	=	libras por HP

# EQUIVALENCIA ENTRE TEMPERATURAS

$$C = \frac{5 \times (F - 32)}{9} = \frac{5 \times R}{4} \quad R = \frac{4 \times C}{5} = \frac{4 \times (F - 32)}{9}$$

$$F = \frac{9 \times C}{5} + 32 = \frac{9 \times R}{4} + 32$$

Celsius			Fahrenheit			Réaumur		
°C	°F	°R	°C	°F	°R	°C	°F	°R
-20	-4.0	-16.0	+30	+86.0	+24.0	+80	+176.0	+64.0
-19	-2.2	-15.2	31	87.8	24.8	81	177.8	64.8
-18	-0.4	-14.4	32	89.6	25.6	82	179.6	65.6
-17	+1.4	-13.6	33	91.4	26.4	83	181.4	66.4
-16	3.2	-12.8	34	93.2	27.2	84	183.2	67.2
-15	5.0	-12.0	35	95.0	28.0	85	185.0	68.0
-14	6.8	-11.2	36	96.8	28.8	86	186.8	68.8
-13	8.6	-10.4	37	98.6	29.6	87	188.6	69.6
-12	10.4	-9.6	38	100.4	30.4	88	190.4	70.4
-11	12.2	-8.8	39	102.2	31.2	89	192.2	71.2
-10	14.0	-8.0	40	104.0	32.0	90	194.0	72.0
-9	15.8	-7.2	41	105.8	32.8	91	195.8	72.8
-8	17.6	-6.4	42	107.6	33.6	92	197.6	73.6
-7	19.4	-5.6	43	109.4	34.4	93	199.4	74.4
-6	21.2	-4.8	44	111.2	35.2	94	201.2	75.2
-5	23.0	-4.0	45	113.0	36.0	95	203.0	76.0
-4	24.8	-3.2	46	114.8	36.8	96	204.8	76.8
-3	26.6	-2.4	47	116.6	37.6	97	206.6	77.6
-2	28.4	-1.6	48	118.4	38.4	98	208.4	78.4
-1	30.2	-0.8	49	120.2	39.2	99	210.2	79.2
0	32.0	0.0	50	122.0	40.0	100	212.0	80.0
+1	33.8	+0.8	51	123.8	40.8	101	213.8	80.8
2	35.6	1.6	52	125.6	41.6	102	215.6	81.6
3	37.4	2.4	53	127.4	42.4	103	217.4	82.4
4	39.2	3.2	54	129.2	43.2	104	219.2	83.2
5	41.0	4.0	55	131.0	44.0	105	221.0	84.0
6	42.8	4.8	56	132.8	44.8	106	222.8	84.8
7	44.6	5.6	57	134.6	45.6	107	224.6	85.6
8	46.4	6.4	58	136.4	46.4	108	226.4	86.4
9	48.2	7.2	59	138.2	47.2	109	228.2	87.2
10	50.0	8.0	60	140.0	48.0	110	230.0	88.0
11	51.8	8.8	61	141.8	48.8	111	231.8	88.8
12	53.6	9.6	62	143.6	49.6	112	233.6	89.6
13	55.4	10.4	63	145.4	50.4	113	235.4	90.4
14	57.2	11.2	64	147.2	51.2	114	237.2	91.2
15	59.0	12.0	65	149.0	52.0	115	239.0	92.0
16	60.8	12.8	66	150.8	52.8	116	240.8	92.8
17	62.6	13.6	67	152.6	53.6	117	242.6	93.6
18	64.4	14.4	68	154.4	54.4	118	244.4	94.4
19	66.2	15.2	69	156.2	55.2	119	246.2	95.2
20	68.0	16.0	70	158.0	56.0	120	248.0	96.0
21	69.8	16.8	71	159.8	56.8	121	249.8	96.8
22	71.6	17.6	72	161.6	57.6	122	251.6	97.6
23	73.4	18.4	73	163.4	58.4	123	253.4	98.4
24	75.2	19.2	74	165.2	59.2	124	255.2	99.2
25	77.0	20.0	75	167.0	60.0	125	257.0	100.0
26	78.8	20.8	76	168.8	60.8	126	258.8	100.8
27	80.6	21.6	77	170.6	61.6	127	260.6	101.6
28	82.4	22.4	78	172.4	62.4	128	262.4	102.4
29	84.2	23.2	79	174.2	63.2	129	264.2	103.2

# EQUIVALENCIA ENTRE TEMPERATURAS

$$C = \frac{5 \times (F - 32)}{9} = \frac{5 \times R}{4} \quad R = \frac{4 \times C}{5} = \frac{4 \times (F - 32)}{9}$$

$$F = \frac{9 \times C}{5} + 32 = \frac{9 \times R}{4} + 32$$

Celsius			Fahrenheit			Réaumur		
°C	°F	°R	°C	°F	°R	°C	°F	°R
+130	+266.0	+104.0	+180	+356.0	+144.0	+500	+932.0	+400.0
131	267.8	104.8	181	357.8	144.8	550	1022.0	440.0
132	269.6	105.6	182	359.6	145.6	600	1112.0	480.0
133	271.4	106.4	183	361.4	146.4	650	1202.0	520.0
134	273.2	107.2	184	363.2	147.2	700	1292.0	560.0
135	275.0	108.0	185	365.0	148.0	750	1382.0	600.0
136	276.8	108.8	186	366.8	148.8	800	1472.0	640.0
137	278.6	109.6	187	368.6	149.6	850	1562.0	680.0
138	280.4	110.4	188	370.4	150.4	900	1652.0	720.0
139	282.2	111.2	189	372.2	151.2	950	1742.0	760.0
140	284.0	112.0	190	374.0	152.0	1000	1832.0	800.0
141	285.8	112.8	191	375.8	152.8	1050	1922.0	840.0
142	287.6	113.6	192	377.6	153.6	1100	2012.0	880.0
143	289.4	114.4	193	379.4	154.4	1150	2102.0	920.0
144	291.2	115.2	194	381.2	155.2	1200	2192.0	960.0
145	293.0	116.0	195	383.0	156.0	1250	2282.0	1000.0
146	294.8	116.8	196	384.8	156.8	1300	2372.0	1040.0
147	296.6	117.6	197	386.6	157.6	1350	2462.0	1080.0
148	298.4	118.4	198	388.4	158.4	1400	2552.0	1120.0
149	300.2	119.2	199	390.2	159.2	1450	2642.0	1160.0
150	302.0	120.0	200	392.0	160.0	1500	2732.0	1200.0
151	303.8	120.8	210	410.0	168.0	1550	2822.0	1240.0
152	305.6	121.6	220	428.0	176.0	1600	2912.0	1280.0
153	307.4	122.4	230	446.0	184.0	1650	3002.0	1320.0
154	309.2	123.2	240	464.0	192.0	1700	3092.0	1360.0
155	311.0	124.0	250	482.0	200.0	1750	3182.0	1400.0
156	312.8	124.8	260	500.0	208.0	1800	3272.0	1440.0
157	314.6	125.6	270	518.0	216.0	1850	3362.0	1480.0
158	316.4	126.4	280	536.0	224.0	1900	3452.0	1520.0
159	318.2	127.2	290	554.0	232.0	1950	3542.0	1560.0
160	320.0	128.0	300	572.0	240.0	2000	3632.0	1600.0
161	321.8	128.8	310	590.0	248.0	2050	3722.0	1640.0
162	323.6	129.6	320	608.0	256.0	2100	3812.0	1680.0
163	325.4	130.4	330	626.0	264.0	2150	3902.0	1720.0
164	327.2	131.2	340	644.0	272.0	2200	3992.0	1760.0
165	329.0	132.0	350	662.0	280.0	2250	4082.0	1800.0
166	330.8	132.8	360	680.0	288.0	2300	4172.0	1840.0
167	332.6	133.6	370	698.0	296.0	2350	4262.0	1880.0
168	334.4	134.4	380	716.0	304.0	2400	4352.0	1920.0
169	336.2	135.2	390	734.0	312.0	2450	4442.0	1960.0
170	338.0	136.0	400	752.0	320.0	2500	4532.0	2000.0
171	339.8	136.8	410	770.0	328.0	2550	4622.0	2040.0
172	341.6	137.6	420	788.0	336.0	2600	4712.0	2080.0
173	343.4	138.4	430	806.0	344.0	2650	4802.0	2120.0
174	345.2	139.2	440	824.0	352.0	2700	4892.0	2160.0
175	347.0	140.0	450	842.0	360.0	2750	4982.0	2200.0
176	348.8	140.8	460	860.0	368.0	2800	5072.0	2240.0
177	350.6	141.6	470	878.0	376.0	2850	5162.0	2280.0
178	352.4	142.4	480	896.0	384.0	2900	5252.0	2320.0
179	354.2	143.2	490	914.0	392.0	2950	5342.0	2360.0

# — TABLA DE CONVERSION

## KILOGRAMOS POR CENTIMETRO CUADRADO EN LIBRAS POR PULGADA CUADRADA

Kgs. por cm²	Libras por pulgada²	Kgs. por cm²	Libras por pulgada²	Kgs. por cm²	Libras por pulgada²	Kgs. por cm²	Libras por pulgada²
1.0	14.223	6.4	91.029	11.8	167.836	17.2	244.642
1.2	17.068	6.6	93.874	12.0	170.680	17.4	247.486
1.4	19.913	6.8	96.719	12.2	173.525	17.6	250.331
1.6	22.757	7.0	99.563	12.4	176.370	17.8	253.176
1.8	25.602	7.2	102.408	12.6	179.214	18.0	256.020
2.0	28.447	7.4	105.253	12.8	182.059	18.2	258.865
2.2	31.291	7.6	108.097	13.0	184.904	18.4	261.710
2.4	34.136	7.8	110.942	13.2	187.748	18.6	264.554
2.6	36.981	8.0	113.787	13.4	190.593	18.8	267.399
2.8	39.825	8.2	116.631	13.6	193.438	19.0	270.244
3.0	42.670	8.4	119.476	13.8	196.282	19.2	273.088
3.2	45.515	8.6	122.321	14.0	199.127	19.4	275.933
3.4	48.359	8.8	125.165	14.2	201.972	19.6	278.778
3.6	51.204	9.0	128.010	14.4	204.816	19.8	281.622
3.8	54.049	9.2	130.855	14.6	207.661	20.0	284.467
4.0	56.893	9.4	133.699	14.8	210.506	20.2	287.312
4.2	59.738	9.6	136.544	15.0	213.350	20.4	290.156
4.4	62.583	9.8	139.389	15.2	216.195	20.6	293.001
4.6	65.427	10.0	142.234	15.4	219.040	20.8	295.846
4.8	68.272	10.2	145.078	15.6	221.884	21.0	298.690
5.0	71.117	10.4	147.923	15.8	224.729	21.2	301.535
5.2	73.961	10.6	150.768	16.0	227.574	21.4	304.380
5.4	76.806	10.8	153.612	16.2	230.418	21.6	307.224
5.6	79.651	11.0	156.457	16.4	233.263	21.8	310.069
5.8	83.495	11.2	159.302	16.6	236.108	22.0	312.914
6.0	85.340	11.4	162.146	16.8	238.952		
6.2	88.185	11.6	164.991	17.0	241.797		

# — TABLA DE CONVERSION

## LIBRAS POR PULGADA CUADRADA EN KILOGRAMOS POR CENTIMETRO CUADRADO

Libras por pulg²	Kgs. por cm²	Libras por pulg²	Kgs. por cm²	Libras por pulg²	Kgs. por cm²	Libras por pulg²	Kgs. por cm²
100	7.031	154	10.827	208	14.624	262	18.420
102	7.171	156	10.968	210	14.764	264	18.561
104	7.312	158	11.108	212	14.905	266	18.702
106	7.453	160	11.249	214	15.046	268	18.842
108	7.593	162	11.390	216	15.186	270	18.983
110	7.734	164	11.530	218	15.327	272	19.123
112	7.874	166	11.671	220	15.467	274	19.264
114	8.015	168	11.812	222	15.608	276	19.405
116	8.156	170	11.952	224	15.749	278	19.545
118	8.296	172	12.093	226	15.889	280	19.686
120	8.437	174	12.233	228	16.030	282	19.826
122	8.577	176	12.374	230	16.171	284	19.967
124	8.718	178	12.515	232	16.311	286	20.108
126	8.858	180	12.655	234	16.452	288	20.248
128	8.999	182	12.796	236	16.592	290	20.389
130	9.140	184	12.937	238	16.733	292	20.530
132	9.281	186	13.077	240	16.874	294	20.670
134	9.421	188	13.218	242	17.014	296	20.811
136	9.562	190	13.358	244	17.155	298	20.951
138	9.702	192	13.499	246	17.295	300	21.092
140	9.843	194	13.639	248	17.436	302	21.233
142	9.984	196	13.780	250	17.577	304	21.373
144	10.124	198	13.921	252	17.717	306	21.514
146	10.265	200	14.061	254	17.858	308	21.654
148	10.405	202	14.202	256	17.999	310	21.795
150	10.546	204	14.343	258	18.139		
152	10.687	206	14.483	260	18.280		



# DATOS SOBRE PRESIONES

Un milímetro de columna de mercurio = 13,506 mm. de columna de agua.  
 » = 0,0013596 atmósferas métricas.  
 » = 0,0013158 atmósferas antiguas.

Un milímetro de columna de agua a + 4° = 1 Kg/m²  
 » = 0,07355 mm. de columna de mercurio a 0°

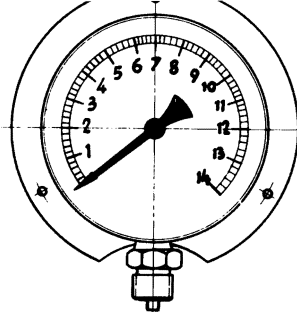
Una atmósfera métrica = 1 Kg/cm²  
 » = 735,5 mm. de columna de mercurio a 0°  
 » = 737,4 mm. de mercurio a 15°  
 » = 28,958 pulgadas inglesas de mercurio a 0°  
 » = 10 metros de columna de agua a + 4°  
 » = 14,223 libras inglesas por pulgada cuadrada.  
 » = 0,968 atmósferas antiguas.

Una atmósfera antigua = 760 mm. de columna de mercurio a 0°  
 » = 766 mm. de mercurio a 15°  
 » = 29,922 pulgadas inglesas de mercurio a 0°  
 » = 10,333 metros de columna de agua a + 4°  
 » = 14,696 libras inglesas por pulgada cuadrada.

Una libra por pulgada cuadrada = 27,71 pulgadas inglesas de agua a 15°  
 » = 2,31 pies ingleses de agua.  
 » = 2,041 pulgadas inglesas de mercurio a 15°  
 » = 144 libras por pie cuadrado.  
 » = 0,068 atmósferas.

Una pulgada de mercurio a 15° = 1,132 pies de agua.  
 » = 13,58 pulgadas de agua.  
 » = 0,491 libras por pulgada cuadrada.

Un pie de agua a 15° = 62,355 libras por pie cuadrado.  
 » = 0,433 libras por pulgada cuadrada.



## LECTURA DE MANOMETROS EQUIVALENCIAS

Una atmósfera métrica = 1 kilo por cm²

Kilogramos por cm² a libras por pulgada²  
 Un kilogramo = 14,223 libras.

Libras por pulgada² a kilogramos por cm²  
 Una libra = 0,0703 kilogramos.

Atmósferas a libras por pulgada²  
 Una atmósfera = 14,223 libras.

Libras por pulgada² a atmósferas.  
 Una libra = 0,0703 atmósferas.

NOTA. — En todos los manómetros, la lectura cero corresponde a la presión atmosférica.

# VAPOR DE AGUA SATURADO

Presión absoluta en atm.	Tem- peratura en centígr.	Volumen de 1 Kg. en m <sup>3</sup> .	Peso de 1 m <sup>3</sup> en Kg.	Presión absoluta en atm.	Tem- peratura en centígr.	Volumen de 1 Kg. en m <sup>3</sup> .	Peso de 1 m <sup>3</sup> en Kg.
0.1	46.2	14.552	0.069	5.4	155.1	0.338	2.956
0.2	60.4	7.543	0.133	5.5	155.8	0.332	3.007
0.3	69.5	5.140	0.194	5.6	156.7	0.327	3.059
0.4	76.2	3.916	0.255	5.7	157.9	0.321	3.110
0.5	81.7	3.171	0.315	5.8	157.9	0.316	3.161
0.6	86.3	2.671	0.374	5.9	158.6	0.311	3.212
0.7	90.3	2.302	0.433	6.0	159.2	0.306	3.263
0.8	93.9	2.036	0.491	6.1	159.9	0.302	3.314
0.9	97.1	1.822	0.549	6.2	160.5	0.297	3.365
1.0	100.0	1.650	0.606	6.3	161.1	0.293	3.416
1.1	102.7	1.506	0.663	6.4	161.8	0.289	3.467
1.2	105.2	1.396	0.719	6.5	162.4	0.286	3.518
1.3	107.5	1.308	0.776	6.6	163.0	0.282	3.568
1.4	109.7	1.237	0.832	6.7	163.7	0.279	3.619
1.5	111.7	1.182	0.887	6.8	164.2	0.277	3.670
1.6	113.7	1.140	0.943	6.9	164.8	0.275	3.721
1.7	115.5	1.102	0.999	7.0	165.3	0.273	3.772
1.8	117.3	1.069	1.053	7.1	165.8	0.271	3.823
1.9	119.0	1.040	1.108	7.2	166.3	0.269	3.874
2.0	120.6	1.015	1.163	7.3	166.8	0.267	3.925
2.1	122.1	0.992	1.218	7.4	167.3	0.265	3.976
2.2	123.6	0.970	1.272	7.5	167.8	0.263	4.027
2.3	125.1	0.950	1.326	7.6	168.3	0.261	4.078
2.4	126.5	0.931	1.380	7.7	168.8	0.259	4.129
2.5	127.8	0.913	1.434	7.8	169.3	0.257	4.180
2.6	129.1	0.897	1.488	7.9	169.8	0.255	4.231
2.7	130.3	0.882	1.542	8.0	170.3	0.253	4.282
2.8	131.6	0.867	1.596	8.1	170.8	0.251	4.333
2.9	132.8	0.853	1.650	8.2	171.3	0.249	4.384
3.0	133.9	0.840	1.704	8.3	171.8	0.247	4.435
3.1	135.0	0.827	1.758	8.4	172.3	0.245	4.486
3.2	136.1	0.815	1.812	8.5	172.8	0.243	4.537
3.3	137.2	0.803	1.866	8.6	173.3	0.241	4.588
3.4	138.2	0.792	1.920	8.7	173.8	0.239	4.639
3.5	139.2	0.781	1.974	8.8	174.3	0.237	4.690
3.6	140.2	0.770	2.028	8.9	174.8	0.235	4.741
3.7	141.2	0.760	2.082	9.0	175.3	0.233	4.792
3.8	142.1	0.750	2.136	9.1	175.8	0.231	4.843
3.9	143.1	0.740	2.190	9.2	176.3	0.229	4.894
4.0	144.0	0.730	2.244	9.3	176.8	0.227	4.945
4.1	144.9	0.720	2.298	9.4	177.3	0.225	5.000
4.2	145.8	0.710	2.352	9.5	177.8	0.223	5.051
4.3	146.6	0.700	2.406	9.6	178.3	0.221	5.102
4.4	147.5	0.690	2.460	9.7	178.8	0.219	5.153
4.5	148.3	0.680	2.514	9.8	179.3	0.217	5.204
4.6	149.1	0.670	2.568	9.9	179.8	0.215	5.255
4.7	149.9	0.660	2.622	10.0	180.3	0.213	5.306
4.8	150.7	0.650	2.676	10.1	180.8	0.211	5.357
4.9	151.5	0.640	2.730	10.2	181.3	0.209	5.408
5.0	152.2	0.630	2.784	10.3	181.8	0.207	5.459
5.1	152.9	0.620	2.838	10.4	182.3	0.205	5.510
5.2	153.7	0.610	2.892	10.5	182.8	0.203	5.561
5.3	154.4	0.600	2.946	10.6	183.3	0.201	5.612

— Volumen específico  $v$  en m<sup>3</sup>/Kg. del vapor de agua, recalentado a la presión de  $p$  Kg/cm<sup>2</sup> y temperatura de  $t$  centígrados

$t =$	200°	250°	260°	270°	280°	290°	300°	310°	320°	330°	340°	350°
a p Kg/cm <sup>2</sup>												
4	0.534	0.597	0.610	0.623	0.636	0.648	0.661	0.674	0.686	0.699	0.712	0.724
4.5	0.473	0.529	0.540	0.552	0.563	0.574	0.585	0.597	0.608	0.620	0.631	0.642
5	0.424	0.475	0.485	0.495	0.505	0.515	0.525	0.535	0.545	0.556	0.566	0.576
5.5	0.384	0.430	0.439	0.448	0.458	0.467	0.476	0.485	0.495	0.504	0.513	0.522
6	0.350	0.393	0.401	0.410	0.418	0.427	0.435	0.444	0.452	0.461	0.469	0.478
6.5	0.323	0.362	0.370	0.378	0.386	0.393	0.401	0.409	0.417	0.425	0.433	0.441
7	0.299	0.335	0.342	0.350	0.357	0.364	0.372	0.379	0.386	0.394	0.401	0.408
7.5	0.278	0.312	0.319	0.326	0.332	0.339	0.346	0.353	0.360	0.367	0.374	0.381
8	0.260	0.292	0.298	0.305	0.311	0.317	0.324	0.330	0.336	0.343	0.351	0.356
8.5	0.244	0.274	0.280	0.286	0.292	0.298	0.304	0.310	0.316	0.322	0.328	0.334
9	0.230	0.258	0.264	0.270	0.276	0.281	0.287	0.293	0.298	0.304	0.309	0.315
9.5	0.218	0.244	0.250	0.255	0.260	0.266	0.271	0.276	0.282	0.287	0.292	0.298
10	0.206	0.232	0.237	0.242	0.247	0.252	0.257	0.262	0.267	0.272	0.277	0.282
10.5	0.196	0.220	0.225	0.230	0.235	0.240	0.245	0.250	0.254	0.259	0.264	0.269
11	0.187	0.210	0.215	0.219	0.224	0.229	0.233	0.237	0.242	0.247	0.251	0.256
11.5	0.178	0.200	0.205	0.209	0.213	0.218	0.222	0.227	0.232	0.236	0.240	0.245
12	0.171	0.192	0.196	0.200	0.205	0.210	0.213	0.217	0.222	0.226	0.230	0.234
12.5	0.164	0.184	0.188	0.192	0.196	0.200	0.204	0.208	0.212	0.217	0.221	0.225
13	0.157	0.177	0.181	0.184	0.188	0.192	0.196	0.200	0.204	0.208	0.212	0.216
13.5	0.151	0.170	0.174	0.177	0.181	0.185	0.188	0.192	0.196	0.200	0.204	0.207
14	0.145	0.163	0.167	0.171	0.174	0.178	0.182	0.185	0.189	0.193	0.196	0.200
15	0.135	0.152	0.155	0.159	0.162	0.166	0.169	0.172	0.176	0.179	0.182	0.186
16	—	0.142	0.145	0.149	0.152	0.155	0.158	0.161	0.165	0.168	0.171	0.174
17	—	0.133	0.136	0.139	0.142	0.145	0.148	0.151	0.155	0.158	0.161	0.162
18	—	0.126	0.129	0.132	0.134	0.137	0.140	0.143	0.146	0.149	0.151	0.154
19	—	0.120	0.122	0.124	0.127	0.130	0.132	0.135	0.138	0.141	0.143	0.146
20	—	0.113	0.115	0.118	0.120	0.123	0.125	0.128	0.131	0.133	0.136	0.138

## C A L O R

Una caloría-kilogramo	= 1	caloría grande.
»	= 1.000	calorías-gramo.
»	= 427	kilográmetros.
Un kilográmetro	= 2,342	calorías-gramo.
Un HP-hora	= 632	calorías-kilogramo.
Un kilovatio-hora	= 860	calorías-kilogramo.
Una B. T. U. por libra	= 0,55	calorías kg/kg.
Una B. T. U. por pie cúbico	= 8,9	calorías kg/m <sup>3</sup>
B. T. U. =		Caloría inglesa.

### POTENCIAS CALORIFICAS SUPERIORES

COMBUSTIBLE	CALORIA-KG.
Antracita.	8.000
Lignito	3.600
Hulla { Buena calidad.	7.500
Regular idem.	6.600
Inferior idem.	4.800
Briquetas de hulla.	7.750
Carbón de madera (combustión completa)	8.000
Coque de gas	7.000
Coque metalúrgico.	7.230
Gas de aluminado.	10.000
Gas de alto horno.	768
Gas acetileno	11.600
Madera	4.100
Turba.	3.800
Alcohol	7.100
Gasolina.	11.000
Benzol.	10.000
Petróleo	11.000
Mazut (similar gas-oil)	10.500

### POTENCIAS CALORIFICAS INFERIORES

COMBUSTIBLE	CALORIA-KG.
Acete solar	10.100
Petróleo (rectificado)	10.610
Gasolina	10.000
Petróleo en bruto	9.900
Gas-oil (aceite de gas)	10.000
Benzol.	9.590

## CALOR LATENTE DE FUSION

METALES	Caloria-Kg.	CUERPOS	Caloria-Kg.
Estaño	13	Azufre.	9,4
Cobre	30	Parafina	35,1
Fundición gris.	23	Glicerina	42,5
Hierro	30	Nitrato potásico.	63
Niquel	4,6	Hielo (agua).	80,4
Mercurio	2,8	Cadmio.	14
Plata	21	Aluminio	77
Plomo	5,4		
Platino	27,2		
Zinc.	28		

## CALOR LATENTE DE VAPORIZACION

CUERPOS	CALORIA-KG.
Agua	539
Mercurio.	62
Azufre.	362
Alcohol	210
Benzol.	94,4
Eter	90
Amoniaco (a 0°)	304,4
Acido carbónico (a 0°).	55,2

## DILATACION CUBICA 1° C

CUERPOS	Cm <sup>3</sup>
Petróleo	0,00100
Benzol.	0,00120
Agua (promedio)	0,00018
Eter	0,00160
Alcohol	0,00110
Glicerina.	0,00050
Mercurio.	0,00018

Peso de las piezas fundidas en relación con su modelo

MODELO DE	Hierro fundido	Latón	Cobre	Bronce	Aluminio
Pino o abeto . . . . .	16	18,8	19,7	19,3	5,1
Roble . . . . .	9	10,1	10,4	10,3	3,3
Hoya . . . . .	9,7	10,9	11,4	11,3	3,6
Tilo . . . . .	13,4	15,1	16,7	15,5	4,9
Peral . . . . .	10,2	11,5	11,9	11,8	3,7
Abedul . . . . .	10,6	11,9	12,3	12,2	3,9
Aliso . . . . .	12,8	14,3	14,9	14,7	—
Caoba . . . . .	11,7	13,2	13,7	13,5	4,3
Latón . . . . .	0,85	0,95	0,99	0,98	0,3

Mezclas frigoríficas

MEZCLA	Partes en peso	Descenso de temperatura °C	
		De	A
Salitre, sal amoníaco, agua. . .	1 : 1 : 1	+ 8	— 24
Sal amoníaco, nitrato, agua. . .	5 : 5 : 16	+ 10	— 12
Nitrato amónico, agua . . . .	1 : 1	+ 10	— 16
Cloruro de calcio, nieve. . . .	3 : 2	0	— 33
Cloruro de sodio, nieve. . . .	1 : 1	0	— 18
Acido nítrico disuelto, nieve. . .	1 : 1	— 14	— 35
Acido sulfúrico disuelto, nieve. .	1 : 1	— 5	— 41
Acido nítrico disuelto, nieve, áci- do sulfúrico disuelto. . . . .	1 : 1 : 2	— 19	— 40
Fosfato sódico, ácido nítrico di- suelto. . . . .	9 : 4	+ 15	— 9
Fosfato sódico, sal amoníaco, áci- do nítrico disuelto. . . . .	9 : 6 : 4	+ 12,4	— 6

Tangentes y Cotangentes

	0°		1°		2°		3°				
	tan	cotan	tan	cotan	tan	cotan	tan	cotan			
0	.00000	Infinita	.01746	57.2900	.03492	28.6363	.05241	19.0811	60		
1	.00029	3437.750	.01775	56.3506	.03521	28.3994	.05270	18.9758	59		
2	.00058	1718.870	.01804	55.4415	.03550	28.1664	.05299	18.8711	58		
3	.00087	1144.920	.01833	54.5613	.03579	27.9370	.05328	18.7678	57		
4	.00116	859.436	.01862	53.7086	.03609	27.7117	.05357	18.6656	56		
5	.00145	687.549	.01891	52.8821	.03638	27.4899	.05387	18.5645	55		
6	.00175	572.957	.01920	52.0807	.03667	27.2715	.05416	18.4645	54		
7	.00204	491.106	.01949	51.3032	.03696	27.0566	.05445	18.3654	53		
8	.00233	429.718	.01978	50.5485	.03725	26.8450	.05474	18.2677	52		
9	.00262	381.971	.02007	49.8157	.03754	26.6367	.05503	18.1708	51		
10	.00291	343.774	.02036	49.1039	.03783	26.4316	.05533	18.0750	50		
11	.00320	312.621	.02066	48.4121	.03812	26.2296	.05562	17.9802	49		
12	.00349	286.478	.02095	47.7395	.03842	26.0307	.05591	17.8863	48		
13	.00378	264.441	.02124	47.0853	.03871	25.8348	.05620	17.7934	47		
14	.00407	245.552	.02153	46.4489	.03900	25.6418	.05649	17.7015	46		
15	.00436	229.182	.02182	45.8294	.03929	25.4518	.05678	17.6106	45		
16	.00465	214.858	.02211	45.2261	.03958	25.2644	.05708	17.5205	44		
17	.00495	202.219	.02240	44.6386	.03987	25.0798	.05737	17.4314	43		
18	.00524	190.984	.02269	44.0661	.04016	24.8978	.05766	17.3432	42		
19	.00553	180.932	.02298	43.5081	.04045	24.7181	.05795	17.2568	41		
20	.00582	171.885	.02328	42.9641	.04075	24.5418	.05824	17.1693	40		
21	.00611	163.700	.02357	42.4335	.04104	24.3675	.05854	17.0837	39		
22	.00640	156.250	.02386	41.9158	.04133	24.1957	.05883	16.9990	38		
23	.00669	149.465	.02415	41.4106	.04162	24.0263	.05912	16.9150	37		
24	.00698	143.237	.02444	40.9174	.04191	23.8593	.05941	16.8319	36		
25	.00727	137.507	.02473	40.4358	.04220	23.6945	.05970	16.7496	35		
26	.00756	132.219	.02502	39.9656	.04250	23.5321	.05999	16.6681	34		
27	.00785	127.321	.02531	39.5059	.04279	23.3718	.06028	16.5874	33		
28	.00814	122.774	.02560	39.0568	.04308	23.2137	.06058	16.5075	32		
29	.00844	118.540	.02589	38.6177	.04337	23.0577	.06087	16.4283	31		
30	.00873	114.589	.02619	38.1885	.04366	22.9038	.06116	16.3499	30		
31	.00902	110.892	.02648	37.7686	.04395	22.7519	.06145	16.2722	29		
32	.00931	107.426	.02677	37.3579	.04424	22.6020	.06175	16.1952	28		
33	.00960	104.171	.02706	36.9560	.04453	22.4541	.06204	16.1190	27		
34	.00989	101.107	.02735	36.5627	.04483	22.3081	.06233	16.0435	26		
35	.01018	98.2179	.02764	36.1776	.04512	22.1640	.06262	15.9687	25		
36	.01047	95.4895	.02793	35.8006	.04541	22.0217	.06291	15.8945	24		
37	.01076	92.9085	.02822	35.4313	.04570	21.8813	.06321	15.8211	23		
38	.01105	90.4533	.02851	35.0695	.04599	21.7428	.06350	15.7483	22		
39	.01135	88.1436	.02881	34.7151	.04628	21.6056	.06379	15.6762	21		
40	.01164	85.9308	.02910	34.3678	.04658	21.4704	.06408	15.6048	20		
41	.01193	83.8435	.02939	34.0273	.04687	21.3369	.06437	15.5340	19		
42	.01222	81.8470	.02968	33.6935	.04716	21.2049	.06467	15.4638	18		
43	.01251	79.9434	.02997	33.3662	.04745	21.0747	.06496	15.3943	17		
44	.01280	78.1263	.03026	33.0452	.04774	20.9460	.06525	15.3254	16		
45	.01309	76.3984	.03055	32.7303	.04803	20.8188	.06554	15.2571	15		
46	.01338	74.7292	.03084	32.4213	.04832	20.6932	.06584	15.1893	14		
47	.01367	73.1390	.03114	32.1181	.04862	20.5691	.06613	15.1222	13		
48	.01396	71.6151	.03143	31.8205	.04891	20.4465	.06642	15.0567	12		
49	.01425	70.1538	.03172	31.5284	.04920	20.3260	.06671	14.9928	11		
50	.01455	68.7501	.03201	31.2416	.04949	20.2066	.06700	14.9244	10		
51	.01484	67.4019	.03230	30.9599	.04978	20.0872	.06730	14.8566	9		
52	.01513	66.1083	.03259	30.6833	.05007	19.9702	.06759	14.7894	8		
53	.01542	64.8580	.03288	30.4116	.05037	19.8546	.06788	14.7317	7		
54	.01571	63.6567	.03317	30.1446	.05066	19.7403	.06817	14.6685	6		
55	.01600	62.4992	.03346	29.8823	.05095	19.6273	.06847	14.6069	5		
56	.01629	61.2824	.03375	29.6245	.05124	19.5156	.06876	14.5438	4		
57	.01658	60.1058	.03405	29.3711	.05153	19.4051	.06905	14.4823	3		
58	.01687	58.9659	.03434	29.1220	.05182	19.2959	.06934	14.4212	2		
59	.01716	58.2612	.03463	28.8771	.05212	19.1879	.06963	14.3607	1		
60	.01746	57.2900	.03492	28.6363	.05241	19.0811	.06993	14.3007	0		
cotan		89°	tan	cotan	88°	tan	cotan	87°	tan	cotan	86°

	4°		5°		6°		7°		
	tan	cotan	tan	cotan	tan	cotan	tan	cotan	
0	.06993	14.3007	.08749	11.4301	.10510	9.51436	.12278	8.14435	60
1	.07022	14.2411	.08781	11.3919	.10540	9.48781	.12308	8.12481	59
2	.07051	14.1821	.08807	11.3540	.10569	9.46141	.12338	8.10536	58
3	.07080	14.1231	.08833	11.3163	.10599	9.43515	.12367	8.08680	57
4	.07110	14.0655	.08866	11.2789	.10628	9.40904	.12397	8.06874	56
5	.07139	14.0079	.08895	11.2417	.10657	9.38307	.12426	8.04758	55
6	.07168	13.9507	.08925	11.2048	.10687	9.35724	.12456	8.02844	54
7	.07197	13.8940	.08954	11.1681	.10716	9.33154	.12485	8.00948	53
8	.07227	13.8378	.08983	11.1316	.10746	9.30599	.12515	7.99058	52
9	.07256	13.7821	.09013	11.0954	.10775	9.28058	.12544	7.97176	51
10	.07285	13.7267	.09042	11.0594	.10805	9.25530	.12574	7.95302	50
11	.07314	13.6719	.09071	11.0237	.10834	9.23016	.12603	7.93438	49
12	.07344	13.6174	.09101	10.9882	.10863	9.20516	.12633	7.91582	48
13	.07373	13.5634	.09130	10.9529	.10893	9.18028	.12662	7.89734	47
14	.07402	13.5099	.09159	10.9178	.10922	9.15554	.12692	7.87893	46
15	.07431	13.4566	.09189	10.8829	.10952	9.13093	.12722	7.86064	45
16	.07461	13.4039	.09218	10.8483	.10981	9.10646	.12751	7.84242	44
17	.07490	13.3515	.09247	10.8139	.11011	9.08211	.12781	7.82428	43
18	.07519	13.2996	.09277	10.7797	.11040	9.05789	.12810	7.80622	42
19	.07548	13.2480	.09306	10.7457	.11070	9.03379	.12840	7.78825	41
20	.07578	13.1969	.09335	10.7119	.11099	9.00983	.12869	7.77035	40
21	.07607	13.1461	.09365	10.6783	.11128	8.98598	.12899	7.75254	39
22	.07636	13.0958	.09394	10.6450	.11158	8.96227	.12929	7.73480	38
23	.07665	13.0458	.09423	10.6118	.11187	8.93867	.12958	7.71715	37
24	.07695	12.9962	.09453	10.5789	.11217	8.91520	.12988	7.69957	36
25	.07724	12.9469	.09482	10.5462	.11246	8.89185	.13017	7.68208	35
26	.07753	12.8980	.09511	10.5136	.11276	8.86862	.13047	7.66466	34
27	.07782	12.8496	.09541	10.4813	.11305	8.84551	.13076	7.64732	33
28	.07812	12.8014	.09570	10.4491	.11335	8.82252	.13106	7.63005	32
29	.07841	12.7536	.09600	10.4172	.11364	8.79964	.13136	7.61287	31
30	.07870	12.7062	.09629	10.3854	.11394	8.77689	.13165	7.59575	30
31	.07899	12.6591	.09658	10.3538	.11423	8.75425	.13195	7.57872	29
32	.07929	12.6124	.09687	10.3224	.11452	8.73172	.13224	7.56176	28
33	.07958	12.5660	.09717	10.2913	.11482	8.70931	.13254	7.54487	27
34	.07987	12.5199	.09746	10.2602	.11511	8.68701	.13284	7.52806	26
35	.08017	12.4742	.09776	10.2294	.11541	8.66482	.13313	7.51132	25
36	.08046	12.4289	.09805	10.1988	.11570	8.64275	.13343	7.49465	24
37	.08075	12.3838	.09834	10.1683	.11600	8.62078	.13372	7.47806	23
38	.08104	12.3390	.09864	10.1381	.11629	8.59893	.13402	7.46154	22
39	.08134	12.2946	.09893	10.1080	.11658	8.57718	.13432	7.44509	21
40	.08163	12.2505	.09923	10.0780	.11688	8.55555	.13461	7.42871	20
41	.08192	12.2067	.09952	10.0483	.11718	8.53402	.13491	7.41240	19
42	.08221	12.1632	.09981	10.0187	.11748	8.51259	.13521	7.39616	18
43	.08251	12.1201	.10011	9.98931	.11777	8.49128	.13550	7.37999	17
44	.08280	12.0772	.10040	9.96007	.11806	8.47007	.13580	7.36389	16
45	.08309	12.0346	.10069	9.93101	.11836	8.44896	.13609	7.34786	15
46	.08339	11.9923	.10099	9.90211	.11865	8.42795	.13639	7.33190	14
47	.08368	11.9504	.10128	9.87338	.11895	8.40709	.13669	7.31600	13
48	.08397	11.9087	.10158	9.84482	.11924	8.38628	.13698	7.30018	12
49	.08427	11.8673	.10187	9.81641	.11954	8.36555	.13728	7.28442	11
50	.08456	11.8262	.10216	9.78817	.11983	8.34496	.13758	7.26873	10
51	.08485	11.7853	.10246	9.76009	.12013	8.32446	.13787	7.25310	9
52	.08514	11.7448	.10275	9.73217	.12042	8.30406	.13817	7.23754	8
53	.08544	11.7045	.10305	9.70441	.12072	8.28376	.13846	7.22204	7
54	.08573	11.6645	.10334	9.67680	.12101	8.26355	.13876	7.20661	6
55	.08602	11.6248	.10363	9.64935	.12131	8.24345	.13906	7.19125	5
56	.08632	11.5853	.10393	9.62205	.12160	8.22344	.13935	7.17594	4
57	.08661	11.5461	.10422	9.59490	.12190	8.20352	.13965	7.16071	3
58	.08690	11.5072	.10452	9.56791	.12219	8.18370	.13995	7.14553	2
59	.08720	11.4685	.10481	9.54106	.12249	8.16398	.14024	7.13042	1
60	.08749	11.4301	.10510	9.51436	.12278	8.14435	.14054	7.11537	0
	cotan	tan	cotan	tan	cotan	tan	cotan	tan	
	85°		84°		83°		82°		

	8°		9°		10°		11°		
/	tan	cotan	tan	cotan	tan	cotan	tan	cotan	
0	14054	7.11537	15838	6.31375	17633	5.67128	19438	5.14455	60
1	14084	7.10038	15868	6.30189	17663	5.66185	19468	5.13658	59
2	14113	7.08546	15898	6.29007	17693	5.65205	19498	5.12862	58
3	14143	7.07059	15928	6.27829	17723	5.64262	19529	5.12069	57
4	14173	7.05579	15958	6.26655	17753	5.63295	19559	5.11279	56
5	14202	7.04105	15988	6.25486	17783	5.62344	19589	5.10490	55
6	14232	7.02637	16017	6.24321	17813	5.61397	19619	5.09704	54
7	14262	7.01174	16047	6.23160	17843	5.60464	19649	5.08921	53
8	14291	6.99718	16077	6.22003	17873	5.59511	19680	5.08139	52
9	14321	6.98268	16107	6.20851	17903	5.58573	19710	5.07380	51
10	14351	6.96823	16137	6.19703	17933	5.57638	19740	5.06584	50
11	14381	6.95385	16167	6.18559	17963	5.56706	19770	5.05809	49
12	14410	6.93952	16196	6.17419	17993	5.55777	19801	5.05037	48
13	14440	6.92525	16226	6.16283	18023	5.54851	19831	5.04267	47
14	14470	6.91104	16256	6.15151	18053	5.53929	19861	5.03499	46
15	14499	6.89688	16286	6.14023	18083	5.53007	19891	5.02734	45
16	14529	6.88278	16316	6.12899	18113	5.52090	19921	5.01971	44
17	14559	6.86874	16346	6.11779	18143	5.51176	19952	5.01210	43
18	14588	6.85475	16376	6.10664	18173	5.50264	19982	5.00451	42
19	14618	6.84082	16405	6.09552	18203	5.49356	20012	4.99695	41
20	14648	6.82694	16435	6.08444	18233	5.48451	20042	4.98940	40
21	14678	6.81312	16465	6.07340	18263	5.47548	20073	4.98188	39
22	14707	6.79936	16495	6.06240	18293	5.46648	20103	4.97438	38
23	14737	6.78564	16525	6.05143	18323	5.45751	20133	4.96690	37
24	14767	6.77199	16555	6.04051	18353	5.44857	20164	4.95945	36
25	14796	6.75838	16585	6.02962	18383	5.43966	20194	4.95201	35
26	14826	6.74483	16615	6.01878	18414	5.43077	20224	4.94460	34
27	14856	6.73133	16645	6.00797	18444	5.42192	20254	4.93721	33
28	14886	6.71789	16674	5.99720	18474	5.41309	20285	4.92984	32
29	14915	6.70450	16704	5.98646	18504	5.40429	20315	4.92249	31
30	14945	6.69116	16734	5.97576	18534	5.39552	20345	4.91516	30
31	14975	6.67787	16764	5.96510	18564	5.38677	20376	4.90785	29
32	15005	6.66463	16794	5.95448	18594	5.37805	20406	4.90056	28
33	15034	6.65144	16824	5.94389	18624	5.36936	20436	4.89330	27
34	15064	6.63831	16854	5.93335	18654	5.36070	20466	4.88606	26
35	15094	6.62522	16884	5.92283	18684	5.35206	20497	4.87882	25
36	15124	6.61219	16914	5.91235	18714	5.34345	20527	4.87162	24
37	15153	6.59921	16944	5.90191	18745	5.33487	20557	4.86444	23
38	15183	6.58627	16974	5.89151	18775	5.32631	20588	4.85727	22
39	15213	6.57339	17004	5.88114	18805	5.31778	20618	4.85013	21
40	15243	6.56055	17033	5.87080	18835	5.30928	20648	4.84300	20
41	15272	6.54777	17063	5.86051	18865	5.30080	20679	4.83590	19
42	15302	6.53503	17093	5.85024	18895	5.29235	20709	4.82882	18
43	15332	6.52234	17123	5.84001	18925	5.28393	20739	4.82177	17
44	15362	6.50970	17153	5.82982	18955	5.27553	20770	4.81471	16
45	15391	6.49710	17183	5.81968	18986	5.26713	20800	4.80769	15
46	15421	6.48456	17213	5.80953	19016	5.25880	20830	4.80068	14
47	15451	6.47206	17243	5.79944	19046	5.25048	20861	4.79370	13
48	15481	6.45961	17273	5.78938	19076	5.24218	20891	4.78673	12
49	15511	6.44720	17303	5.77936	19106	5.23391	20921	4.77978	11
50	15540	6.43484	17333	5.76937	19136	5.22566	20952	4.77286	10
51	15570	6.42253	17363	5.75941	19166	5.21744	20982	4.76595	9
52	15600	6.41027	17393	5.74949	19196	5.20925	21013	4.75906	8
53	15630	6.39804	17423	5.73960	19227	5.20107	21044	4.75217	7
54	15660	6.38587	17453	5.72974	19257	5.19293	21073	4.74534	6
55	15690	6.37374	17483	5.71992	19287	5.18480	21104	4.73851	5
56	15719	6.36161	17513	5.71013	19317	5.17671	21134	4.73170	4
57	15749	6.34961	17543	5.70037	19347	5.16864	21164	4.72495	3
58	15779	6.33761	17573	5.69064	19378	5.16058	21195	4.71812	2
59	15809	6.32566	17603	5.68094	19408	5.15256	21225	4.71137	1
60	15838	6.31375	17633	5.67128	19438	5.14455	21256	4.70463	0
	cotan	tan	cotan	tan	cotan	tan	cotan	tan	
	81°	80°	79°	78°	77°	76°	75°	74°	

	12°		13°		14°		15°		
	tan	cotan	tan	cotan	tan	cotan	tan	cotan	
0	21256	4.70463	23087	4.33148	24933	4.01078	26795	3.73205	60
1	21286	4.69619	23117	4.32402	24964	4.00582	26826	3.72711	59
2	21316	4.69121	23148	4.32001	24995	4.00086	26857	3.72238	58
3	21347	4.68625	23179	4.31430	25026	3.99592	26888	3.71707	57
4	21377	4.68129	23209	4.30860	25056	3.99099	26920	3.71146	56
5	21408	4.67633	23240	4.30291	25087	3.98607	26951	3.70585	55
6	21438	4.67137	23271	4.29724	25118	3.98117	26982	3.70016	54
7	21469	4.66641	23301	4.29159	25149	3.97627	27013	3.69455	53
8	21499	4.66145	23332	4.28595	25180	3.97139	27044	3.68891	52
9	21529	4.65649	23363	4.28032	25211	3.96651	27075	3.68335	51
10	21560	4.65153	23393	4.27471	25242	3.96165	27107	3.68090	50
11	21590	4.64657	23424	4.26911	25273	3.95680	27138	3.68485	49
12	21621	4.64161	23455	4.26352	25304	3.95196	27169	3.68061	48
13	21651	4.63665	23486	4.25793	25335	3.94713	27201	3.67638	47
14	21682	4.63169	23516	4.25235	25366	3.94232	27232	3.67217	46
15	21712	4.62673	23547	4.24678	25397	3.93751	27263	3.66796	45
16	21743	4.62177	23578	4.24121	25428	3.93271	27294	3.66375	44
17	21773	4.61681	23608	4.23564	25459	3.92790	27325	3.65955	43
18	21804	4.61185	23639	4.23007	25490	3.92316	27357	3.65532	42
19	21834	4.60689	23670	4.22451	25521	3.91839	27388	3.65121	41
20	21864	4.60193	23700	4.21893	25552	3.91364	27419	3.64705	40
21	21895	4.59697	23731	4.21337	25583	3.90890	27451	3.64289	39
22	21925	4.59201	23762	4.20782	25614	3.90417	27482	3.63874	38
23	21956	4.58705	23793	4.20228	25645	3.89945	27513	3.63461	37
24	21986	4.58209	23824	4.19674	25676	3.89474	27544	3.63048	36
25	22017	4.57713	23855	4.19121	25707	3.89004	27576	3.62636	35
26	22047	4.57217	23886	4.18567	25738	3.88535	27607	3.62224	34
27	22078	4.56721	23916	4.18013	25769	3.88066	27638	3.61814	33
28	22108	4.56225	23946	4.17459	25800	3.87597	27670	3.61405	32
29	22139	4.55729	23977	4.16905	25831	3.87128	27701	3.60996	31
30	22169	4.55233	24008	4.16350	25862	3.86671	27732	3.60588	30
31	22200	4.54737	24039	4.15797	25893	3.86208	27764	3.60181	29
32	22231	4.54241	24069	4.15245	25924	3.85745	27795	3.59775	28
33	22261	4.53745	24100	4.14693	25955	3.85284	27826	3.59370	27
34	22292	4.53249	24131	4.14140	25986	3.84824	27858	3.58966	26
35	22322	4.52753	24162	4.13587	26017	3.84364	27889	3.58562	25
36	22353	4.52257	24193	4.13034	26048	3.83904	27920	3.58160	24
37	22383	4.51761	24223	4.12482	26079	3.83444	27952	3.57758	23
38	22414	4.51265	24254	4.11930	26110	3.82989	27983	3.57357	22
39	22444	4.50769	24285	4.11378	26141	3.82533	28015	3.56957	21
40	22475	4.50273	24316	4.10826	26172	3.82078	28046	3.56557	20
41	22505	4.49777	24347	4.10274	26203	3.81623	28077	3.56150	19
42	22536	4.49281	24377	4.10126	26235	3.81177	28109	3.55751	18
43	22567	4.48785	24408	4.09574	26266	3.80731	28140	3.55354	17
44	22597	4.48289	24439	4.09022	26297	3.80276	28172	3.54968	16
45	22628	4.47793	24470	4.08470	26328	3.79827	28203	3.54573	15
46	22658	4.47297	24501	4.07918	26359	3.79378	28234	3.54179	14
47	22689	4.46801	24532	4.07366	26390	3.78929	28265	3.53785	13
48	22719	4.46305	24563	4.06814	26421	3.78480	28297	3.53392	12
49	22750	4.45809	24594	4.06262	26452	3.78031	28329	3.53001	11
50	22781	4.45313	24624	4.05710	26483	3.77585	28360	3.52609	10
51	22811	4.44817	24655	4.05159	26515	3.77132	28391	3.52219	9
52	22842	4.44321	24686	4.04607	26546	3.76679	28423	3.51829	8
53	22873	4.43825	24717	4.04056	26577	3.76228	28454	3.51441	7
54	22903	4.43329	24748	4.03504	26608	3.75776	28486	3.51054	6
55	22934	4.42833	24779	4.02953	26639	3.75325	28517	3.50666	5
56	22964	4.42337	24809	4.02402	26670	3.74874	28549	3.50279	4
57	22995	4.41841	24840	4.01851	26701	3.74423	28580	3.49894	3
58	23026	4.41345	24871	4.01300	26732	3.73972	28612	3.49502	2
59	23056	4.40849	24902	4.00749	26764	3.73521	28643	3.49125	1
60	23087	4.40353	24933	4.00198	26795	3.73070	28675	3.48741	0
	cotan	tan	cotan	tan	cotan	tan	cotan	tan	
	77°	76°	75°	74°					

	16°		17°		18°		19°		
	tan	cotan	tan	cotan	tan	cotan	tan	cotan	
0	28675	3.48741	30573	3.27085	32492	3.07788	34433	2.90421	60
1	28706	3.48359	30605	3.26745	32524	3.07484	34465	2.90147	59
2	28738	3.47977	30637	3.26406	32556	3.07180	34498	2.89873	58
3	28769	3.47596	30669	3.26067	32588	3.06876	34530	2.89600	57
4	28800	3.47216	30700	3.25729	32621	3.06574	34563	2.89327	56
5	28832	3.46837	30732	3.25392	32653	3.06272	34596	2.89055	55
6	28864	3.46458	30764	3.25055	32685	3.05970	34628	2.88783	54
7	28895	3.46080	30796	3.24719	32717	3.05669	34661	2.88511	53
8	28927	3.45703	30828	3.24383	32749	3.05369	34693	2.88240	52
9	28958	3.45327	30860	3.24049	32782	3.05069	34726	2.87970	51
10	28990	3.44951	30891	3.23714	32814	3.04769	34758	2.87700	50
11	29021	3.44576	30923	3.23381	32846	3.04450	34791	2.87430	49
12	29053	3.44202	30955	3.23048	32878	3.04152	34824	2.87161	48
13	29084	3.43829	30987	3.22715	32911	3.03854	34856	2.86892	47
14	29116	3.43456	31019	3.22384	32943	3.03556	34889	2.86624	46
15	29147	3.43084	31051	3.22053	32975	3.03258	34922	2.86356	45
16	29179	3.42713	31083	3.21722	33007	3.02963	34954	2.86089	44
17	29210	3.42343	31115	3.21392	33040	3.02667	34987	2.85823	43
18	29242	3.41973	31147	3.21063	33072	3.02372	35019	2.85558	42
19	29274	3.41604	31178	3.20734	33104	3.02077	35052	2.85290	41
20	29305	3.41236	31210	3.20406	33136	3.01783	35085	2.85023	40
21	29337	3.40869	31242	3.20079	33169	3.01489	35117	2.84758	39
22	29368	3.40502	31274	3.19752	33201	3.01196	35150	2.84494	38
23	29400	3.40136	31306	3.19426	33233	3.00903	35183	2.84229	37
24	29432	3.39771	31338	3.19100	33266	3.00611	35216	2.83966	36
25	29463	3.39406	31370	3.18775	33298	3.00319	35248	2.83702	35
26	29495	3.39042	31402	3.18451	33330	3.00028	35281	2.83439	34
27	29526	3.38679	31434	3.18127	33363	2.99738	35314	2.83176	33
28	29558	3.38317	31466	3.17804	33395	2.99447	35346	2.82914	32
29	29590	3.37955	31498	3.17481	33427	2.99156	35379	2.82653	31
30	29621	3.37594	31530	3.17159	33460	2.98866	35412	2.82391	30
31	29653	3.37234	31562	3.16838	33492	2.98580	35445	2.82130	29
32	29685	3.36873	31594	3.16517	33524	2.98292	35477	2.81870	28
33	29716	3.36513	31626	3.16197	33557	2.98004	35510	2.81610	27
34	29748	3.36158	31658	3.15877	33589	2.97717	35543	2.81350	26
35	29780	3.35800	31690	3.15558	33621	2.97430	35576	2.81091	25
36	29811	3.35443	31722	3.15240	33654	2.97144	35608	2.80833	24
37	29843	3.35087	31754	3.14923	33686	2.96858	35641	2.80573	23
38	29875	3.34732	31786	3.14605	33718	2.96573	35674	2.80316	22
39	29906	3.34377	31818	3.14288	33751	2.96288	35707	2.80059	21
40	29938	3.34023	31850	3.13972	33783	2.96004	35740	2.79802	20
41	29970	3.33670	31882	3.13656	33816	2.95721	35772	2.79545	19
42	30001	3.33317	31914	3.13341	33848	2.95437	35805	2.79289	18
43	30033	3.32966	31946	3.13027	33881	2.95155	35838	2.79033	17
44	30065	3.32614	31978	3.12713	33913	2.94872	35871	2.78778	16
45	30097	3.32264	32010	3.12400	33945	2.94590	35904	2.78523	15
46	30128	3.31914	32042	3.12087	33978	2.94309	35937	2.78269	14
47	30160	3.31565	32074	3.11775	34010	2.94028	35969	2.78014	13
48	30192	3.31216	32106	3.11464	34043	2.93746	36002	2.77761	12
49	30224	3.30868	32139	3.11153	34075	2.93468	36035	2.77507	11
50	30255	3.30621	32213	3.10842	34108	2.93189	36068	2.77250	10
51	30287	3.30174	32273	3.10632	34140	2.92910	36101	2.77002	9
52	30319	3.29829	32235	3.10223	34173	2.92632	36134	2.76750	8
53	30351	3.29483	32207	3.09914	34205	2.92354	36167	2.76498	7
54	30383	3.29138	32169	3.09605	34238	2.92076	36200	2.76246	6
55	30414	3.28795	32231	3.09298	34270	2.91799	36232	2.75996	5
56	30446	3.28452	32363	3.08991	34303	2.91523	36265	2.75746	4
57	30478	3.28109	32396	3.08685	34335	2.91246	36298	2.75496	3
58	30509	3.27767	32428	3.08379	34368	2.90970	36331	2.75246	2
59	30541	3.27426	32460	3.08073	34400	2.90696	36364	2.74997	1
60	30573	3.27085	32492	3.07768	34433	2.90421	36397	2.74748	0
<hr/>									
	cotan	73°	tan	cotan	72°	tan	cotan	71°	tan

	20°		21°		22°		23°		
	tan	cotan	tan	cotan	tan	cotan	tan	cotan	
0	36397	2.74478	38386	2.60509	40403	2.47509	42447	2.35585	60
1	36430	2.74499	38420	2.60283	40436	2.47302	42482	2.35395	59
2	36463	2.74521	38453	2.60057	40470	2.47095	42516	2.35205	58
3	36496	2.74544	38487	2.59831	40504	2.46882	42551	2.35015	57
4	36529	2.74566	38520	2.59606	40538	2.46668	42585	2.34825	56
5	36562	2.74589	38553	2.59381	40572	2.46456	42619	2.34635	55
6	36595	2.74612	38587	2.59156	40606	2.46240	42654	2.34444	54
7	36628	2.74635	38620	2.58932	40640	2.46025	42688	2.34253	53
8	36661	2.74658	38654	2.58708	40674	2.45810	42722	2.34069	52
9	36694	2.74681	38687	2.58484	40707	2.45595	42757	2.33881	51
10	36727	2.74704	38721	2.58261	40741	2.45380	42791	2.33693	50
11	36760	2.72036	38754	2.58038	40775	2.45166	42826	2.33505	49
12	36793	2.71792	38787	2.57815	40809	2.45043	42860	2.33317	48
13	36826	2.71548	38821	2.57593	40843	2.44920	42894	2.33130	47
14	36859	2.71305	38854	2.57371	40877	2.44798	42929	2.32942	46
15	36892	2.71062	38888	2.57150	40911	2.44675	42963	2.32755	45
16	36925	2.70819	38921	2.56928	40945	2.44553	42998	2.32570	44
17	36958	2.70577	38955	2.56707	40979	2.44432	43032	2.32383	43
18	36991	2.70335	38988	2.56487	41013	2.44312	43067	2.32197	42
19	37024	2.70094	39022	2.56266	41047	2.44192	43101	2.32012	41
20	37057	2.69853	39055	2.56046	41081	2.44072	43136	2.31826	40
21	37090	2.69612	39089	2.55827	41115	2.43952	43170	2.31641	39
22	37124	2.69371	39122	2.55608	41149	2.43832	43205	2.31456	38
23	37157	2.69131	39156	2.55389	41183	2.43712	43239	2.31271	37
24	37190	2.68892	39190	2.55170	41217	2.43592	43274	2.31086	36
25	37223	2.68653	39223	2.54952	41251	2.43472	43308	2.30902	35
26	37256	2.68414	39256	2.54734	41285	2.43352	43343	2.30718	34
27	37289	2.68175	39290	2.54516	41319	2.43232	43378	2.30534	33
28	37322	2.67937	39324	2.54299	41353	2.43112	43412	2.30351	32
29	37355	2.67699	39357	2.54082	41387	2.42992	43447	2.30167	31
30	37388	2.67462	39391	2.53865	41421	2.42872	43481	2.29984	30
31	37422	2.67225	39425	2.53648	41455	2.42752	43516	2.29801	29
32	37455	2.66989	39458	2.53432	41489	2.42632	43550	2.29618	28
33	37488	2.66752	39492	2.53217	41524	2.42512	43585	2.29437	27
34	37521	2.66516	39526	2.53001	41558	2.42392	43620	2.29254	26
35	37554	2.66281	39560	2.52786	41592	2.42272	43654	2.29073	25
36	37588	2.66046	39593	2.52571	41626	2.42152	43689	2.28892	24
37	37621	2.65811	39627	2.52357	41660	2.42032	43724	2.28710	23
38	37654	2.65576	39660	2.52142	41694	2.41912	43758	2.28528	22
39	37687	2.65342	39694	2.51929	41728	2.41792	43793	2.28345	21
40	37720	2.65109	39727	2.51715	41763	2.41672	43828	2.28167	20
41	37754	2.64875	39761	2.51502	41797	2.41552	43862	2.27987	19
42	37787	2.64642	39795	2.51289	41831	2.41432	43897	2.27806	18
43	37820	2.64410	39829	2.51076	41865	2.41312	43932	2.27626	17
44	37853	2.64177	39862	2.50864	41899	2.41192	43966	2.27446	16
45	37887	2.63945	39896	2.50652	41933	2.41072	44001	2.27267	15
46	37920	2.63714	39930	2.50440	41968	2.40952	44036	2.27088	14
47	37953	2.63483	39963	2.50229	42002	2.40832	44071	2.26909	13
48	37986	2.63252	39997	2.50018	42036	2.40712	44105	2.26730	12
49	38020	2.63021	40031	2.49807	42070	2.40592	44140	2.26552	11
50	38053	2.62791	40065	2.49597	42105	2.40472	44175	2.26374	10
51	38086	2.62561	40098	2.49386	42139	2.40352	44210	2.26196	9
52	38120	2.62332	40132	2.49177	42173	2.40232	44244	2.26018	8
53	38153	2.62103	40166	2.48967	42207	2.40112	44279	2.25840	7
54	38186	2.61874	40200	2.48758	42242	2.40002	44313	2.25663	6
55	38220	2.61646	40234	2.48549	42276	2.39892	44348	2.25486	5
56	38253	2.61418	40267	2.48340	42310	2.39782	44383	2.25309	4
57	38286	2.61190	40301	2.48132	42345	2.39672	44418	2.25132	3
58	38320	2.60963	40335	2.47924	42379	2.39562	44453	2.24956	2
59	38353	2.60736	40369	2.47715	42413	2.39452	44488	2.24780	1
60	38386	2.60509	40403	2.47509	42447	2.39342	44523	2.24604	0

	24°		25°		26°		27°		
	tan	cotan	tan	cotan	tan	cotan	tan	cotan	
0	44523	2.24604	46631	2.14451	48773	2.05030	50953	1.96261	60
1	44558	2.24428	46666	2.14288	48809	2.04879	50989	1.96120	59
2	44593	2.24252	46702	2.14125	48845	2.04728	51026	1.95979	58
3	44627	2.24077	46737	2.13963	48881	2.04577	51063	1.95838	57
4	44662	2.23902	46773	2.13801	48917	2.04426	51100	1.95697	56
5	44697	2.23727	46808	2.13639	48953	2.04276	51136	1.95557	55
6	44732	2.23553	46843	2.13477	48989	2.04125	51173	1.95417	54
7	44767	2.23378	46879	2.13316	49026	2.03975	51209	1.95277	53
8	44802	2.23204	46915	2.13154	49062	2.03825	51246	1.95137	52
9	44837	2.23030	46950	2.12993	49098	2.03675	51283	1.94997	51
10	44872	2.22857	46985	2.12832	49134	2.03526	51319	1.94856	50
11	44907	2.22683	47021	2.12671	49170	2.03376	51356	1.94716	49
12	44942	2.22510	47056	2.12511	49206	2.03227	51393	1.94576	48
13	44977	2.22337	47092	2.12350	49242	2.03078	51430	1.94436	47
14	45012	2.22164	47128	2.12190	49278	2.02929	51467	1.94296	46
15	45047	2.21992	47163	2.12030	49315	2.02780	51503	1.94156	45
16	45082	2.21819	47199	2.11871	49351	2.02631	51540	1.94016	44
17	45117	2.21647	47234	2.11711	49387	2.02483	51577	1.93876	43
18	45152	2.21475	47270	2.11552	49423	2.02335	51614	1.93736	42
19	45187	2.21304	47305	2.11392	49459	2.02187	51651	1.93596	41
20	45222	2.21132	47341	2.11233	49495	2.02039	51688	1.93456	40
21	45257	2.20961	47377	2.11075	49532	2.01891	51724	1.93316	39
22	45292	2.20790	47412	2.10918	49568	2.01743	51761	1.93176	38
23	45327	2.20619	47448	2.10758	49604	2.01596	51798	1.93037	37
24	45362	2.20449	47483	2.10600	49640	2.01449	51835	1.92897	36
25	45397	2.20278	47519	2.10442	49677	2.01302	51872	1.92757	35
26	45432	2.20108	47555	2.10284	49713	2.01155	51909	1.92617	34
27	45467	2.19938	47590	2.10126	49749	2.01008	51946	1.92478	33
28	45502	2.19769	47626	2.09969	49785	2.00862	51983	1.92337	32
29	45537	2.19599	47662	2.09811	49822	2.00715	52020	1.92197	31
30	45573	2.19430	47698	2.09654	49858	2.00569	52057	1.92058	30
31	45608	2.19261	47733	2.09498	49894	2.00423	52094	1.91918	29
32	45643	2.19092	47769	2.09341	49931	2.00277	52131	1.91778	28
33	45678	2.18923	47805	2.09184	49967	2.00131	52168	1.91638	27
34	45713	2.18755	47841	2.09028	50004	2.00000	52205	1.91498	26
35	45748	2.18587	47877	2.08872	50040	1.99854	52242	1.91358	25
36	45784	2.18419	47912	2.08716	50077	1.99708	52279	1.91218	24
37	45819	2.18251	47948	2.08560	50113	1.99562	52316	1.91078	23
38	45854	2.18084	47984	2.08405	50149	1.99416	52353	1.90938	22
39	45889	2.17916	48019	2.08250	50185	1.99271	52390	1.90798	21
40	45924	2.17749	48055	2.08094	50222	1.99116	52427	1.90658	20
41	45959	2.17582	48091	2.07939	50258	1.98972	52464	1.90518	19
42	45995	2.17416	48127	2.07785	50295	1.98828	52501	1.90378	18
43	46030	2.17249	48163	2.07630	50331	1.98684	52538	1.90237	17
44	46065	2.17083	48199	2.07476	50368	1.98540	52575	1.90097	16
45	46101	2.16917	48234	2.07321	50404	1.98396	52612	1.90000	15
46	46136	2.16751	48270	2.07167	50441	1.98253	52650	1.89903	14
47	46171	2.16585	48306	2.07014	50477	1.98110	52687	1.89806	13
48	46206	2.16420	48342	2.06860	50514	1.97966	52724	1.89710	12
49	46242	2.16255	48378	2.06706	50550	1.97823	52761	1.89613	11
50	46277	2.16090	48414	2.06553	50587	1.97680	52798	1.89516	10
51	46312	2.15925	48450	2.06400	50623	1.97538	52836	1.89266	9
52	46348	2.15760	48486	2.06247	50660	1.97395	52873	1.89133	8
53	46383	2.15596	48521	2.06094	50696	1.97253	52910	1.89000	7
54	46419	2.15432	48557	2.05941	50732	1.97110	52947	1.88867	6
55	46454	2.15268	48593	2.05790	50769	1.96969	52984	1.88734	5
56	46489	2.15104	48629	2.05637	50806	1.96827	53022	1.88602	4
57	46525	2.14940	48665	2.05485	50843	1.96685	53059	1.88469	3
58	46560	2.14777	48701	2.05333	50879	1.96544	53096	1.88336	2
59	46595	2.14614	48737	2.05182	50916	1.96402	53134	1.88205	1
60	46631	2.14451	48773	2.05030	50953	1.96261	53171	1.88073	0
	cotan	tan	cotan	tan	cotan	tan	cotan	tan	

	28°		29°		30°		31°		
	tan	cotan	tan	cotan	tan	cotan	tan	cotan	
0	.53171	1.88073	.55431	1.80405	.57735	1.73205	.60086	1.65428	60
1	.53208	1.87941	.55495	1.80281	.57774	1.73080	.60118	1.65318	60
2	.53246	1.87809	.55559	1.80158	.57813	1.72957	.60155	1.65209	58
3	.53283	1.87677	.55625	1.80034	.57851	1.72837	.60195	1.65099	57
4	.53320	1.87546	.55691	1.79911	.57890	1.72714	.60235	1.64990	56
5	.53358	1.87415	.55757	1.79788	.57929	1.72592	.60274	1.64881	55
6	.53395	1.87284	.55823	1.79665	.57968	1.72469	.60314	1.64772	54
7	.53432	1.87153	.55890	1.79542	.58007	1.72347	.60354	1.64663	53
8	.53470	1.87021	.55956	1.79419	.58046	1.72224	.60393	1.64554	52
9	.53507	1.86890	.56023	1.79296	.58085	1.72102	.60433	1.64445	51
10	.53545	1.86759	.56090	1.79174	.58124	1.72047	.60483	1.64337	50
11	.53582	1.86628	.56156	1.79051	.58162	1.71922	.60532	1.64229	49
12	.53620	1.86497	.56223	1.78928	.58201	1.71797	.60582	1.64120	48
13	.53657	1.86366	.56289	1.78805	.58240	1.71672	.60632	1.64011	47
14	.53694	1.86235	.56356	1.78682	.58279	1.71547	.60682	1.63902	46
15	.53732	1.86104	.56423	1.78559	.58318	1.71423	.60732	1.63793	45
16	.53769	1.85973	.56490	1.78436	.58357	1.71298	.60782	1.63684	44
17	.53807	1.85842	.56557	1.78313	.58396	1.71174	.60832	1.63575	43
18	.53844	1.85711	.56624	1.78190	.58435	1.71049	.60882	1.63466	42
19	.53882	1.85580	.56691	1.78067	.58474	1.70925	.60932	1.63357	41
20	.53920	1.85449	.56758	1.77944	.58513	1.70801	.60982	1.63248	40
21	.53957	1.85318	.56825	1.77821	.58552	1.70677	.61032	1.63139	39
22	.53995	1.85187	.56892	1.77698	.58591	1.70553	.61082	1.63030	38
23	.54032	1.85056	.56959	1.77575	.58630	1.70429	.61132	1.62921	37
24	.54070	1.84925	.57026	1.77452	.58669	1.70305	.61182	1.62812	36
25	.54107	1.84794	.57093	1.77329	.58708	1.70181	.61232	1.62703	35
26	.54145	1.84663	.57160	1.77206	.58747	1.70057	.61282	1.62594	34
27	.54182	1.84532	.57227	1.77083	.58786	1.69933	.61332	1.62485	33
28	.54220	1.84401	.57294	1.76960	.58825	1.69809	.61382	1.62376	32
29	.54258	1.84270	.57361	1.76837	.58864	1.69685	.61432	1.62267	31
30	.54296	1.84139	.57428	1.76714	.58903	1.69561	.61482	1.62158	30
31	.54333	1.84008	.57495	1.76591	.58942	1.69437	.61532	1.62049	29
32	.54371	1.83877	.57562	1.76468	.58981	1.69313	.61582	1.61940	28
33	.54409	1.83746	.57629	1.76345	.59020	1.69189	.61632	1.61831	27
34	.54446	1.83615	.57696	1.76222	.59059	1.69065	.61682	1.61722	26
35	.54484	1.83484	.57763	1.76099	.59098	1.68941	.61732	1.61613	25
36	.54522	1.83353	.57830	1.75976	.59137	1.68817	.61782	1.61504	24
37	.54560	1.83222	.57897	1.75853	.59176	1.68693	.61832	1.61395	23
38	.54597	1.83091	.57964	1.75730	.59215	1.68569	.61882	1.61286	22
39	.54635	1.82960	.58031	1.75607	.59254	1.68445	.61932	1.61177	21
40	.54673	1.82829	.58098	1.75484	.59293	1.68321	.61982	1.61068	20
41	.54711	1.82698	.58165	1.75361	.59332	1.68197	.62032	1.60959	19
42	.54748	1.82567	.58232	1.75238	.59371	1.68073	.62082	1.60850	18
43	.54786	1.82436	.58299	1.75115	.59410	1.67949	.62132	1.60741	17
44	.54824	1.82305	.58366	1.74992	.59449	1.67825	.62182	1.60632	16
45	.54862	1.82174	.58433	1.74869	.59488	1.67701	.62232	1.60523	15
46	.54900	1.82043	.58500	1.74746	.59527	1.67577	.62282	1.60414	14
47	.54938	1.81912	.58567	1.74623	.59566	1.67453	.62332	1.60305	13
48	.54975	1.81781	.58634	1.74500	.59605	1.67329	.62382	1.60196	12
49	.55013	1.81650	.58701	1.74377	.59644	1.67205	.62432	1.60087	11
50	.55051	1.81519	.58768	1.74254	.59683	1.67081	.62482	1.60000	10
51	.55089	1.81388	.58835	1.74131	.59722	1.66957	.62532	1.59913	9
52	.55127	1.81257	.58902	1.74008	.59761	1.66833	.62582	1.59826	8
53	.55165	1.81126	.58969	1.73885	.59800	1.66709	.62632	1.59739	7
54	.55203	1.81000	.59036	1.73762	.59839	1.66585	.62682	1.59652	6
55	.55241	1.80873	.59103	1.73639	.59878	1.66461	.62732	1.59565	5
56	.55279	1.80747	.59170	1.73516	.59917	1.66337	.62782	1.59478	4
57	.55317	1.80620	.59237	1.73393	.59956	1.66213	.62832	1.59391	3
58	.55355	1.80494	.59304	1.73270	.59995	1.66089	.62882	1.59304	2
59	.55393	1.80367	.59371	1.73147	.60034	1.65965	.62932	1.59217	1
60	.55431	1.80241	.59438	1.73024	.60073	1.65841	.62982	1.59130	0

	32°		33°		34°		35°		
	tan	cotan	tan	cotan	tan	cotan	tan	cotan	
0	.62487	1.60033	.64941	1.53986	.67451	1.48266	.70021	1.42815	60
1	.62527	1.59930	.64982	1.53888	.67493	1.48163	.70064	1.42726	59
2	.62568	1.59826	.65023	1.53791	.67536	1.48070	.70107	1.42638	58
3	.62608	1.59723	.65065	1.53693	.67578	1.47977	.70151	1.42550	57
4	.62649	1.59620	.65106	1.53596	.67620	1.47885	.70194	1.42462	56
5	.62689	1.59517	.65148	1.53497	.67663	1.47789	.70238	1.42375	55
6	.62730	1.59414	.65189	1.53399	.67705	1.47695	.70281	1.42286	54
7	.62770	1.59311	.65231	1.53302	.67748	1.47607	.70325	1.42198	53
8	.62811	1.59208	.65272	1.53205	.67790	1.47514	.70368	1.42110	52
9	.62852	1.59105	.65314	1.53107	.67832	1.47422	.70412	1.42022	51
10	.62893	1.59002	.65355	1.53010	.67875	1.47330	.70455	1.41934	50
11	.62933	1.58900	.65397	1.52913	.67917	1.47238	.70499	1.41847	49
12	.62973	1.58797	.65438	1.52816	.67960	1.47146	.70542	1.41759	48
13	.63014	1.58695	.65480	1.52719	.68002	1.47053	.70586	1.41672	47
14	.63055	1.58593	.65521	1.52622	.68045	1.46962	.70629	1.41584	46
15	.63096	1.58490	.65563	1.52525	.68088	1.46870	.70673	1.41497	45
16	.63136	1.58388	.65604	1.52428	.68130	1.46778	.70717	1.41409	44
17	.63177	1.58286	.65646	1.52332	.68173	1.46685	.70760	1.41322	43
18	.63217	1.58184	.65688	1.52235	.68215	1.46595	.70804	1.41235	42
19	.63258	1.58083	.65729	1.52139	.68258	1.46503	.70848	1.41148	41
20	.63299	1.57981	.65771	1.52043	.68301	1.46411	.70891	1.41061	40
21	.63340	1.57879	.65813	1.51946	.68343	1.46320	.70935	1.40974	39
22	.63380	1.57778	.65854	1.51850	.68386	1.46229	.70979	1.40887	38
23	.63421	1.57676	.65896	1.51754	.68429	1.46137	.71023	1.40800	37
24	.63462	1.57575	.65938	1.51658	.68471	1.46046	.71066	1.40714	36
25	.63503	1.57474	.65980	1.51562	.68514	1.45955	.71109	1.40627	35
26	.63544	1.57372	.66021	1.51466	.68557	1.45864	.71152	1.40540	34
27	.63585	1.57271	.66063	1.51370	.68600	1.45773	.71195	1.40453	33
28	.63625	1.57170	.66105	1.51275	.68642	1.45682	.71238	1.40367	32
29	.63666	1.57069	.66147	1.51179	.68685	1.45591	.71281	1.40281	31
30	.63707	1.56969	.66189	1.51084	.68728	1.45501	.71323	1.40195	30
31	.63748	1.56868	.66230	1.50988	.68771	1.45410	.71373	1.40109	29
32	.63789	1.56767	.66272	1.50893	.68814	1.45320	.71417	1.40022	28
33	.63830	1.56666	.66313	1.50797	.68857	1.45229	.71461	1.39936	27
34	.63871	1.56565	.66355	1.50702	.68900	1.45138	.71505	1.39850	26
35	.63912	1.56464	.66396	1.50607	.68942	1.45049	.71549	1.39764	25
36	.63953	1.56363	.66438	1.50512	.68985	1.44958	.71591	1.39679	24
37	.63994	1.56262	.66479	1.50417	.69028	1.44868	.71637	1.39593	23
38	.64035	1.56161	.66521	1.50322	.69071	1.44778	.71681	1.39507	22
39	.64076	1.56060	.66562	1.50227	.69114	1.44688	.71725	1.39421	21
40	.64117	1.55960	.66603	1.50133	.69157	1.44598	.71769	1.39335	20
41	.64158	1.55860	.66645	1.50038	.69200	1.44508	.71813	1.39250	19
42	.64199	1.55760	.66687	1.49943	.69243	1.44418	.71857	1.39165	18
43	.64240	1.55660	.66730	1.49848	.69286	1.44328	.71901	1.39079	17
44	.64281	1.55560	.66772	1.49753	.69329	1.44239	.71946	1.38994	16
45	.64322	1.55460	.66814	1.49658	.69372	1.44149	.71990	1.38909	15
46	.64363	1.55360	.66856	1.49563	.69415	1.44060	.72034	1.38824	14
47	.64404	1.55260	.66898	1.49468	.69457	1.43970	.72078	1.38739	13
48	.64445	1.55160	.66940	1.49373	.69500	1.43881	.72121	1.38654	12
49	.64487	1.55060	.66982	1.49278	.69545	1.43792	.72166	1.38569	11
50	.64528	1.54962	.67024	1.49183	.69588	1.43703	.72211	1.38484	10
51	.64569	1.54873	.67071	1.49097	.69631	1.43614	.72255	1.38399	9
52	.64610	1.54774	.67113	1.49003	.69675	1.43525	.72299	1.38314	8
53	.64652	1.54675	.67155	1.48909	.69718	1.43436	.72344	1.38229	7
54	.64693	1.54576	.67197	1.48816	.69761	1.43347	.72388	1.38145	6
55	.64734	1.54477	.67239	1.48723	.69804	1.43258	.72432	1.38060	5
56	.64775	1.54379	.67282	1.48629	.69847	1.43169	.72477	1.37976	4
57	.64817	1.54281	.67324	1.48536	.69891	1.43080	.72521	1.37891	3
58	.64858	1.54183	.67366	1.48442	.69934	1.42992	.72565	1.37807	2
59	.64899	1.54085	.67409	1.48349	.69976	1.42903	.72610	1.37722	1
60	.64941	1.53986	.67451	1.48256	.70021	1.42815	.72654	1.37638	0
	cotan	tan	cotan	tan	cotan	tan	cotan	tan	
	57°	56°	55°	54°	53°	52°	51°	50°	



	36°		37°		38°		39°	
	tan	cotan	tan	cotan	tan	cotan	tan	cotan
0	72654	1.37638	75355	1.32704	78129	1.27994	80978	1.23490
1	72690	1.37554	75401	1.32624	78175	1.27917	81027	1.23416
2	72724	1.37470	75447	1.32544	78222	1.27841	81075	1.23343
3	72758	1.37386	75492	1.32464	78269	1.27764	81123	1.23270
4	72832	1.37302	75538	1.32381	78316	1.27689	81171	1.23196
5	72877	1.37218	75584	1.32304	78363	1.27611	81220	1.23123
6	72921	1.37133	75629	1.32224	78410	1.27535	81268	1.23050
7	72966	1.37050	75675	1.32144	78457	1.27458	81316	1.22977
8	73010	1.36967	75721	1.32061	78504	1.27382	81364	1.22904
9	73055	1.36883	75767	1.31978	78551	1.27306	81413	1.22831
10	73100	1.36800	75812	1.31904	78598	1.27230	81461	1.22758
11	73144	1.36716	75858	1.31825	78645	1.27153	81510	1.22685
12	73189	1.36633	75904	1.31745	78692	1.27077	81558	1.22612
13	73234	1.36549	75950	1.31666	78739	1.27001	81606	1.22539
14	73278	1.36466	75996	1.31586	78786	1.26925	81655	1.22467
15	73323	1.36383	76042	1.31507	78834	1.26849	81703	1.22394
16	73368	1.36300	76088	1.31427	78881	1.26774	81752	1.22321
17	73413	1.36217	76134	1.31348	78928	1.26698	81800	1.22249
18	73457	1.36133	76180	1.31269	78975	1.26622	81849	1.22176
19	73502	1.36051	76226	1.31190	79022	1.26546	81898	1.22104
20	73547	1.35968	76272	1.31110	79070	1.26471	81946	1.22031
21	73592	1.35885	76318	1.31031	79117	1.26395	81995	1.21959
22	73637	1.35802	76364	1.30952	79164	1.26319	82044	1.21886
23	73681	1.35719	76410	1.30873	79212	1.26244	82092	1.21814
24	73726	1.35637	76456	1.30795	79259	1.26169	82141	1.21742
25	73771	1.35554	76502	1.30716	79306	1.26093	82190	1.21670
26	73816	1.35472	76548	1.30637	79354	1.26018	82238	1.21598
27	73861	1.35390	76594	1.30558	79401	1.25943	82287	1.21526
28	73906	1.35307	76640	1.30480	79449	1.25867	82336	1.21454
29	73951	1.35224	76686	1.30401	79496	1.25792	82385	1.21382
30	73996	1.35142	76733	1.30323	79544	1.25717	82434	1.21310
31	74041	1.35060	76779	1.30244	79591	1.25642	82483	1.21238
32	74086	1.34978	76825	1.30166	79639	1.25567	82531	1.21166
33	74131	1.34896	76871	1.30087	79686	1.25492	82580	1.21094
34	74176	1.34814	76918	1.30009	79734	1.25417	82629	1.21023
35	74221	1.34732	76964	1.29931	79781	1.25343	82678	1.20951
36	74267	1.34650	77010	1.29853	79829	1.25268	82727	1.20879
37	74312	1.34568	77057	1.29775	79877	1.25193	82776	1.20808
38	74357	1.34486	77104	1.29697	79924	1.25118	82825	1.20736
39	74402	1.34405	77149	1.29618	79972	1.25044	82874	1.20665
40	74447	1.34323	77196	1.29541	80020	1.24969	82923	1.20593
41	74492	1.34242	77242	1.29463	80067	1.24895	82972	1.20522
42	74538	1.34160	77289	1.29385	80115	1.24820	83022	1.20451
43	74583	1.34077	77335	1.29307	80163	1.24746	83071	1.20379
44	74628	1.33996	77382	1.29229	80211	1.24672	83120	1.20308
45	74674	1.33914	77428	1.29152	80259	1.24598	83169	1.20237
46	74719	1.33835	77475	1.29074	80306	1.24523	83218	1.20166
47	74764	1.33754	77521	1.28997	80354	1.24449	83268	1.20095
48	74810	1.33673	77568	1.28919	80402	1.24375	83317	1.20024
49	74855	1.33591	77615	1.28842	80450	1.24301	83366	1.19953
50	74900	1.33511	77661	1.28764	80498	1.24227	83415	1.19882
51	74946	1.33430	77708	1.28687	80546	1.24153	83465	1.19811
52	74991	1.33349	77754	1.28610	80594	1.24079	83515	1.19740
53	75037	1.33268	77801	1.28533	80642	1.24005	83564	1.19669
54	75082	1.33187	77848	1.28456	80690	1.23931	83613	1.19599
55	75128	1.33107	77895	1.28379	80738	1.23858	83662	1.19528
56	75173	1.33026	77941	1.28302	80786	1.23784	83712	1.19457
57	75219	1.32946	77988	1.28225	80834	1.23710	83761	1.19387
58	75264	1.32865	78035	1.28148	80882	1.23637	83811	1.19316
59	75310	1.32785	78082	1.28071	80930	1.23563	83860	1.19246
60	75355	1.32701	78129	1.27994	80978	1.23490	83910	1.19175
cotan		53°	tan	cotan	52°	tan	cotan	51°
		tan	cotan	50°	tan	cotan	tan	49°

	40°		41°		42°		43°	
	tan	cotan	tan	cotan	tan	cotan	tan	cotan
0	.83910	1.19175	.86929	1.15037	.90040	1.11061	.93252	1.07237
1	.83960	1.19105	.86980	1.14969	.90093	1.10986	.93306	1.07174
2	.84009	1.19035	.87031	1.14902	.90146	1.10913	.93360	1.07112
3	.84059	1.18964	.87082	1.14834	.90199	1.10847	.93415	1.07049
4	.84108	1.18894	.87133	1.14767	.90251	1.10802	.93469	1.06987
5	.84158	1.18824	.87184	1.14709	.90304	1.10737	.93524	1.06925
6	.84208	1.18754	.87235	1.14652	.90357	1.10672	.93578	1.06862
7	.84258	1.18684	.87287	1.14595	.90410	1.10607	.93633	1.06800
8	.84307	1.18614	.87338	1.14498	.90463	1.10543	.93688	1.06738
9	.84357	1.18544	.87389	1.14430	.90516	1.10478	.93742	1.06676
10	.84407	1.18474	.87441	1.14363	.90569	1.10414	.93797	1.06613
11	.84457	1.18404	.87492	1.14296	.90621	1.10349	.93852	1.06551
12	.84507	1.18334	.87543	1.14229	.90674	1.10285	.93906	1.06489
13	.84556	1.18264	.87595	1.14162	.90727	1.10220	.93961	1.06427
14	.84606	1.18194	.87646	1.14095	.90781	1.10156	.94016	1.06365
15	.84656	1.18125	.87698	1.14028	.90834	1.10091	.94071	1.06303
16	.84706	1.18055	.87749	1.13961	.90887	1.10027	.94125	1.06241
17	.84756	1.17986	.87801	1.13894	.90940	1.09963	.94180	1.06179
18	.84806	1.17916	.87852	1.13828	.90993	1.09899	.94235	1.06117
19	.84856	1.17846	.87904	1.13761	.91046	1.09834	.94290	1.06056
20	.84906	1.17777	.87955	1.13694	.91099	1.09770	.94345	1.05994
21	.84956	1.17708	.88007	1.13627	.91153	1.09706	.94400	1.05932
22	.85006	1.17638	.88059	1.13561	.91206	1.09642	.94455	1.05870
23	.85057	1.17569	.88110	1.13494	.91259	1.09578	.94510	1.05809
24	.85107	1.17500	.88162	1.13428	.91313	1.09514	.94565	1.05747
25	.85157	1.17430	.88214	1.13361	.91366	1.09450	.94620	1.05685
26	.85207	1.17361	.88265	1.13295	.91419	1.09386	.94675	1.05624
27	.85257	1.17292	.88317	1.13228	.91473	1.09322	.94731	1.05562
28	.85307	1.17223	.88369	1.13162	.91526	1.09258	.94786	1.05501
29	.85358	1.17154	.88421	1.13096	.91580	1.09195	.94841	1.05439
30	.85408	1.17085	.88473	1.13029	.91633	1.09131	.94896	1.05378
31	.85458	1.17016	.88524	1.12963	.91687	1.09067	.94952	1.05317
32	.85509	1.16947	.88576	1.12897	.91740	1.09003	.95007	1.05255
33	.85559	1.16878	.88628	1.12831	.91794	1.08940	.95062	1.05194
34	.85609	1.16809	.88680	1.12765	.91847	1.08876	.95118	1.05133
35	.85660	1.16740	.88732	1.12699	.91901	1.08813	.95173	1.05072
36	.85710	1.16672	.88784	1.12633	.91955	1.08749	.95229	1.05010
37	.85761	1.16603	.88836	1.12567	.92008	1.08686	.95284	1.04949
38	.85811	1.16535	.88888	1.12501	.92062	1.08622	.95340	1.04888
39	.85862	1.16466	.88940	1.12435	.92116	1.08559	.95395	1.04827
40	.85912	1.16398	.88992	1.12369	.92170	1.08496	.95451	1.04766
41	.85963	1.16329	.89045	1.12303	.92224	1.08432	.95506	1.04705
42	.86014	1.16261	.89097	1.12238	.92277	1.08369	.95562	1.04644
43	.86064	1.16192	.89149	1.12172	.92331	1.08306	.95618	1.04583
44	.86115	1.16124	.89201	1.12106	.92385	1.08243	.95673	1.04522
45	.86166	1.16056	.89253	1.12040	.92439	1.08179	.95729	1.04461
46	.86216	1.15987	.89306	1.11975	.92493	1.08116	.95785	1.04401
47	.86267	1.15919	.89358	1.11909	.92547	1.08053	.95841	1.04340
48	.86318	1.15851	.89410	1.11844	.92601	1.07990	.95897	1.04279
49	.86368	1.15783	.89463	1.11778	.92655	1.07927	.95952	1.04218
50	.86419	1.15715	.89515	1.11713	.92709	1.07864	.96008	1.04158
51	.86470	1.15647	.89567	1.11648	.92763	1.07801	.96064	1.04097
52	.86521	1.15579	.89620	1.11582	.92817	1.07738	.96120	1.04036
53	.86572	1.15511	.89672	1.11517	.92871	1.07675	.96176	1.03974
54	.86623	1.15443	.89725	1.11452	.92926	1.07612	.96232	1.03915
55	.86674	1.15375	.89777	1.11387	.92980	1.07549	.96288	1.03855
56	.86725	1.15308	.89830	1.11321	.93034	1.07487	.96344	1.03794
57	.86776	1.15240	.89883	1.11255	.93088	1.07424	.96400	1.03733
58	.86827	1.15172	.89935	1.11191	.93143	1.07362	.96457	1.03674
59	.86878	1.15104	.89988	1.11126	.93197	1.07299	.96513	1.03613
60	.86929	1.15037	.90040	1.11061	.93252	1.07237	.96569	1.03553
	cotan	tan	cotan	tan	cotan	tan	cotan	tan
	49°	48°	47°	46°	45°	44°	43°	42°



	seno	5°	seno	6°	seno	7°	seno	8°	seno	9°
	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno
0	0.08716	99.919	0.10453	99.452	0.12187	98.925	0.13917	98.027	0.15643	97.169
1	0.08745	99.917	0.10482	99.449	0.12216	98.921	0.13946	98.022	0.15672	97.166
2	0.08774	99.914	0.10511	99.446	0.12245	98.918	0.13975	98.019	0.15701	97.163
3	0.08803	99.912	0.10540	99.443	0.12274	98.914	0.14004	98.015	0.15730	97.160
4	0.08831	99.909	0.10569	99.440	0.12302	98.910	0.14033	98.011	0.15758	97.157
5	0.08860	99.907	0.10597	99.437	0.12331	98.907	0.14061	98.008	0.15787	97.154
6	0.08889	99.904	0.10626	99.434	0.12360	98.903	0.14090	98.004	0.15816	97.151
7	0.08918	99.902	0.10655	99.431	0.12389	98.900	0.14119	98.000	0.15845	97.148
8	0.08947	99.899	0.10684	99.428	0.12418	98.896	0.14148	98.996	0.15873	97.145
9	0.08976	99.896	0.10713	99.424	0.12447	98.892	0.14177	98.992	0.15902	97.142
10	0.09005	99.894	0.10742	99.421	0.12476	98.889	0.14205	98.988	0.15931	97.139
11	0.09034	99.891	0.10771	99.418	0.12504	98.885	0.14234	98.984	0.15959	97.136
12	0.09063	99.888	0.10800	99.415	0.12533	98.882	0.14263	98.980	0.15988	97.133
13	0.09092	99.886	0.10829	99.412	0.12562	98.879	0.14292	98.976	0.16017	97.130
14	0.09121	99.883	0.10858	99.409	0.12591	98.875	0.14321	98.972	0.16046	97.127
15	0.09150	99.880	0.10887	99.406	0.12620	98.872	0.14350	98.968	0.16074	97.124
16	0.09179	99.877	0.10916	99.402	0.12649	98.869	0.14378	98.964	0.16103	97.121
17	0.09208	99.875	0.10945	99.399	0.12678	98.865	0.14407	98.960	0.16132	97.118
18	0.09237	99.872	0.10974	99.396	0.12707	98.862	0.14436	98.956	0.16160	97.115
19	0.09266	99.870	0.11002	99.393	0.12735	98.858	0.14464	98.952	0.16189	97.112
20	0.09295	99.867	0.11031	99.390	0.12764	98.855	0.14493	98.948	0.16218	97.109
21	0.09324	99.864	0.11060	99.386	0.12793	98.852	0.14522	98.944	0.16247	97.106
22	0.09353	99.862	0.11089	99.383	0.12822	98.848	0.14551	98.940	0.16275	97.103
23	0.09382	99.859	0.11118	99.380	0.12851	98.845	0.14580	98.936	0.16304	97.100
24	0.09411	99.856	0.11147	99.377	0.12880	98.842	0.14608	98.932	0.16333	97.097
25	0.09440	99.853	0.11176	99.374	0.12909	98.839	0.14637	98.928	0.16361	97.094
26	0.09469	99.851	0.11205	99.370	0.12937	98.836	0.14666	98.924	0.16390	97.091
27	0.09498	99.848	0.11234	99.367	0.12966	98.833	0.14695	98.919	0.16419	97.088
28	0.09527	99.845	0.11263	99.364	0.12995	98.830	0.14723	98.915	0.16447	97.085
29	0.09556	99.842	0.11291	99.361	0.13024	98.827	0.14752	98.911	0.16476	97.082
30	0.09585	99.840	0.11320	99.357	0.13053	98.824	0.14781	98.907	0.16505	97.079
31	0.09614	99.837	0.11349	99.354	0.13081	98.821	0.14810	98.903	0.16533	97.076
32	0.09642	99.835	0.11378	99.351	0.13110	98.817	0.14838	98.899	0.16562	97.073
33	0.09671	99.832	0.11407	99.347	0.13139	98.814	0.14867	98.895	0.16591	97.070
34	0.09700	99.830	0.11436	99.344	0.13168	98.811	0.14895	98.891	0.16620	97.067
35	0.09729	99.827	0.11465	99.341	0.13197	98.808	0.14924	98.887	0.16648	97.064
36	0.09758	99.825	0.11494	99.338	0.13226	98.805	0.14952	98.883	0.16677	97.061
37	0.09787	99.822	0.11523	99.334	0.13255	98.802	0.14981	98.879	0.16705	97.058
38	0.09816	99.819	0.11552	99.331	0.13283	98.800	0.15010	98.875	0.16734	97.055
39	0.09845	99.816	0.11580	99.327	0.13312	98.797	0.15039	98.871	0.16762	97.052
40	0.09874	99.814	0.11609	99.324	0.13341	98.794	0.15068	98.867	0.16791	97.049
41	0.09903	99.811	0.11638	99.320	0.13370	98.791	0.15097	98.863	0.16820	97.046
42	0.09932	99.808	0.11667	99.317	0.13399	98.788	0.15126	98.859	0.16849	97.043
43	0.09961	99.806	0.11696	99.314	0.13427	98.785	0.15155	98.855	0.16878	97.040
44	0.09990	99.803	0.11725	99.310	0.13456	98.782	0.15184	98.851	0.16907	97.037
45	0.10019	99.801	0.11754	99.307	0.13485	98.779	0.15212	98.848	0.16936	97.034
46	0.10048	99.798	0.11783	99.303	0.13514	98.776	0.15241	98.844	0.16965	97.031
47	0.10077	99.795	0.11812	99.300	0.13543	98.773	0.15270	98.840	0.16994	97.028
48	0.10106	99.793	0.11841	99.297	0.13572	98.770	0.15299	98.836	0.17023	97.025
49	0.10135	99.790	0.11869	99.293	0.13601	98.767	0.15327	98.832	0.17052	97.022
50	0.10164	99.788	0.11898	99.290	0.13629	98.764	0.15356	98.828	0.17081	97.019
51	0.10192	99.785	0.11927	99.286	0.13658	98.761	0.15385	98.824	0.17110	97.016
52	0.10221	99.783	0.11956	99.283	0.13687	98.758	0.15414	98.820	0.17139	97.013
53	0.10250	99.780	0.11985	99.279	0.13716	98.755	0.15442	98.816	0.17168	97.010
54	0.10279	99.778	0.12014	99.276	0.13744	98.752	0.15471	98.812	0.17197	97.007
55	0.10308	99.775	0.12043	99.272	0.13773	98.749	0.15500	98.808	0.17226	97.004
56	0.10337	99.773	0.12071	99.269	0.13802	98.746	0.15529	98.804	0.17255	97.001
57	0.10366	99.770	0.12100	99.265	0.13831	98.743	0.15557	98.800	0.17284	96.998
58	0.10395	99.768	0.12129	99.262	0.13860	98.740	0.15586	98.796	0.17313	96.995
59	0.10424	99.765	0.12158	99.258	0.13889	98.737	0.15615	98.792	0.17342	96.992
60	0.10453	99.763	0.12187	99.255	0.13917	98.734	0.15643	98.788	0.17371	96.989
	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno
	84°	83°	82°	81°	80°	79°	78°	77°		

	seno	9°	seno	10°	seno	11°	seno	12°	seno	13°
	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno
0	0.15643	98.769	0.17365	98.481	0.19081	98.163	0.20791	97.615	0.22501	96.859
1	0.15672	98.766	0.17393	98.476	0.19109	98.159	0.20819	97.612	0.22529	96.856
2	0.15701	98.763	0.17422	98.471	0.19138	98.155	0.20848	97.609	0.22558	96.853
3	0.15730	98.759	0.17451	98.466	0.19167	98.151	0.20877	97.606	0.22587	96.850
4	0.15758	98.755	0.17479	98.461	0.19195	98.147	0.20905	97.603	0.22616	96.847
5	0.15787	98.752	0.17508	98.456	0.19224	98.143	0.20934	97.600	0.22645	96.844
6	0.15816	98.749	0.17536	98.451	0.19252	98.139	0.20962	97.597	0.22674	96.841
7	0.15845	98.746	0.17565	98.446	0.19281	98.135	0.20991	97.594	0.22703	96.838
8	0.15873	98.742	0.17594	98.441	0.19309	98.131	0.21019	97.591	0.22732	96.835
9	0.15902	98.739	0.17623	98.436	0.19338	98.127	0.21047	97.588	0.22761	96.832
10	0.15931	98.735	0.17651	98.431	0.19366	98.123	0.21076	97.585	0.22790	96.829
11	0.15959	98.732	0.17680	98.426	0.19395	98.119	0.21104	97.582	0.22819	96.826
12	0.15988	98.729	0.17708	98.421	0.19423	98.115	0.21133	97.579	0.22848	96.823
13	0.16017	98.726	0.17737	98.416	0.19452	98.111	0.21161	97.576	0.22877	96.820
14	0.16046	98.723	0.17766	98.411	0.19480	98.107	0.21189	97.573	0.22906	96.817
15	0.16074	98.720	0.17794	98.406	0.19509	98.103	0.21218	97.570	0.22935	96.814
16	0.16103	98.717	0.17823	98.401	0.19538	98.100	0.21246	97.567	0.22964	96.811
17	0.16132	98.714	0.17852	98.396	0.19567	98.096	0.21275	97.564	0.22993	96.808
18	0.16160	98.711	0.17880	98.391	0.19595	98.092	0.21303	97.561	0.23022	96.805
19	0.16189	98.708	0.17909	98.386	0.19623	98.088	0.21331	97.558	0.23051	96.802
20	0.16218	98.705	0.17937	98.381	0.19652	98.084	0.21360	97.555	0.23080	96.799
21	0.16247	98.702	0.17966	98.376	0.19680	98.080	0.21388	97.552	0.23109	96.796
22	0.16275	98.699	0.17995	98.371	0.19709	98.076	0.21417	97.549	0.23138	96.793
23	0.16304	98.696	0.18023	98.366	0.19737	98.072	0.21445	97.546	0.23167	96.790
24	0.16333	98.693	0.18052	98.361	0.19766	98.068	0.21474	97.543	0.23196	96.787
25	0.16361	98.690	0.18081	98.356	0.19795	98.064	0.21502	97.540	0.23225	96.784
26	0.16390	98.687	0.18110	98.351	0.19824	98.060	0.21531	97.537	0.23254	96.781
27	0.16419	98.684	0.18138	98.346	0.19852	98.056	0.21559	97.534	0.23283	96.778
28	0.16447	98.681	0.18167	98.341	0.19881	98.052	0.21588	97.531	0.23312	96.775
29	0.16476	98.678	0.18195	98.336	0.19910	98.048	0.21617	97.528	0.23341	96.772
30	0.16505	98.675	0.18224	98.331	0.19939	98.044	0.21646	97.525	0.23370	96.769
31	0.16533	98.672	0.18252	98.326	0.19968	98.040	0.21675	97.522	0.23399	96.766

	13°		14°		15°		16°		
	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	
0									
1	22498	97437	24192	97030	25882	96593	27564	96126	60
2	22523	97430	24220	97023	25910	96585	27592	96118	59
3	22552	97424	24249	97015	25938	96578	27620	96110	58
4	22580	97417	24277	97008	25966	96570	27648	96102	57
5	22608	97411	24305	97001	25994	96562	27676	96094	56
6	22637	97404	24333	96994	26022	96555	27704	96086	55
7	22665	97398	24362	96987	26050	96547	27731	96078	54
8	22693	97391	24390	96980	26079	96540	27759	96070	53
9	22722	97385	24418	96973	26107	96532	27787	96062	52
10	22750	97378	24446	96966	26135	96524	27815	96054	51
11	22778	97371	24474	96959	26163	96517	27843	96046	50
12	22807	97365	24503	96952	26191	96509	27871	96037	49
13	22835	97358	24531	96945	26219	96502	27899	96029	48
14	22863	97351	24559	96937	26247	96494	27927	96021	47
15	22892	97345	24587	96930	26275	96486	27955	96013	46
16	22920	97338	24615	96923	26303	96479	27983	96005	45
17	22948	97331	24643	96916	26331	96471	28011	95997	44
18	22977	97325	24672	96909	26359	96463	28039	95989	43
19	23005	97318	24700	96902	26387	96456	28067	95981	42
20	23033	97311	24728	96894	26415	96448	28095	95972	41
21	23062	97304	24756	96887	26443	96440	28123	95964	40
22	23090	97298	24784	96880	26471	96433	28150	95956	39
23	23118	97291	24813	96873	26500	96425	28178	95948	38
24	23146	97284	24841	96866	26528	96417	28206	95940	37
25	23175	97278	24869	96858	26556	96410	28234	95932	36
26	23203	97271	24897	96851	26584	96402	28262	95923	35
27	23231	97264	24925	96844	26612	96394	28290	95915	34
28	23259	97257	24953	96837	26640	96386	28318	95907	33
29	23288	97251	24982	96829	26668	96379	28346	95898	32
30	23316	97244	25010	96822	26696	96371	28374	95890	31
31	23345	97237	25038	96815	26724	96363	28402	95882	30
32	23373	97230	25066	96807	26752	96355	28429	95874	29
33	23401	97223	25094	96800	26780	96347	28457	95865	28
34	23429	97217	25122	96793	26808	96340	28485	95857	27
35	23458	97210	25151	96786	26836	96332	28513	95849	26
36	23486	97203	25179	96778	26864	96324	28541	95841	25
37	23514	97196	25207	96771	26892	96316	28569	95832	24
38	23542	97189	25235	96764	26920	96308	28597	95824	23
39	23571	97182	25263	96756	26948	96301	28625	95816	22
40	23599	97176	25291	96749	26976	96293	28653	95807	21
41	23627	97169	25320	96742	27004	96285	28680	95799	20
42	23656	97162	25348	96734	27032	96277	28708	95791	19
43	23684	97155	25376	96727	27060	96269	28736	95782	18
44	23712	97148	25404	96719	27088	96261	28764	95774	17
45	23740	97141	25432	96712	27116	96253	28792	95766	16
46	23769	97134	25460	96705	27144	96246	28820	95757	15
47	23797	97127	25488	96697	27172	96238	28847	95749	14
48	23825	97120	25516	96690	27200	96230	28875	95740	13
49	23853	97113	25545	96682	27228	96222	28903	95732	12
50	23882	97106	25573	96675	27256	96214	28931	95724	11
51	23910	97100	25601	96667	27284	96206	28959	95715	10
52	23938	97093	25629	96660	27312	96198	28987	95707	9
53	23966	97086	25657	96653	27340	96190	29015	95698	8
54	23995	97079	25685	96645	27368	96182	29042	95690	7
55	24023	97072	25713	96638	27396	96174	29070	95681	6
56	24051	97065	25741	96630	27424	96166	29098	95673	5
57	24079	97058	25769	96623	27452	96158	29126	95664	4
58	24108	97051	25798	96615	27480	96150	29154	95656	3
59	24136	97044	25826	96608	27508	96142	29182	95647	2
60	24164	97037	25854	96600	27536	96134	29209	95639	1
61	24192	97030	25882	96593	27564	96126	29237	95630	0
62									

	17°		18°		19°		20°		
	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	
0	29237	95630	30902	95106	32557	94552	34202	93969	60
1	29265	95622	30929	95097	32584	94542	34229	93959	59
2	29293	95613	30957	95088	32612	94533	34257	93949	58
3	29321	95605	30985	95079	32639	94523	34284	93939	57
4	29348	95596	31012	95070	32667	94514	34311	93929	56
5	29376	95588	31040	95061	32694	94504	34339	93919	55
6	29404	95579	31068	95052	32722	94495	34366	93909	54
7	29432	95571	31095	95043	32749	94485	34393	93899	53
8	29460	95562	31123	95033	32777	94476	34421	93889	52
9	29487	95554	31151	95024	32804	94466	34448	93879	51
10	29515	95545	31178	95015	32832	94457	34475	93869	50
11	29543	95536	31206	95006	32859	94447	34503	93859	49
12	29571	95528	31233	94997	32887	94438	34530	93849	48
13	29599	95519	31261	94988	32914	94428	34557	93839	47
14	29626	95511	31289	94979	32942	94418	34584	93829	46
15	29654	95502	31316	94970	32969	94409	34611	93819	45
16	29682	95493	31344	94961	32997	94399	34639	93809	44
17	29710	95485	31372	94952	33024	94390	34666	93799	43
18	29737	95476	31399	94943	33051	94380	34694	93789	42
19	29765	95467	31427	94933	33079	94370	34721	93779	41
20	29793	95459	31454	94924	33106	94361	34748	93769	40
21	29821	95450	31482	94915	33134	94351	34775	93759	39
22	29849	95441	31510	94906	33161	94342	34803	93748	38
23	29876	95433	31537	94897	33189	94332	34830	93738	37
24	29904	95424	31565	94888	33216	94322	34857	93728	36
25	29932	95415	31593	94878	33244	94313	34884	93718	35
26	29960	95407	31620	94869	33271	94304	34911	93708	34
27	29987	95398	31648	94860	33298	94295	34939	93698	33
28	30015	95389	31675	94851	33326	94284	34966	93688	32
29	30043	95380	31703	94842	33353	94274	34993	93677	31
30	30071	95372	31730	94832	33381	94264	35021	93667	30
31	30099	95363	31758	94823	33408	94254	35048	93657	29
32	30126	95354	31786	94814	33436	94245	35075	93647	28
33	30154	95344	31813	94805	33463	94235	35102	93637	27
34	30182	95337	31841	94795	33490	94225	35130	93626	26
35	30209	95328	31868	94786	33518	94215	35157	93616	25
36	30237	95319	31896	94777	33545	94206	35184	93606	24
37	30265	95310	31924	94768	33573	94196	35211	93596	23
38	30292	95301	31951	94758	33600	94186	35239	93585	22
39	30320	95293	31979	94749	33627	94176	35266	93575	21
40	30348	95284	32006	94740	33655	94167	35293	93565	20
41	30376	95275	32034	94730	33682	94157	35320	93555	19
42	30403	95266	32061	94721	33710	94147	35347	93544	18
43	30431	95257	32089	94712	33737	94137	35375	93534	17
44	30458	95248	32116	94702	33764	94127	35402	93524	16
45	30486	95240	32144	94693	33792	94117	35429	93514	15
46	30514	95231	32171	94684	33819	94108	35456	93504	14
47	30542	95222	32199	94674	33846	94098	35484	93494	13
48	30570	95213	32227	94665	33874	94088	35511	93483	12
49	30597	95204	32254	94656	33901	94078	35538	93472	11
50	30625	95195	32282	94646	33929	94068	35565	93462	10
51	30653	95186	32309	94637	33956	94058	35592	93452	9
52	30680	95177	32337	94627	33983	94049	35619	93441	8
53	30708	95168	32364	94618	34011	94039	35647	93431	7
54	30736	95159	32392	94609	34038	94029	35674	93420	6
55	30763	95150	32420	94600	34065	94019	35701	93410	5
56	30791	95142	32447	94590	34093	94009	35728	93400	4
57	30819	95133	32474	94580	34120	93999	35755	93389	3
58	30846	95124	32502	94571	34147	93989	35782	93379	2
59	30874	95115	32529	94561	34175	93979	35810	93368	1
60	30902	95106	32557	94552	34202	93969	35837	93358	0
	coseno 72°		coseno 71°		coseno 70°		coseno 69°		

	21°		22°		23°		24°	
	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno
0	35837	93358	37461	92718	39073	92050	40674	91355 60
1	35864	93348	37488	92718	39100	92039	40700	91343 59
2	35891	93337	37515	92718	39127	92028	40727	91331 58
3	35918	93327	37542	92718	39153	92016	40753	91319 57
4	35945	93316	37569	92718	39180	92005	40780	91307 56
5	35973	93306	37595	92718	39207	91994	40806	91295 55
6	36000	93295	37622	92718	39234	91982	40833	91283 54
7	36027	93285	37649	92718	39260	91971	40860	91270 53
8	36054	93274	37676	92718	39287	91959	40886	91257 52
9	36081	93264	37703	92718	39314	91948	40913	91244 51
10	36108	93253	37730	92718	39341	91936	40939	91232 50
11	36135	93243	37757	92598	39367	91925	40966	91224 49
12	36162	93232	37784	92587	39394	91914	40992	91212 48
13	36190	93222	37811	92576	39421	91902	41019	91200 47
14	36217	93211	37838	92565	39448	91891	41045	91188 46
15	36244	93201	37865	92554	39474	91879	41072	91176 45
16	36271	93190	37892	92543	39501	91868	41098	91164 44
17	36298	93180	37919	92532	39528	91856	41125	91152 43
18	36325	93169	37946	92521	39555	91845	41151	91140 42
19	36352	93159	37973	92510	39581	91833	41178	91128 41
20	36379	93148	37999	92499	39608	91822	41204	91116 40
21	36406	93137	38026	92488	39635	91810	41231	91104 39
22	36434	93127	38053	92477	39661	91799	41257	91092 38
23	36461	93116	38080	92466	39688	91787	41284	91080 37
24	36488	93106	38107	92455	39715	91775	41310	91068 36
25	36515	93095	38134	92444	39741	91764	41337	91056 35
26	36542	93084	38161	92433	39768	91752	41363	91044 34
27	36569	93074	38188	92421	39795	91741	41390	91032 33
28	36596	93063	38215	92410	39822	91729	41416	91020 32
29	36623	93052	38241	92399	39848	91718	41443	91008 31
30	36650	93042	38268	92388	39875	91706	41469	90996 30
31	36677	93031	38295	92377	39902	91694	41496	90984 29
32	36704	93020	38322	92366	39928	91683	41522	90972 28
33	36731	93010	38349	92355	39955	91671	41549	90960 27
34	36758	93000	38376	92344	39982	91660	41575	90948 26
35	36785	92989	38403	92333	40008	91648	41602	90936 25
36	36812	92978	38430	92321	40035	91636	41628	90924 24
37	36839	92967	38456	92310	40062	91625	41655	90911 23
38	36867	92956	38483	92299	40088	91613	41681	90899 22
39	36894	92945	38510	92287	40115	91601	41707	90887 21
40	36921	92935	38537	92276	40141	91590	41734	90875 20
41	36948	92924	38564	92265	40168	91578	41760	90863 19
42	36975	92913	38591	92254	40195	91566	41787	90851 18
43	37002	92902	38618	92243	40221	91555	41813	90839 17
44	37029	92892	38644	92231	40248	91543	41840	90826 16
45	37056	92881	38671	92220	40275	91531	41866	90814 15
46	37083	92870	38698	92209	40301	91519	41892	90802 14
47	37110	92859	38725	92198	40328	91508	41919	90790 13
48	37137	92849	38752	92186	40355	91496	41945	90778 12
49	37164	92838	38778	92175	40381	91484	41972	90766 11
50	37191	92827	38805	92164	40408	91472	41998	90753 10
51	37218	92816	38832	92152	40434	91461	42024	90741 9
52	37245	92805	38859	92141	40461	91449	42051	90729 8
53	37272	92794	38886	92130	40488	91437	42077	90717 7
54	37299	92783	38912	92119	40514	91425	42104	90704 6
55	37326	92773	38939	92107	40541	91414	42130	90692 5
56	37353	92762	38966	92096	40567	91402	42156	90680 4
57	37380	92751	38993	92085	40594	91390	42183	90668 3
58	37407	92741	39020	92073	40621	91378	42209	90655 2
59	37434	92729	39046	92062	40647	91366	42235	90643 1
60	37461	92718	39073	92050	40674	91355	42262	90631 0
coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	
68°		67°		66°		65°		

	25°		26°		27°		28°	
	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno
0	42202	90631	43537	90879	45399	90101	46947	89295 60
1	42228	90618	43563	90867	45425	90087	46973	89283 59
2	42255	90606	43589	90854	45451	90074	46999	89271 58
3	42281	90591	43616	90841	45477	90061	47024	89259 57
4	42307	90578	43642	90828	45503	90048	47050	89246 56
5	42334	90565	43668	90816	45529	90035	47076	89234 55
6	42360	90552	43694	90803	45554	90021	47101	89223 54
7	42386	90539	43720	90790	45580	90008	47127	89211 53
8	42413	90526	43746	90777	45606	89995	47153	89199 52
9	42439	90513	43772	90764	45632	89981	47178	89187 51
10	42465	90500	43798	90751	45658	89968	47204	89175 50
11	42522	90495	44124	90739	45694	89955	47229	89163 49
12	42578	90483	44151	90726	45730	89942	47254	89151 48
13	42634	90470	44177	90713	45766	89929	47279	89139 47
14	42690	90458	44203	90700	45802	89916	47304	89127 46
15	42746	90446	44229	90687	45838	89903	47329	89115 45
16	42802	90433	44255	90674	45874	89890	47354	89103 44
17	42858	90421	44281	90662	45910	89877	47379	89091 43
18	42914	90408	44307	90649	45946	89864	47404	89079 42
19	42970	90396	44333	90636	45981	89851	47429	89067 41
20	43026	90383	44359	90623	46017	89838	47454	89055 40
21	42815	90371	44385	90610	45942	89822	47480	89043 39
22	42841	90358	44411	90597	45968	89808	47506	89031 38
23	42867	90346	44437	90584	45994	89795	47532	89019 37
24	42894	90334	44464	90571	46020	89782	47558	89007 36
25	42920	90321	44490	90558	46046	89768	47584	88995 35
26	42946	90309	44516	90545	46072	89755	47610	88983 34
27	42972	90296	44542	90532	46097	89741	47636	88971 33
28	42998	90284	44568	90519	46123	89728	47662	88959 32
29	43025	90271	44594	90506	46149	89715	47688	88947 31
30	43051	90259	44620	90493	46175	89701	47714	88935 30
31	43077	90246	44646	90480	46201	89688	47740	88923 29
32	43104	90233	44672	90467	46226	89674	47766	88911 28
33	43130	90221	44698	90454	46252	89661	47792	88899 27
34	43156	90208	44724	90441	46278	89648	47818	88887 26
35	43182	90196	44750	90428	46304	89634	47844	88875 25
36	43209	90183	44776	90415	46330	89620	47870	88863 24
37	43235	90171	44802	90402	46355	89607	47896	88851 23
38	43261	90158	44828	90389	46381	89593	47922	88839 22
39	43287	90146	44854	90376	46407	89580	47948	88827 21
40	43313	90133	44880	90363	46433	89566	47974	88815 20
41	43340	90120	44906	90350	46458	89553	47999	88803 19
42	43366	90108	44932	90337	46484	89539	48025	88791 18
43	43392	90095	44958	90324	46510	89526	48051	88779 17
44	43418	90082	44984	90311	46536	89512	48077	88767 16
45	43445	90069	45010	90298	46561	89499	48103	88755 15
46	43471	90057	45036	90285	46587	89485	48129	88743 14
47	43497	90045	45062	90272	46613	89472	48155	88731 13
48	43523	90032	45088	90259	46639	89458	48181	88719 12
49	43549	90019	45114	90245	46665	89445	48207	88707 11
50	43575	90007	45140	90232	46690	89431	48233	88695 10
51	43602	89994	45166	90219	46716	89417	48259	88683 9
52	43628	89981	45192	90206	46742	89404	48285	88671 8
53	43654	89968	45218	90193	46767	89390	48311	88659 7
54	43680	89956	45243	90180	46793	89377	48337	88647 6
55	43706	89943	45269	90167	46819	89363	48363	88635 5
56	43732	89930	45295	90153	46845	89350	48389	88623 4
57	43759	89918	45321	90140	46870	89336	48415	88611 3
58	43785	89905	45347	90127	46896	89322	48441	88599 2
59	43811	89892	45373	90114	46921	89308	48467	88587 1
60	43837	89879	45399	90101	46947	89295	48493	88575 0
coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	
64°		63°		62°		61°		

	29°		30°		31°		32°		
	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	
0	48481	87482	50000	86603	51504	85717	52992	84805	80
1	48506	87448	50025	86588	51529	85702	53017	84789	59
2	48532	87434	50050	86573	51554	85687	53041	84774	58
3	48557	87420	50076	86559	51579	85672	53066	84759	57
4	48583	87406	50101	86544	51604	85657	53091	84745	56
5	48608	87391	50126	86530	51628	85642	53115	84728	55
6	48634	87377	50151	86515	51653	85627	53140	84712	54
7	48659	87363	50176	86501	51678	85612	53164	84697	53
8	48684	87349	50201	86486	51703	85597	53189	84681	52
9	48710	87335	50227	86471	51728	85582	53214	84666	51
10	48735	87321	50252	86457	51753	85567	53238	84650	50
11	48761	87306	50277	86442	51778	85551	53263	84635	49
12	48786	87292	50302	86427	51803	85536	53288	84619	48
13	48811	87278	50327	86413	51828	85521	53312	84604	47
14	48837	87264	50352	86398	51852	85506	53337	84588	46
15	48862	87250	50377	86384	51877	85491	53361	84573	45
16	48888	87235	50403	86369	51902	85476	53386	84557	44
17	48913	87221	50428	86354	51927	85461	53411	84542	43
18	48938	87207	50453	86340	51952	85446	53435	84526	42
19	48964	87193	50478	86325	51977	85431	53460	84511	41
20	48989	87178	50503	86310	52002	85416	53484	84495	40
21	49014	87164	50528	86295	52026	85401	53509	84480	39
22	49040	87150	50553	86281	52051	85385	53534	84464	38
23	49065	87136	50578	86266	52076	85370	53558	84448	37
24	49090	87121	50603	86251	52101	85355	53583	84433	36
25	49116	87107	50628	86237	52126	85340	53607	84417	35
26	49141	87093	50654	86222	52151	85325	53632	84402	34
27	49166	87079	50679	86207	52176	85310	53656	84386	33
28	49192	87064	50704	86192	52200	85294	53681	84370	32
29	49217	87050	50729	86178	52225	85279	53705	84355	31
30	49242	87036	50754	86163	52250	85264	53730	84339	30
31	49268	87021	50779	86148	52275	85249	53754	84324	29
32	49293	87007	50804	86133	52299	85234	53779	84308	28
33	49318	86993	50829	86119	52324	85218	53804	84292	27
34	49344	86978	50854	86104	52349	85203	53828	84277	26
35	49369	86964	50879	86089	52374	85188	53853	84261	25
36	49394	86949	50904	86074	52399	85173	53877	84245	24
37	49419	86935	50929	86059	52423	85157	53902	84230	23
38	49445	86921	50954	86045	52448	85142	53926	84214	22
39	49470	86906	50979	86030	52473	85127	53951	84198	21
40	49495	86892	51004	86015	52498	85112	53975	84182	20
41	49521	86878	51029	86000	52522	85096	54000	84167	19
42	49546	86863	51054	85985	52547	85081	54024	84151	18
43	49571	86849	51079	85970	52572	85066	54049	84135	17
44	49596	86834	51104	85956	52597	85051	54073	84120	16
45	49622	86820	51129	85941	52621	85035	54097	84104	15
46	49647	86805	51154	85926	52646	85020	54122	84088	14
47	49672	86791	51179	85911	52671	85005	54146	84072	13
48	49697	86777	51204	85896	52696	84989	54171	84057	12
49	49723	86762	51229	85881	52720	84974	54195	84041	11
50	49748	86748	51254	85866	52745	84959	54220	84025	10
51	49773	86733	51279	85851	52770	84943	54244	84009	9
52	49798	86719	51304	85836	52794	84928	54269	83994	8
53	49824	86705	51329	85821	52819	84913	54293	83978	7
54	49849	86690	51354	85806	52844	84897	54317	83962	6
55	49874	86675	51379	85792	52869	84882	54342	83946	5
56	49899	86661	51404	85777	52893	84866	54366	83930	4
57	49924	86646	51429	85762	52918	84851	54391	83915	3
58	49950	86632	51454	85747	52943	84836	54415	83899	2
59	49975	86617	51479	85732	52967	84820	54440	83883	1
60	50000	86603	51504	85717	52992	84805	54464	83867	0
coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno
60°		50°		58°		52°		56°	

	33°		34°		35°		36°		
	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	
0	54464	83867	55919	82904	57358	81915	58779	80902	60
1	54488	83851	55944	82887	57378	81899	58802	80885	59
2	54513	83835	55968	82871	57405	81882	58826	80867	58
3	54537	83819	55992	82855	57429	81865	58849	80850	57
4	54561	83804	56016	82839	57453	81848	58873	80833	56
5	54586	83788	56040	82823	57477	81831	58896	80816	55
6	54610	83772	56064	82806	57501	81815	58920	80799	54
7	54635	83756	56088	82790	57524	81798	58943	80782	53
8	54659	83740	56112	82773	57548	81782	58967	80765	52
9	54683	83724	56136	82757	57572	81765	58990	80748	51
10	54708	83708	56160	82741	57596	81748	59014	80730	50
11	54732	83692	56184	82724	57619	81731	59037	80713	49
12	54756	83676	56208	82706	57643	81714	59060	80696	48
13	54781	83660	56232	82689	57667	81698	59084	80679	47
14	54805	83645	56256	82672	57691	81681	59108	80662	46
15	54829	83629	56280	82654	57715	81664	59131	80644	45
16	54854	83613	56305	82637	57738	81647	59154	80627	44
17	54878	83597	56329	82620	57762	81631	59178	80610	43
18	54902	83581	56353	82603	57786	81614	59201	80593	42
19	54927	83565	56377	82585	57810	81597	59225	80576	41
20	54951	83549	56401	82567	57833	81580	59248	80558	40
21	54975	83533	56425	82551	57857	81563	59272	80541	39
22	54999	83517	56449	82534	57881	81546	59295	80524	38
23	55024	83501	56473	82518	57904	81530	59318	80507	37
24	55048	83485	56497	82502	57928	81513	59342	80489	36
25	55072	83469	56521	82485	57952	81496	59365	80472	35
26	55097	83453	56545	82478	57976	81479	59389	80455	34
27	55121	83437	56569	82462	57999	81462	59412	80438	33
28	55145	83421	56593	82446	58023	81445	59436	80420	32
29	55169	83405	56617	82429	58047	81428	59459	80403	31
30	55194	83389	56641	82413	58070	81412	59482	80386	30
31	55218	83373	56665	82396	58094	81395	59506	80368	29
32	55242	83356	56689	82380	58118	81378	59529	80351	28
33	55266	83340	56713	82363	58141	81361	59552	80334	27
34	55291	83324	56736	82347	58165	81344	59576	80316	26
35	55315	83307	56760	82330	58189	81327	59599	80299	25
36	55339	83292	56784	82314	58212	81310	59622	80282	24
37	55363	83276	56808	82297	58236	81293	59646	80264	23
38	55388	83260	56832	82281	58260	81276	59669	80247	22
39	55412	83244	56856	82264	58283	81259	59692	80230	21
40	55436	83228	56880	82248	58307	81242	59716	80212	20
41	55460	83212	56904	82231	58330	81225	59739	80195	19
42	55484	83195	56928	82214	58354	81208	59763	80178	18
43	55509	83179	56952	82198	58378	81191	59786	80160	17
44	55533	83163	56976	82181	58401	81174	59809	80143	16
45	55557	83147	57000	82165	58425	81157	59832	80125	15
46	55581	83131	57024	82148	58448	81140	59855	80108	14
47	55605	83115	57047	82132	58472	81123	59879	80091	13
48	55630	83099	57071	82115	58496	81106	59902	80073	12
49	55654	83082	57095	82098	58519	81089	59926	80056	11
50	55678	83066	57119	82082	58543	81072	59949	80038	10
51	55702	83050	57143	82065	58567	81055	59972	80021	9
52	55726	83034	57167	82048	58590	81038	59995	80003	8
53	55750	83017	57191	82032	58614	81021	60018	79986	7
54	55775	83001	57215	82015	58637	81004	60042	79968	6
55	55799	82985	57238	81999	58661	80987	60065	79951	5
56	55823	82969	57262	81982	58684	80970	60089	79934	4
57	55847	82953	57286	81965	58708	80953	60112	79916	3

	37°		38°		39°		40°		
	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	
0	0.0182	79864	0.1566	78801	0.2932	77715	0.4279	76604	60
1	0.0205	79846	0.1589	78783	0.2955	77696	0.4301	76586	59
2	0.0228	79829	0.1612	78765	0.2977	77678	0.4323	76567	58
3	0.0251	79811	0.1635	78747	0.3000	77660	0.4346	76548	57
4	0.0274	79793	0.1658	78729	0.3022	77641	0.4368	76530	56
5	0.0298	79776	0.1681	78711	0.3045	77623	0.4390	76515	55
6	0.0321	79758	0.1704	78694	0.3068	77605	0.4412	76492	54
7	0.0344	79741	0.1726	78676	0.3090	77586	0.4435	76473	53
8	0.0367	79723	0.1749	78658	0.3113	77568	0.4457	76455	52
9	0.0390	79706	0.1772	78640	0.3135	77550	0.4479	76436	51
10	0.0414	79688	0.1795	78622	0.3158	77531	0.4501	76417	50
11	0.0437	79671	0.1818	78604	0.3180	77513	0.4524	76398	49
12	0.0460	79653	0.1841	78586	0.3203	77494	0.4546	76380	48
13	0.0483	79636	0.1864	78568	0.3225	77476	0.4568	76361	47
14	0.0506	79618	0.1887	78550	0.3248	77458	0.4590	76342	46
15	0.0529	79600	0.1909	78532	0.3271	77439	0.4612	76323	45
16	0.0552	79583	0.1932	78514	0.3293	77421	0.4635	76304	44
17	0.0576	79565	0.1955	78496	0.3316	77402	0.4657	76286	43
18	0.0599	79547	0.1978	78478	0.3338	77384	0.4679	76267	42
19	0.0622	79530	0.2001	78460	0.3361	77366	0.4701	76248	41
20	0.0645	79512	0.2024	78442	0.3383	77347	0.4723	76229	40
21	0.0668	79494	0.2046	78424	0.3406	77329	0.4746	76210	39
22	0.0691	79477	0.2069	78405	0.3428	77310	0.4768	76192	38
23	0.0714	79459	0.2092	78387	0.3451	77292	0.4790	76173	37
24	0.0738	79441	0.2115	78369	0.3473	77273	0.4812	76154	36
25	0.0761	79424	0.2138	78351	0.3496	77255	0.4834	76135	35
26	0.0784	79406	0.2160	78333	0.3518	77236	0.4856	76116	34
27	0.0807	79388	0.2183	78315	0.3540	77218	0.4878	76097	33
28	0.0830	79371	0.2206	78297	0.3563	77199	0.4901	76078	32
29	0.0853	79353	0.2229	78279	0.3585	77181	0.4923	76059	31
30	0.0876	79335	0.2251	78261	0.3608	77162	0.4945	76041	30
31	0.0899	79318	0.2274	78243	0.3630	77144	0.4967	76022	29
32	0.0922	79300	0.2297	78225	0.3653	77125	0.4989	76003	28
33	0.0945	79282	0.2320	78206	0.3675	77107	0.5011	75984	27
34	0.0968	79264	0.2342	78188	0.3698	77088	0.5033	75965	26
35	0.0991	79247	0.2365	78170	0.3720	77069	0.5055	75946	25
36	0.1015	79229	0.2388	78152	0.3742	77051	0.5077	75927	24
37	0.1038	79211	0.2411	78134	0.3765	77033	0.5100	75908	23
38	0.1061	79193	0.2433	78116	0.3787	77014	0.5122	75889	22
39	0.1084	79176	0.2456	78098	0.3810	76996	0.5144	75870	21
40	0.1107	79158	0.2479	78079	0.3832	76977	0.5166	75851	20
41	0.1130	79140	0.2502	78061	0.3854	76959	0.5188	75832	19
42	0.1153	79122	0.2524	78043	0.3877	76940	0.5210	75813	18
43	0.1176	79104	0.2547	78025	0.3899	76922	0.5232	75794	17
44	0.1199	79087	0.2570	78007	0.3922	76903	0.5254	75775	16
45	0.1222	79069	0.2592	77988	0.3944	76884	0.5276	75756	15
46	0.1245	79051	0.2615	77970	0.3966	76866	0.5298	75738	14
47	0.1268	79033	0.2638	77952	0.3989	76847	0.5320	75719	13
48	0.1291	79016	0.2660	77934	0.4011	76828	0.5342	75700	12
49	0.1314	78998	0.2683	77916	0.4033	76810	0.5364	75680	11
50	0.1337	78980	0.2706	77897	0.4056	76791	0.5386	75661	10
51	0.1360	78962	0.2728	77879	0.4078	76772	0.5408	75642	9
52	0.1383	78944	0.2751	77861	0.4100	76754	0.5430	75623	8
53	0.1406	78926	0.2774	77843	0.4123	76735	0.5452	75604	7
54	0.1429	78908	0.2797	77825	0.4145	76717	0.5474	75585	6
55	0.1451	78891	0.2820	77806	0.4167	76698	0.5496	75566	5
56	0.1474	78873	0.2842	77788	0.4190	76679	0.5518	75547	4
57	0.1497	78855	0.2864	77769	0.4212	76660	0.5540	75528	3
58	0.1520	78837	0.2887	77751	0.4234	76642	0.5562	75509	2
59	0.1543	78819	0.2909	77733	0.4256	76624	0.5584	75490	1
60	0.1566	78801	0.2932	77715	0.4279	76604	0.5606	75471	0
coseno      seno      coseno      seno      coseno      seno      coseno      seno									
52°      51°      50°      49°									

	41°		42°		43°		44°		
	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	
0	0.6806	75471	0.6913	74314	0.8200	73135	0.9466	71934	60
1	0.6828	75452	0.6935	74295	0.8221	73116	0.9487	71914	59
2	0.6850	75433	0.6956	74276	0.8242	73096	0.9508	71894	58
3	0.6872	75414	0.6978	74257	0.8264	73076	0.9529	71875	57
4	0.6894	75395	0.6999	74237	0.8285	73056	0.9549	71855	56
5	0.6916	75376	0.7021	74217	0.8306	73036	0.9570	71835	55
6	0.6938	75356	0.7043	74198	0.8327	73016	0.9591	71815	54
7	0.6959	75337	0.7064	74178	0.8349	72996	0.9612	71795	53
8	0.6981	75318	0.7086	74159	0.8370	72976	0.9633	71775	52
9	0.6983	75299	0.7107	74139	0.8391	72957	0.9654	71755	51
10	0.6825	75280	0.7129	74120	0.8412	72937	0.9675	71735	50
11	0.6847	75261	0.7151	74100	0.8434	72917	0.9696	71715	49
12	0.6869	75242	0.7172	74080	0.8455	72897	0.9717	71695	48
13	0.6891	75222	0.7194	74061	0.8476	72877	0.9737	71675	47
14	0.6913	75203	0.7215	74041	0.8497	72857	0.9758	71655	46
15	0.6935	75184	0.7237	74022	0.8518	72837	0.9779	71635	45
16	0.6957	75165	0.7258	74002	0.8539	72817	0.9800	71615	44
17	0.6978	75146	0.7280	73983	0.8561	72797	0.9821	71595	43
18	0.6900	75127	0.7301	73963	0.8582	72777	0.9842	71575	42
19	0.6922	75107	0.7323	73944	0.8603	72757	0.9863	71555	41
20	0.6944	75088	0.7344	73924	0.8624	72737	0.9883	71535	40
21	0.6966	75069	0.7366	73904	0.8645	72717	0.9904	71515	39
22	0.6988	75050	0.7387	73885	0.8666	72697	0.9925	71495	38
23	0.6910	75030	0.7409	73865	0.8688	72677	0.9946	71475	37
24	0.6931	75011	0.7430	73846	0.8709	72657	0.9966	71455	36
25	0.6953	74992	0.7452	73826	0.8730	72637	0.9987	71435	35
26	0.6975	74973	0.7473	73806	0.8751	72617	0.9987	71415	34
27	0.6997	74953	0.7495	73787	0.8772	72597	0.9987	71395	33
28	0.6918	74934	0.7516	73767	0.8793	72577	0.9987	71375	32
29	0.6940	74915	0.7538	73747	0.8814	72557	0.9987	71355	31
30	0.6962	74896	0.7559	73728	0.8835	72537	0.9987	71335	30
31	0.6984	74876	0.7580	73708	0.8857	72517	0.9987	71315	29
32	0.6906	74857	0.7602	73688	0.8878	72497	0.9987	71295	28
33	0.6927	74838	0.7623	73669	0.8899	72477	0.9987	71275	27
34	0.6949	74818	0.7645	73649	0.8920	72457	0.9987	71255	26
35	0.6971	74799	0.7666	73629	0.8941	72437	0.9987	71235	25
36	0.6993	74780	0.7688	73610	0.8962	72417	0.9987	71215	24
37	0.6914	74760	0.7709	73590	0.8983	72397	0.9987	71195	23
38	0.6936	74741	0.7730	73570	0.8984	72377	0.9987	71175	22
39	0.6958	74722	0.7752	73551	0.9005	72357	0.9987	71155	21
40	0.6980	74703	0.7773	73531	0.9026	72337	0.9987	71135	20
41	0.6901	74683	0.7795	73511	0.9047	72317	0.9987	71115	19
42	0.6923	74664	0.7816	73491	0.9068	72297	0.9987	71095	18
43	0.6945	74644	0.7837	73472	0.9089	72277	0.9987	71075	17
44	0.6966	74625	0.7858	73452	0.9110	72257	0.9987	71055	16
45	0.6988	74605	0.7880	73432	0.9131	72237	0.9987	71035	15
46	0.6910	74586	0.7901	73413	0.9152	72217	0.9987	71015	14
47	0.6932	74567	0.7923	73393	0.9173	72197	0.9987	71000	13
48	0.6953	74548	0.7944	73373	0.9194	72177	0.9987	70985	12
49	0.6975	74528	0.7965	73353	0.9215	72157	0.9987	70970	11
50	0.6997	74509	0.7987	73333	0.9236	72137	0.9987	70955	10
51	0.6918	74489	0.8008	73314	0.9257	72117	0.9987	70940	9
52	0.6940	74470	0.8029	73294	0.9278	72097	0.9987	70925	8
53	0.6962	74451	0.8051	73274	0.9299	72077	0.9987	70910	7
54	0.6983	74431	0.8072	73254	0.9320	72057	0.9987	70895	6
55	0.6905	74412	0.8093	73234	0.9341	72037	0.9987	70880	5
56	0.6927	74392	0.8115	73215	0.9362	72015	0.9987	70865	4
57	0.6948	74373	0.8136	73195	0.9383	71995	0.9987	70850	3
58	0.6970	74353	0.8157	73175	0.9404	71974	0.9987	70835	2
59	0.6991	74334	0.8179	73155	0.9425	71954	0.9987	70820	1
60	0.6913	74314	0.8200	73135	0.9446	71934	0.9987	70805	0
	48°		47°		46°		45°		
	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	

# Secantes y Cosecantes

°	'	0°		1°		2°		3°	
		sec	cosec	sec	cosec	sec	cosec	sec	cosec
0	1	Infinito	1.0001	57.299	1.0006	28.654	1.0014	19.107	80
1	1	3437.70	1.0001	56.359	1.0006	28.417	1.0014	19.077	89
2	1	1718.90	1.0002	55.450	1.0006	28.184	1.0014	18.987	58
3	1	1145.90	1.0002	54.570	1.0006	27.955	1.0014	18.794	57
4	1	859.44	1.0002	53.718	1.0006	27.730	1.0014	18.692	56
5	1	687.55	1.0002	52.891	1.0007	27.508	1.0014	18.591	55
6	1	572.96	1.0002	52.090	1.0007	27.290	1.0015	18.491	54
7	1	491.11	1.0002	51.313	1.0007	27.075	1.0015	18.393	53
8	1	429.72	1.0002	50.558	1.0007	26.864	1.0015	18.295	52
9	1	381.97	1.0002	49.826	1.0007	26.658	1.0015	18.198	51
10	1	343.77	1.0002	49.114	1.0007	26.450	1.0015	18.103	50
11	1	312.52	1.0002	48.422	1.0007	26.249	1.0015	18.008	49
12	1	286.48	1.0002	47.750	1.0007	26.050	1.0016	17.914	48
13	1	264.44	1.0002	47.096	1.0007	25.854	1.0016	17.821	47
14	1	245.55	1.0002	46.460	1.0008	25.661	1.0016	17.730	46
15	1	229.18	1.0002	45.840	1.0008	25.471	1.0016	17.639	45
16	1	214.86	1.0002	45.237	1.0008	25.284	1.0016	17.549	44
17	1	202.22	1.0002	44.650	1.0008	25.100	1.0016	17.460	43
18	1	190.99	1.0002	44.077	1.0008	24.918	1.0017	17.372	42
19	1	180.73	1.0003	43.520	1.0008	24.739	1.0017	17.285	41
20	1	171.89	1.0003	42.976	1.0008	24.562	1.0017	17.198	40
21	1	163.70	1.0003	42.445	1.0008	24.388	1.0017	17.113	39
22	1	156.26	1.0003	41.928	1.0008	24.218	1.0017	17.028	38
23	1	149.47	1.0003	41.423	1.0009	24.047	1.0017	16.944	37
24	1	143.24	1.0003	40.930	1.0009	23.880	1.0018	16.861	36
25	1	137.51	1.0003	40.448	1.0009	23.716	1.0018	16.779	35
26	1	132.32	1.0003	39.978	1.0009	23.553	1.0018	16.698	34
27	1	127.32	1.0003	39.518	1.0009	23.393	1.0018	16.617	33
28	1	122.75	1.0003	39.069	1.0009	23.235	1.0018	16.538	32
29	1	118.54	1.0003	38.631	1.0009	23.079	1.0018	16.459	31
30	1	114.59	1.0003	38.201	1.0009	22.925	1.0019	16.380	30
31	1	110.90	1.0003	37.782	1.0010	22.774	1.0019	16.303	29
32	1	107.43	1.0003	37.371	1.0010	22.624	1.0019	16.226	28
33	1	104.17	1.0004	36.969	1.0010	22.476	1.0019	16.150	27
34	1	101.11	1.0004	36.576	1.0010	22.330	1.0019	16.075	26
35	1	98.223	1.0004	36.191	1.0010	22.186	1.0019	16.000	25
36	1	95.493	1.0004	35.814	1.0010	22.044	1.0020	15.926	24
37	1	92.914	1.0004	35.445	1.0010	21.904	1.0020	15.853	23
38	1	90.481	1.0004	35.084	1.0010	21.765	1.0020	15.780	22
39	1	88.149	1.0004	34.729	1.0011	21.629	1.0020	15.708	21
40	1	85.946	1.0004	34.382	1.0011	21.494	1.0020	15.637	20
41	1	83.840	1.0004	34.042	1.0011	21.360	1.0021	15.566	19
42	1	81.853	1.0004	33.708	1.0011	21.228	1.0021	15.496	18
43	1	79.950	1.0004	33.381	1.0011	21.098	1.0021	15.427	17
44	1	78.133	1.0004	33.060	1.0011	20.970	1.0021	15.358	16
45	1	76.399	1.0004	32.745	1.0011	20.845	1.0021	15.290	15
46	1	74.738	1.0005	32.437	1.0012	20.717	1.0022	15.222	14
47	1	73.146	1.0005	32.134	1.0012	20.593	1.0022	15.155	13
48	1	71.622	1.0005	31.836	1.0012	20.471	1.0022	15.089	12
49	1	70.160	1.0005	31.544	1.0012	20.350	1.0022	15.023	11
50	1	68.757	1.0005	31.257	1.0012	20.230	1.0022	14.958	10
51	1	67.409	1.0005	30.976	1.0012	20.112	1.0023	14.893	9
52	1	66.113	1.0005	30.699	1.0012	19.995	1.0023	14.829	8
53	1	64.866	1.0005	30.428	1.0013	19.880	1.0023	14.765	7
54	1	63.664	1.0005	30.161	1.0013	19.766	1.0023	14.702	6
55	1	62.507	1.0005	29.899	1.0013	19.653	1.0023	14.640	5
56	1	61.391	1.0006	29.641	1.0013	19.541	1.0024	14.578	4
57	1	60.314	1.0006	29.388	1.0013	19.431	1.0024	14.517	3
58	1	59.274	1.0006	29.139	1.0013	19.322	1.0024	14.456	2
59	1	58.270	1.0006	28.894	1.0013	19.214	1.0024	14.395	1
60	1	57.299	1.0006	28.654	1.0014	19.107	1.0024	14.335	0
		cosec	sec	cosec	sec	cosec	sec	cosec	sec
		89°	80°	89°	80°	89°	80°	89°	80°

	4°		5°		6°		7°	
	sec	cosec	sec	cosec	sec	cosec	sec	cosec
0	1.0024	14.335	1.0038	11.474	1.0055	9.5668	1.0075	8.2055
1	1.0025	14.276	1.0038	11.438	1.0055	9.5404	1.0075	8.1861
2	1.0025	14.217	1.0039	11.398	1.0056	9.5141	1.0076	8.1668
3	1.0025	14.159	1.0039	11.360	1.0056	9.4880	1.0076	8.1476
4	1.0025	14.101	1.0039	11.323	1.0056	9.4620	1.0076	8.1285
5	1.0025	14.043	1.0039	11.286	1.0057	9.4362	1.0077	8.1064
6	1.0026	13.986	1.0040	11.249	1.0057	9.4105	1.0077	8.0865
7	1.0026	13.930	1.0040	11.213	1.0057	9.3850	1.0078	8.0717
8	1.0026	13.874	1.0040	11.176	1.0057	9.3596	1.0078	8.0529
9	1.0026	13.818	1.0040	11.140	1.0058	9.3343	1.0078	8.0342
10	1.0026	13.763	1.0041	11.104	1.0058	9.3092	1.0079	8.0156
11	1.0027	13.708	1.0041	11.069	1.0058	9.2842	1.0079	7.9971
12	1.0027	13.654	1.0041	11.033	1.0059	9.2593	1.0079	7.9787
13	1.0027	13.600	1.0041	11.008	1.0059	9.2346	1.0080	7.9604
14	1.0027	13.547	1.0042	10.963	1.0059	9.2100	1.0080	7.9421
15	1.0027	13.494	1.0042	10.929	1.0060	9.1855	1.0080	7.9240
16	1.0028	13.441	1.0042	10.894	1.0060	9.1612	1.0081	7.9059
17	1.0028	13.389	1.0043	10.860	1.0060	9.1370	1.0081	7.8879
18	1.0028	13.337	1.0043	10.826	1.0061	9.1129	1.0082	7.8700
19	1.0028	13.286	1.0043	10.792	1.0061	9.0890	1.0082	7.8522
20	1.0029	13.235	1.0043	10.758	1.0061	9.0651	1.0082	7.8344
21	1.0029	13.184	1.0044	10.725	1.0062	9.0414	1.0083	7.8168
22	1.0029	13.134	1.0044	10.692	1.0062	9.0179	1.0083	7.7992
23	1.0029	13.084	1.0044	10.659	1.0062	8.9944	1.0084	7.7817
24	1.0029	13.034	1.0044	10.626	1.0063	8.9711	1.0084	7.7642
25	1.0030	12.985	1.0045	10.593	1.0063	8.9479	1.0084	7.7469
26	1.0030	12.937	1.0045	10.561	1.0063	8.9248	1.0085	7.7296
27	1.0030	12.888	1.0045	10.529	1.0064	8.9018	1.0085	7.7124
28	1.0030	12.840	1.0046	10.497	1.0064	8.8790	1.0085	7.6953
29	1.0031	12.793	1.0046	10.465	1.0064	8.8563	1.0086	7.6783
30	1.0031	12.745	1.0046	10.433	1.0065	8.8337	1.0086	7.6613
31	1.0031	12.698	1.0046	10.402	1.0065	8.8112	1.0087	7.6444
32	1.0031	12.652	1.0047	10.371	1.0065	8.7888	1.0087	7.6276
33	1.0032	12.606	1.0047	10.340	1.0066	8.7665	1.0087	7.6108
34	1.0032	12.560	1.0047	10.309	1.0066	8.7444	1.0088	7.5942
35	1.0032	12.514	1.0048	10.278	1.0066	8.7223	1.0088	7.5776
36	1.0032	12.469	1.0048	10.248	1.0067	8.7004	1.0089	7.5611
37	1.0032	12.424	1.0048	10.217	1.0067	8.6786	1.0089	7.5446
38	1.0033	12.379	1.0048	10.187	1.0067	8.6569	1.0089	7.5282
39	1.0033	12.335	1.0049	10.157	1.0068	8.6353	1.0090	7.5119
40	1.0033	12.291	1.0049	10.127	1.0068	8.6138	1.0090	7.4957
41	1.0033	12.248	1.0049	10.098	1.0068	8.5924	1.0090	7.4795
42	1.0034	12.204	1.0050	10.068	1.0069	8.5711	1.0091	7.4634
43	1.0034	12.161	1.0050	10.039	1.0069	8.5499	1.0091	7.4474
44	1.0034	12.118	1.0050	10.010	1.0069	8.5289	1.0092	7.4315
45	1.0034	12.076	1.0050	9.9812	1.0070	8.5079	1.0092	7.4156
46	1.0035	12.034	1.0051	9.9525	1.0070	8.4871	1.0092	7.3998
47	1.0035	11.992	1.0051	9.9239	1.0070	8.4663	1.0093	7.3840
48	1.0035	11.950	1.0051	9.8955	1.0071	8.4457	1.0093	7.3683
49	1.0035	11.909	1.0052	9.8672	1.0071	8.4251	1.0094	7.3527
50	1.0036	11.868	1.0052	9.8391	1.0071	8.4046	1.0094	7.3372
51	1.0036	11.828	1.0052	9.8112	1.0072	8.3843	1.0094	7.3217
52	1.0036	11.787	1.0053	9.7834	1.0072	8.3640	1.0095	7.3063
53	1.0036	11.747	1.0053	9.7558	1.0073	8.3439	1.0095	7.2909
54	1.0037	11.707	1.0053	9.7283	1.0073	8.3239	1.0095	7.2754
55	1.0037	11.668	1.0053	9.7010	1.0073	8.3039	1.0096	7.2604
56	1.0037	11.628	1.0054	9.6739	1.0074	8.2840	1.0097	7.2453
57	1.0037	11.589	1.0054	9.6469	1.0074	8.2642	1.0097	7.2302
58	1.0038	11.550	1.0054	9.6200	1.0074	8.2446	1.0097	7.2152
59	1.0038	11.512	1.0055	9.5933	1.0075	8.2251	1.0098	7.2002
60	1.0038	11.474	1.0055	9.5668	1.0075	8.2055	1.0098	7.1853
	cosec	sec	cosec	sec	cosec	sec	cosec	sec



	8°		9°		10°		11°		
	sec	cosec	sec	cosec	sec	cosec	sec	cosec	
0	1.0098	7.1853	1.0125	6.3924	1.0154	5.7588	1.0187	5.2408	60
1	1.0099	7.1704	1.0125	6.3807	1.0155	5.7493	1.0188	5.2330	59
2	1.0099	7.1557	1.0125	6.3690	1.0155	5.7398	1.0188	5.2252	58
3	1.0099	7.1409	1.0126	6.3574	1.0156	5.7304	1.0189	5.2174	57
4	1.0100	7.1263	1.0126	6.3458	1.0156	5.7210	1.0189	5.2097	56
5	1.0100	7.1117	1.0127	6.3343	1.0157	5.7117	1.0190	5.2019	55
6	1.0101	7.0972	1.0127	6.3227	1.0157	5.7023	1.0191	5.1942	54
7	1.0101	7.0827	1.0128	6.3113	1.0158	5.6930	1.0191	5.1865	53
8	1.0102	7.0683	1.0128	6.2999	1.0158	5.6838	1.0192	5.1788	52
9	1.0102	7.0539	1.0129	6.2885	1.0159	5.6745	1.0192	5.1712	51
10	1.0102	7.0396	1.0129	6.2772	1.0159	5.6653	1.0193	5.1636	50
11	1.0103	7.0254	1.0130	6.2659	1.0160	5.6561	1.0193	5.1560	49
12	1.0103	7.0112	1.0130	6.2546	1.0160	5.6470	1.0194	5.1484	48
13	1.0104	6.9971	1.0131	6.2432	1.0161	5.6379	1.0195	5.1409	47
14	1.0104	6.9830	1.0131	6.2322	1.0162	5.6288	1.0195	5.1333	46
15	1.0104	6.9690	1.0132	6.2211	1.0162	5.6197	1.0196	5.1258	45
16	1.0105	6.9550	1.0132	6.2100	1.0163	5.6107	1.0196	5.1183	44
17	1.0105	6.9411	1.0133	6.1990	1.0163	5.6017	1.0197	5.1109	43
18	1.0106	6.9273	1.0133	6.1880	1.0164	5.5928	1.0198	5.1034	42
19	1.0106	6.9135	1.0134	6.1770	1.0164	5.5838	1.0198	5.0960	41
20	1.0107	6.8998	1.0134	6.1661	1.0165	5.5749	1.0199	5.0886	40
21	1.0107	6.8861	1.0135	6.1552	1.0165	5.5660	1.0199	5.0812	39
22	1.0107	6.8725	1.0135	6.1443	1.0166	5.5572	1.0200	5.0739	38
23	1.0108	6.8589	1.0136	6.1335	1.0166	5.5484	1.0201	5.0666	37
24	1.0108	6.8454	1.0136	6.1227	1.0167	5.5396	1.0201	5.0593	36
25	1.0109	6.8320	1.0136	6.1120	1.0167	5.5308	1.0202	5.0520	35
26	1.0109	6.8185	1.0137	6.1013	1.0168	5.5221	1.0202	5.0447	34
27	1.0110	6.8052	1.0137	6.0906	1.0169	5.5134	1.0203	5.0373	33
28	1.0110	6.7919	1.0138	6.0800	1.0169	5.5047	1.0204	5.0302	32
29	1.0111	6.7787	1.0138	6.0694	1.0170	5.4960	1.0204	5.0230	31
30	1.0111	6.7655	1.0139	6.0588	1.0170	5.4874	1.0205	5.0158	30
31	1.0111	6.7523	1.0139	6.0483	1.0171	5.4788	1.0205	5.0087	29
32	1.0112	6.7392	1.0140	6.0379	1.0171	5.4702	1.0206	5.0015	28
33	1.0112	6.7262	1.0140	6.0274	1.0172	5.4617	1.0207	4.9944	27
34	1.0113	6.7132	1.0141	6.0170	1.0172	5.4532	1.0207	4.9873	26
35	1.0113	6.7003	1.0141	6.0066	1.0173	5.4447	1.0208	4.9802	25
36	1.0114	6.6874	1.0142	5.9963	1.0174	5.4362	1.0208	4.9732	24
37	1.0114	6.6745	1.0142	5.9860	1.0174	5.4278	1.0209	4.9661	23
38	1.0115	6.6617	1.0143	5.9758	1.0175	5.4194	1.0210	4.9591	22
39	1.0115	6.6490	1.0143	5.9655	1.0175	5.4110	1.0210	4.9521	21
40	1.0015	6.6363	1.0144	5.9554	1.0176	5.4026	1.0211	4.9452	20
41	1.0116	6.6237	1.0144	5.9452	1.0176	5.3943	1.0211	4.9382	19
42	1.0116	6.6111	1.0145	5.9351	1.0177	5.3860	1.0212	4.9313	18
43	1.0117	6.5985	1.0145	5.9250	1.0177	5.3777	1.0213	4.9243	17
44	1.0117	6.5860	1.0146	5.9150	1.0178	5.3695	1.0213	4.9175	16
45	1.0118	6.5736	1.0146	5.9049	1.0179	5.3612	1.0214	4.9106	15
46	1.0118	6.5612	1.0147	5.8948	1.0179	5.3530	1.0215	4.9037	14
47	1.0119	6.5488	1.0147	5.8850	1.0180	5.3449	1.0215	4.8969	13
48	1.0119	6.5365	1.0148	5.8751	1.0180	5.3367	1.0216	4.8901	12
49	1.0119	6.5243	1.0148	5.8652	1.0181	5.3286	1.0216	4.8833	11
50	1.0120	6.5121	1.0149	5.8554	1.0181	5.3205	1.0217	4.8765	10
51	1.0120	6.4999	1.0150	5.8456	1.0182	5.3124	1.0218	4.8697	9
52	1.0121	6.4878	1.0150	5.8358	1.0182	5.3044	1.0218	4.8630	8
53	1.0121	6.4757	1.0151	5.8261	1.0183	5.2963	1.0219	4.8563	7
54	1.0122	6.4637	1.0151	5.8163	1.0184	5.2883	1.0220	4.8496	6
55	1.0122	6.4517	1.0152	5.8067	1.0184	5.2803	1.0220	4.8429	5
56	1.0123	6.4398	1.0152	5.7970	1.0185	5.2724	1.0221	4.8362	4
57	1.0123	6.4279	1.0153	5.7874	1.0185	5.2645	1.0221	4.8296	3
58	1.0124	6.4160	1.0153	5.7778	1.0186	5.2566	1.0222	4.8229	2
59	1.0124	6.4042	1.0154	5.7683	1.0186	5.2487	1.0223	4.8163	1
60	1.0125	6.3924	1.0154	5.7588	1.0187	5.2408	1.0223	4.8097	0
	cosec	sec	cosec	sec	cosec	sec	cosec	sec	
81°			80°		79°		78°		

	12°		13°		14°		15°		
	sec	cosec	sec	cosec	sec	cosec	sec	cosec	
0	1.0223	4.8097	1.0263	4.4454	1.0306	4.1336	1.0353	3.8637	60
1	1.0224	4.8032	1.0264	4.4398	1.0307	4.1287	1.0353	3.8595	59
2	1.0225	4.7966	1.0264	4.4342	1.0308	4.1239	1.0354	3.8553	58
3	1.0225	4.7901	1.0265	4.4287	1.0308	4.1191	1.0355	3.8512	57
4	1.0226	4.7835	1.0266	4.4231	1.0309	4.1144	1.0356	3.8470	56
5	1.0226	4.7770	1.0266	4.4176	1.0310	4.1096	1.0357	3.8428	55
6	1.0227	4.7706	1.0267	4.4121	1.0311	4.1048	1.0358	3.8387	54
7	1.0228	4.7641	1.0268	4.4065	1.0311	4.1001	1.0358	3.8346	53
8	1.0228	4.7576	1.0268	4.4011	1.0312	4.0953	1.0359	3.8304	52
9	1.0229	4.7512	1.0269	4.3956	1.0313	4.0906	1.0360	3.8263	51
10	1.0230	4.7448	1.0270	4.3901	1.0314	4.0859	1.0361	3.8222	50
11	1.0230	4.7384	1.0271	4.3847	1.0314	4.0812	1.0362	3.8181	49
12	1.0231	4.7320	1.0271	4.3792	1.0315	4.0765	1.0362	3.8140	48
13	1.0232	4.7257	1.0272	4.3738	1.0316	4.0718	1.0363	3.8100	47
14	1.0232	4.7193	1.0273	4.3684	1.0317	4.0672	1.0364	3.8059	46
15	1.0233	4.7130	1.0273	4.3630	1.0318	4.0625	1.0365	3.8018	45
16	1.0234	4.7067	1.0274	4.3576	1.0318	4.0578	1.0366	3.7978	44
17	1.0234	4.7004	1.0275	4.3522	1.0319	4.0532	1.0367	3.7937	43
18	1.0235	4.6942	1.0276	4.3469	1.0320	4.0486	1.0367	3.7897	42
19	1.0235	4.6879	1.0276	4.3415	1.0320	4.0440	1.0368	3.7857	41
20	1.0236	4.6817	1.0277	4.3362	1.0321	4.0394	1.0369	3.7816	40
21	1.0237	4.6754	1.0278	4.3309	1.0322	4.0348	1.0370	3.7776	39
22	1.0237	4.6692	1.0278	4.3256	1.0323	4.0302	1.0371	3.7736	38
23	1.0238	4.6631	1.0279	4.3203	1.0323	4.0256	1.0371	3.7697	37
24	1.0239	4.6569	1.0280	4.3150	1.0324	4.0211	1.0372	3.7657	36
25	1.0239	4.6507	1.0280	4.3098	1.0325	4.0165	1.0373	3.7617	35
26	1.0240	4.6446	1.0281	4.3045	1.0326	4.0120	1.0374	3.7577	34
27	1.0241	4.6385	1.0282	4.2993	1.0327	4.0074	1.0375	3.7538	33
28	1.0241	4.6324	1.0283	4.2941	1.0327	4.0029	1.0376	3.7498	32
29	1.0242	4.6263	1.0283	4.2888	1.0328	3.9984	1.0376	3.7459	31
30	1.0243	4.6202	1.0284	4.2836	1.0329	3.9939	1.0377	3.7420	30
31	1.0243	4.6142	1.0285	4.2785	1.0330	3.9894	1.0378	3.7380	29
32	1.0244	4.6081	1.0285	4.2733	1.0330	3.9850	1.0379	3.7341	28
33	1.0245	4.6021	1.0286	4.2681	1.0331	3.9805	1.0380	3.7302	27
34	1.0245	4.5961	1.0287	4.2630	1.0332	3.9760	1.0381	3.7263	26
35	1.0246	4.5901	1.0288	4.2579	1.0333	3.9716	1.0382	3.7224	25
36	1.0247	4.5841	1.0288	4.2527	1.0334	3.9672	1.0382	3.7186	24
37	1.0247	4.5782	1.0289	4.2476	1.0334	3.9627	1.0383	3.7147	23
38	1.0248	4.5723	1.0289	4.2425	1.0335	3.9583	1.0384	3.7108	22
39	1.0249	4.5663	1.0291	4.2375	1.0336	3.9539	1.0385	3.7070	21
40	1.0249	4.5604	1.0291	4.2324	1.0337	3.9495	1.0386	3.7031	20
41	1.0250	4.5545	1.0292	4.2273	1.0338	3.9451	1.0387	3.6993	19
42	1.0251	4.5486	1.0293	4.2223	1.0338	3.9408	1.0387	3.6955	18
43	1.0251	4.5428	1.0293	4.2173	1.0339	3.9364	1.0388	3.6917	17
44	1.0252	4.5369	1.0294	4.2122	1.0340	3.9320	1.0389	3.6878	16
45	1.0253	4.5311	1.0295	4.2072	1.0341	3.9277	1.0390	3.6840	15
46	1.0253	4.5253	1.0295	4.2022	1.0342	3.9234	1.0391	3.6802	14
47	1.0254	4.5195	1.0296	4.1972	1.0343	3.9190	1.0392	3.6765	13
48	1.0255	4.5137	1.0297	4.1923	1.0344	3.9147	1.0393	3.6727	12
49	1.0255	4.5079	1.0298	4.1873	1.0344	3.9104	1.0393	3.6689	11
50	1.0256	4.5021	1.0299	4.1824	1.0345	3.9061	1.0394	3.6651	10
51	1.0257	4.4964	1.0299	4.1774	1.0345	3.9018	1.0395	3.6614	9
52	1.0257	4.4907	1.0300	4.1725	1.0346	3.8976	1.0396	3.6576	8
53	1.0258	4.4850	1.0301	4.1676	1.0347	3.8933	1.0397	3.6539	7
54	1.0259	4.4793	1.0302	4.1627	1.0348	3.8893	1.0398	3.6502	6
55	1.0260	4.4736	1.0303	4.1578	1.0349	3.8850	1.0399	3.6464	5
56	1.0260	4.4679	1.0303	4.1529	1.0349	3.8808	1.0399	3.6427	4
57	1.0261	4.4623	1.0304	4.1481	1.0350	3.8765	1.0400	3.6390	3
58	1.0262	4.4566	1.0305	4.1432	1.0351	3.8723	1.0401	3.6353	2
59	1.0262	4.4510	1.0305	4.1384	1.0352	3.8681	1.0402	3.6316	1
60	1.0263	4.4454	1.0306	4.1336	1.0353	3.8637	1.0403	3.6279	0
	cosec	sec	cosec	sec	cosec	sec	cosec	sec	
	77°		76°		75°		74°		

	16°		17°		18°		19°	
	sec	cosec	sec	cosec	sec	cosec	sec	cosec
0	1.0403	3.6279	1.0457	3.4203	1.0515	3.2361	1.0576	3.0715
1	1.0404	3.6243	1.0458	3.4170	1.0516	3.2332	1.0577	3.0681
2	1.0405	3.6208	1.0459	3.4138	1.0517	3.2303	1.0578	3.0648
3	1.0406	3.6169	1.0460	3.4106	1.0518	3.2274	1.0579	3.0615
4	1.0406	3.6133	1.0461	3.4073	1.0519	3.2245	1.0580	3.0582
5	1.0407	3.6098	1.0462	3.4041	1.0520	3.2216	1.0581	3.0549
6	1.0408	3.6060	1.0462	3.4009	1.0521	3.2188	1.0582	3.0516
7	1.0409	3.6024	1.0463	3.3977	1.0522	3.2159	1.0583	3.0483
8	1.0410	3.5987	1.0464	3.3945	1.0523	3.2131	1.0585	3.0450
9	1.0411	3.5951	1.0465	3.3913	1.0524	3.2102	1.0586	3.0418
10	1.0412	3.5915	1.0466	3.3881	1.0525	3.2074	1.0587	3.0386
11	1.0413	3.5879	1.0467	3.3849	1.0526	3.2045	1.0588	3.0353
12	1.0413	3.5843	1.0468	3.3817	1.0527	3.2017	1.0589	3.0321
13	1.0414	3.5807	1.0469	3.3785	1.0528	3.1989	1.0590	3.0289
14	1.0415	3.5772	1.0470	3.3754	1.0529	3.1960	1.0591	3.0257
15	1.0416	3.5736	1.0471	3.3722	1.0530	3.1932	1.0592	3.0225
16	1.0417	3.5700	1.0472	3.3690	1.0531	3.1904	1.0593	3.0193
17	1.0418	3.5665	1.0473	3.3659	1.0532	3.1876	1.0594	3.0161
18	1.0419	3.5629	1.0474	3.3627	1.0533	3.1848	1.0595	3.0129
19	1.0420	3.5594	1.0475	3.3596	1.0534	3.1820	1.0596	3.0097
20	1.0420	3.5559	1.0476	3.3565	1.0535	3.1792	1.0598	3.0065
21	1.0421	3.5523	1.0477	3.3534	1.0536	3.1764	1.0599	3.0033
22	1.0422	3.5488	1.0478	3.3502	1.0537	3.1736	1.0600	3.0001
23	1.0423	3.5453	1.0478	3.3471	1.0538	3.1708	1.0601	2.9969
24	1.0424	3.5418	1.0479	3.3440	1.0539	3.1681	1.0602	2.9937
25	1.0425	3.5383	1.0480	3.3409	1.0540	3.1653	1.0603	2.9905
26	1.0426	3.5348	1.0481	3.3378	1.0541	3.1625	1.0604	2.9873
27	1.0427	3.5313	1.0482	3.3347	1.0542	3.1598	1.0605	2.9841
28	1.0428	3.5279	1.0483	3.3316	1.0543	3.1570	1.0606	2.9809
29	1.0428	3.5244	1.0484	3.3286	1.0544	3.1543	1.0607	2.9777
30	1.0429	3.5209	1.0485	3.3255	1.0545	3.1515	1.0608	2.9745
31	1.0430	3.5175	1.0486	3.3224	1.0546	3.1488	1.0609	2.9713
32	1.0431	3.5140	1.0487	3.3194	1.0547	3.1461	1.0611	2.9681
33	1.0432	3.5106	1.0488	3.3163	1.0548	3.1433	1.0612	2.9649
34	1.0433	3.5072	1.0489	3.3133	1.0549	3.1406	1.0613	2.9617
35	1.0434	3.5037	1.0490	3.3102	1.0550	3.1379	1.0614	2.9585
36	1.0435	3.5003	1.0491	3.3072	1.0551	3.1352	1.0615	2.9553
37	1.0436	3.4969	1.0492	3.3042	1.0552	3.1325	1.0616	2.9521
38	1.0437	3.4935	1.0493	3.3011	1.0553	3.1298	1.0617	2.9489
39	1.0438	3.4901	1.0494	3.2981	1.0554	3.1271	1.0618	2.9457
40	1.0438	3.4867	1.0495	3.2951	1.0555	3.1244	1.0619	2.9425
41	1.0439	3.4833	1.0496	3.2921	1.0556	3.1217	1.0620	2.9393
42	1.0440	3.4799	1.0497	3.2891	1.0557	3.1190	1.0622	2.9361
43	1.0441	3.4765	1.0498	3.2861	1.0558	3.1163	1.0623	2.9329
44	1.0442	3.4732	1.0499	3.2831	1.0559	3.1137	1.0624	2.9297
45	1.0443	3.4698	1.0500	3.2801	1.0560	3.1110	1.0625	2.9265
46	1.0444	3.4665	1.0501	3.2772	1.0561	3.1083	1.0626	2.9233
47	1.0445	3.4632	1.0502	3.2742	1.0562	3.1057	1.0627	2.9201
48	1.0446	3.4598	1.0503	3.2712	1.0563	3.1030	1.0628	2.9169
49	1.0447	3.4565	1.0504	3.2683	1.0565	3.1004	1.0629	2.9137
50	1.0448	3.4532	1.0505	3.2653	1.0566	3.0977	1.0630	2.9105
51	1.0448	3.4498	1.0506	3.2624	1.0567	3.0951	1.0632	2.9073
52	1.0449	3.4465	1.0507	3.2594	1.0568	3.0925	1.0633	2.9041
53	1.0450	3.4432	1.0508	3.2565	1.0569	3.0898	1.0634	2.9009
54	1.0451	3.4399	1.0510	3.2536	1.0570	3.0872	1.0635	2.8977
55	1.0452	3.4366	1.0511	3.2506	1.0571	3.0846	1.0636	2.8945
56	1.0453	3.4334	1.0511	3.2477	1.0572	3.0820	1.0637	2.8913
57	1.0454	3.4301	1.0512	3.2448	1.0573	3.0793	1.0638	2.8881
58	1.0455	3.4268	1.0513	3.2419	1.0574	3.0767	1.0639	2.8849
59	1.0456	3.4236	1.0514	3.2390	1.0575	3.0741	1.0641	2.8817
60	1.0457	3.4203	1.0515	3.2361	1.0576	3.0715	1.0642	2.8785

	20°		21°		22°		23°		
	sec	cosec	sec	cosec	sec	cosec	sec	cosec	
0	1.0642	2.9238	1.0711	2.7904	1.0785	2.6695	1.0864	2.5593	60
1	1.0643	2.9215	1.0713	2.7883	1.0787	2.6675	1.0865	2.5575	59
2	1.0644	2.9191	1.0714	2.7862	1.0788	2.6656	1.0866	2.5558	58
3	1.0645	2.9168	1.0717	2.7841	1.0789	2.6637	1.0867	2.5540	57
4	1.0646	2.9145	1.0716	2.7820	1.0790	2.6618	1.0869	2.5523	56
5	1.0647	2.9122	1.0717	2.7799	1.0792	2.6599	1.0870	2.5506	55
6	1.0648	2.9099	1.0719	2.7778	1.0793	2.6580	1.0872	2.5488	54
7	1.0650	2.9075	1.0720	2.7757	1.0794	2.6561	1.0873	2.5471	53
8	1.0651	2.9052	1.0721	2.7736	1.0795	2.6542	1.0874	2.5453	52
9	1.0652	2.9029	1.0722	2.7715	1.0797	2.6523	1.0876	2.5436	51
10	1.0653	2.9006	1.0723	2.7694	1.0798	2.6504	1.0877	2.5419	50
11	1.0654	2.8983	1.0725	2.7674	1.0799	2.6485	1.0878	2.5402	49
12	1.0655	2.8960	1.0726	2.7653	1.0801	2.6466	1.0880	2.5384	48
13	1.0656	2.8937	1.0727	2.7632	1.0802	2.6447	1.0882	2.5367	47
14	1.0657	2.8914	1.0728	2.7611	1.0803	2.6428	1.0883	2.5350	46
15	1.0659	2.8892	1.0729	2.7591	1.0804	2.6410	1.0884	2.5333	45
16	1.0660	2.8869	1.0731	2.7570	1.0806	2.6391	1.0885	2.5316	44
17	1.0661	2.8846	1.0732	2.7550	1.0807	2.6372	1.0886	2.5299	43
18	1.0662	2.8824	1.0733	2.7529	1.0808	2.6353	1.0888	2.5282	42
19	1.0663	2.8801	1.0734	2.7509	1.0810	2.6335	1.0889	2.5264	41
20	1.0664	2.8778	1.0736	2.7488	1.0811	2.6316	1.0891	2.5247	40
21	1.0666	2.8756	1.0737	2.7468	1.0812	2.6297	1.0892	2.5230	39
22	1.0667	2.8733	1.0738	2.7447	1.0813	2.6279	1.0893	2.5213	38
23	1.0668	2.8711	1.0739	2.7427	1.0815	2.6260	1.0895	2.5196	37
24	1.0669	2.8688	1.0740	2.7406	1.0816	2.6242	1.0896	2.5179	36
25	1.0670	2.8666	1.0742	2.7386	1.0817	2.6223	1.0897	2.5162	35
26	1.0671	2.8644	1.0743	2.7366	1.0819	2.6205	1.0899	2.5146	34
27	1.0673	2.8621	1.0744	2.7346	1.0820	2.6186	1.0900	2.5129	33
28	1.0674	2.8599	1.0745	2.7325	1.0821	2.6168	1.0902	2.5112	32
29	1.0675	2.8577	1.0747	2.7305	1.0823	2.6150	1.0903	2.5095	31
30	1.0676	2.8554	1.0748	2.7285	1.0824	2.6131	1.0904	2.5078	30
31	1.0677	2.8532	1.0749	2.7265	1.0825	2.6113	1.0906	2.5062	29
32	1.0678	2.8510	1.0750	2.7245	1.0826	2.6095	1.0907	2.5048	28
33	1.0679	2.8488	1.0751	2.7225	1.0828	2.6076	1.0908	2.5028	27
34	1.0681	2.8466	1.0753	2.7205	1.0829	2.6058	1.0910	2.5011	26
35	1.0682	2.8444	1.0754	2.7185	1.0830	2.6040	1.0911	2.4995	25
36	1.0683	2.8422	1.0755	2.7165	1.0832	2.6022	1.0913	2.4978	24
37	1.0684	2.8400	1.0756	2.7145	1.0833	2.6003	1.0914	2.4961	23
38	1.0685	2.8378	1.0758	2.7125	1.0834	2.5985	1.0915	2.4945	22
39	1.0686	2.8356	1.0759	2.7105	1.0836	2.5967	1.0917	2.4928	21
40	1.0688	2.8334	1.0760	2.7085	1.0837	2.5949	1.0918	2.4912	20
41	1.0689	2.8312	1.0761	2.7065	1.0838	2.5931	1.0920	2.4895	19
42	1.0690	2.8290	1.0763	2.7045	1.0840	2.5913	1.0921	2.4879	18
43	1.0691	2.8269	1.0764	2.7025	1.0841	2.5895	1.0922	2.4862	17
44	1.0692	2.8247	1.0765	2.7006	1.0842	2.5877	1.0923	2.4846	16
45	1.0694	2.8225	1.0766	2.6986	1.0844	2.5859	1.0925	2.4829	15
46	1.0695	2.8204	1.0768	2.6967	1.0845	2.5841	1.0927	2.4813	14
47	1.0696	2.8182	1.0769	2.6947	1.0846	2.5823	1.0928	2.4797	13
48	1.0697	2.8160	1.0770	2.6927	1.0847	2.5805	1.0929	2.4780	12
49	1.0698	2.8139	1.0771	2.6908	1.0849	2.5787	1.0931	2.4764	11
50	1.0699	2.8117	1.0773	2.6888	1.0850	2.5770	1.0932	2.4748	10
51	1.0701	2.8096	1.0774	2.6869	1.0851	2.5752	1.0934	2.4731	9
52	1.0702	2.8074	1.0775	2.6849	1.0853	2.5734	1.0935	2.4715	8
53	1.0703	2.8053	1.0776	2.6830	1.0854	2.5716	1.0936	2.4699	7
54	1.0704	2.8032	1.0778	2.6810	1.0855	2.5698	1.0938	2.4683	6
55	1.0705	2.8010	1.0779	2.6791	1.0857	2.5681	1.0939	2.4666	5
56	1.0707	2.7989	1.0780	2.6772	1.0858	2.5663	1.0941	2.4650	4
57	1.0708	2.7968	1.0781	2.6752	1.0859	2.5646	1.0942	2.4634	3
58	1.0709	2.7947	1.0783	2.6733	1.0861	2.5628	1.0943	2.4618	2
59	1.0710	2.7925	1.0784	2.6714	1.0862	2.5610	1.0945	2.4602	1
60	1.0711	2.7904	1.0785	2.6695	1.0864	2.5593	1.0946	2.4586	0
cosec	sec	cosec	sec	cosec	sec	cosec	sec	cosec	sec
60°	60°	60°	60°	60°	60°	60°	60°	60°	60°

	24°		25°		26°		27°		
	sec	cosec	sec	cosec	sec	cosec	sec	cosec	
0	1.0946	2.4586	1.1034	2.3662	1.1126	2.2812	1.1223	2.2027	60
1	1.0948	2.4570	1.1035	2.3647	1.1127	2.2798	1.1225	2.2014	59
2	1.0949	2.4554	1.1037	2.3632	1.1129	2.2784	1.1226	2.2002	58
3	1.0951	2.4538	1.1038	2.3618	1.1131	2.2771	1.1228	2.1989	57
4	1.0952	2.4522	1.1039	2.3603	1.1132	2.2757	1.1230	2.1977	56
5	1.0953	2.4506	1.1041	2.3588	1.1134	2.2744	1.1231	2.1964	55
6	1.0955	2.4490	1.1043	2.3574	1.1135	2.2730	1.1233	2.1952	54
7	1.0956	2.4474	1.1044	2.3559	1.1137	2.2717	1.1235	2.1939	53
8	1.0958	2.4458	1.1045	2.3544	1.1139	2.2703	1.1237	2.1927	52
9	1.0959	2.4442	1.1047	2.3530	1.1140	2.2690	1.1238	2.1914	51
10	1.0961	2.4426	1.1049	2.3515	1.1142	2.2676	1.1240	2.1902	50
11	1.0962	2.4411	1.1050	2.3501	1.1143	2.2663	1.1242	2.1889	49
12	1.0963	2.4395	1.1052	2.3486	1.1145	2.2650	1.1243	2.1877	48
13	1.0965	2.4379	1.1053	2.3472	1.1147	2.2636	1.1245	2.1865	47
14	1.0966	2.4363	1.1055	2.3457	1.1148	2.2623	1.1247	2.1852	46
15	1.0968	2.4347	1.1056	2.3443	1.1150	2.2610	1.1248	2.1840	45
16	1.0969	2.4332	1.1058	2.3428	1.1151	2.2596	1.1250	2.1828	44
17	1.0971	2.4316	1.1059	2.3414	1.1153	2.2583	1.1252	2.1815	43
18	1.0972	2.4300	1.1061	2.3399	1.1155	2.2570	1.1253	2.1803	42
19	1.0973	2.4285	1.1062	2.3385	1.1156	2.2556	1.1255	2.1791	41
20	1.0975	2.4269	1.1064	2.3371	1.1158	2.2543	1.1257	2.1778	40
21	1.0976	2.4254	1.1065	2.3356	1.1159	2.2530	1.1258	2.1766	39
22	1.0978	2.4238	1.1067	2.3342	1.1161	2.2517	1.1260	2.1754	38
23	1.0979	2.4222	1.1068	2.3328	1.1163	2.2503	1.1262	2.1742	37
24	1.0981	2.4207	1.1070	2.3313	1.1164	2.2490	1.1264	2.1730	36
25	1.0982	2.4191	1.1072	2.3299	1.1166	2.2477	1.1265	2.1717	35
26	1.0984	2.4176	1.1073	2.3285	1.1167	2.2464	1.1267	2.1705	34
27	1.0985	2.4160	1.1075	2.3271	1.1169	2.2451	1.1269	2.1693	33
28	1.0986	2.4145	1.1076	2.3256	1.1171	2.2438	1.1270	2.1681	32
29	1.0988	2.4130	1.1078	2.3242	1.1172	2.2425	1.1272	2.1669	31
30	1.0989	2.4114	1.1079	2.3228	1.1174	2.2411	1.1274	2.1657	30
31	1.0991	2.4099	1.1081	2.3214	1.1176	2.2398	1.1275	2.1645	29
32	1.0992	2.4083	1.1082	2.3200	1.1177	2.2385	1.1277	2.1633	28
33	1.0994	2.4068	1.1084	2.3186	1.1179	2.2372	1.1279	2.1620	27
34	1.0995	2.4053	1.1085	2.3172	1.1180	2.2359	1.1281	2.1608	26
35	1.0997	2.4037	1.1087	2.3158	1.1182	2.2346	1.1282	2.1596	25
36	1.0998	2.4022	1.1088	2.3143	1.1184	2.2333	1.1284	2.1584	24
37	1.1000	2.4007	1.1090	2.3129	1.1185	2.2320	1.1286	2.1572	23
38	1.1001	2.3992	1.1092	2.3115	1.1187	2.2307	1.1287	2.1560	22
39	1.1003	2.3976	1.1093	2.3101	1.1189	2.2294	1.1289	2.1548	21
40	1.1004	2.3961	1.1095	2.3087	1.1190	2.2282	1.1291	2.1536	20
41	1.1005	2.3946	1.1096	2.3073	1.1192	2.2269	1.1293	2.1525	19
42	1.1007	2.3931	1.1098	2.3059	1.1193	2.2256	1.1294	2.1513	18
43	1.1008	2.3916	1.1099	2.3046	1.1195	2.2243	1.1296	2.1501	17
44	1.1010	2.3901	1.1101	2.3032	1.1197	2.2230	1.1298	2.1489	16
45	1.1011	2.3886	1.1102	2.3018	1.1198	2.2217	1.1299	2.1477	15
46	1.1013	2.3871	1.1103	2.3004	1.1199	2.2204	1.1301	2.1465	14
47	1.1014	2.3856	1.1106	2.2990	1.1202	2.2192	1.1303	2.1453	13
48	1.1016	2.3841	1.1107	2.2976	1.1203	2.2179	1.1305	2.1441	12
49	1.1017	2.3826	1.1109	2.2962	1.1205	2.2166	1.1306	2.1430	11
50	1.1019	2.3811	1.1110	2.2949	1.1207	2.2153	1.1308	2.1418	10
51	1.1020	2.3796	1.1112	2.2935	1.1208	2.2141	1.1310	2.1406	9
52	1.1022	2.3781	1.1113	2.2921	1.1210	2.2128	1.1312	2.1394	8
53	1.1023	2.3766	1.1115	2.2907	1.1212	2.2115	1.1313	2.1382	7
54	1.1025	2.3751	1.1116	2.2894	1.1213	2.2103	1.1315	2.1371	6
55	1.1026	2.3736	1.1118	2.2880	1.1215	2.2090	1.1317	2.1359	5
56	1.1028	2.3721	1.1120	2.2866	1.1217	2.2077	1.1319	2.1347	4
57	1.1029	2.3706	1.1121	2.2853	1.1218	2.2065	1.1320	2.1335	3
58	1.1031	2.3691	1.1123	2.2839	1.1220	2.2052	1.1322	2.1324	2
59	1.1032	2.3677	1.1124	2.2825	1.1222	2.2039	1.1324	2.1312	1
60	1.1034	2.3662	1.1126	2.2812	1.1223	2.2027	1.1326	2.1300	0

cosec	sec	cosec	sec	cosec	sec	cosec	sec	cosec	sec
65°		64°		63°		62°			

	28°		29°		30°		31°		
	sec	cosec	sec	cosec	sec	cosec	sec	cosec	
0	1.1826	2.1300	1.1433	2.0627	1.1547	2.0000	1.1666	1.9416	60
1	1.1827	2.1289	1.1435	2.0616	1.1549	1.9990	1.1668	1.9407	59
2	1.1829	2.1277	1.1437	2.0605	1.1551	1.9980	1.1670	1.9397	58
3	1.1831	2.1266	1.1439	2.0594	1.1553	1.9970	1.1672	1.9388	57
4	1.1833	2.1254	1.1441	2.0583	1.1555	1.9960	1.1674	1.9378	56
5	1.1834	2.1242	1.1443	2.0573	1.1557	1.9950	1.1676	1.9369	55
6	1.1836	2.1231	1.1445	2.0562	1.1559	1.9940	1.1678	1.9360	54
7	1.1838	2.1219	1.1446	2.0551	1.1561	1.9930	1.1681	1.9350	53
8	1.1840	2.1207	1.1448	2.0540	1.1562	1.9920	1.1683	1.9341	52
9	1.1843	2.1196	1.1450	2.0530	1.1564	1.9910	1.1685	1.9332	51
10	1.1845	2.1185	1.1452	2.0519	1.1566	1.9900	1.1687	1.9322	50
11	1.1845	2.1173	1.1454	2.0508	1.1568	1.9890	1.1689	1.9313	49
12	1.1847	2.1162	1.1456	2.0498	1.1570	1.9880	1.1691	1.9304	48
13	1.1848	2.1150	1.1457	2.0487	1.1572	1.9870	1.1693	1.9295	47
14	1.1850	2.1139	1.1459	2.0476	1.1574	1.9860	1.1695	1.9285	46
15	1.1852	2.1127	1.1461	2.0466	1.1576	1.9850	1.1697	1.9276	45
16	1.1854	2.1116	1.1463	2.0455	1.1578	1.9840	1.1699	1.9267	44
17	1.1856	2.1104	1.1465	2.0444	1.1580	1.9830	1.1701	1.9258	43
18	1.1857	2.1093	1.1467	2.0434	1.1582	1.9820	1.1703	1.9248	42
19	1.1859	2.1082	1.1469	2.0423	1.1584	1.9811	1.1705	1.9239	41
20	1.1861	2.1070	1.1471	2.0413	1.1586	1.9801	1.1707	1.9230	40
21	1.1863	2.1059	1.1473	2.0402	1.1588	1.9791	1.1709	1.9221	39
22	1.1865	2.1048	1.1474	2.0392	1.1590	1.9781	1.1712	1.9212	38
23	1.1866	2.1036	1.1476	2.0381	1.1592	1.9771	1.1714	1.9203	37
24	1.1868	2.1025	1.1478	2.0370	1.1594	1.9761	1.1716	1.9193	36
25	1.1870	2.1014	1.1480	2.0360	1.1596	1.9752	1.1718	1.9184	35
26	1.1872	2.1002	1.1482	2.0349	1.1598	1.9742	1.1720	1.9175	34
27	1.1873	2.0991	1.1484	2.0339	1.1600	1.9732	1.1722	1.9166	33
28	1.1875	2.0980	1.1486	2.0329	1.1602	1.9722	1.1724	1.9157	32
29	1.1877	2.0969	1.1488	2.0318	1.1604	1.9713	1.1726	1.9148	31
30	1.1879	2.0957	1.1489	2.0308	1.1606	1.9703	1.1728	1.9139	30
31	1.1881	2.0946	1.1491	2.0297	1.1608	1.9693	1.1730	1.9130	29
32	1.1882	2.0935	1.1493	2.0287	1.1610	1.9683	1.1732	1.9121	28
33	1.1884	2.0924	1.1495	2.0276	1.1612	1.9674	1.1734	1.9112	27
34	1.1886	2.0912	1.1497	2.0265	1.1614	1.9664	1.1737	1.9102	26
35	1.1888	2.0901	1.1499	2.0255	1.1616	1.9655	1.1739	1.9093	25
36	1.1890	2.0890	1.1501	2.0245	1.1618	1.9645	1.1741	1.9084	24
37	1.1891	2.0879	1.1503	2.0235	1.1620	1.9635	1.1743	1.9075	23
38	1.1893	2.0868	1.1505	2.0224	1.1622	1.9625	1.1745	1.9066	22
39	1.1895	2.0857	1.1507	2.0214	1.1624	1.9615	1.1747	1.9057	21
40	1.1897	2.0846	1.1508	2.0204	1.1626	1.9606	1.1749	1.9048	20
41	1.1899	2.0835	1.1510	2.0194	1.1628	1.9596	1.1751	1.9039	19
42	1.1901	2.0824	1.1512	2.0183	1.1630	1.9587	1.1753	1.9030	18
43	1.1902	2.0812	1.1514	2.0173	1.1632	1.9577	1.1756	1.9021	17
44	1.1904	2.0801	1.1516	2.0163	1.1634	1.9568	1.1758	1.9013	16
45	1.1906	2.0790	1.1518	2.0152	1.1636	1.9558	1.1760	1.9004	15
46	1.1908	2.0779	1.1520	2.0142	1.1638	1.9549	1.1762	1.8995	14
47	1.1910	2.0768	1.1522	2.0132	1.1640	1.9539	1.1764	1.8986	13
48	1.1911	2.0757	1.1524	2.0122	1.1642	1.9530	1.1766	1.8977	12
49	1.1913	2.0746	1.1526	2.0111	1.1644	1.9520	1.1768	1.8968	11
50	1.1915	2.0735	1.1528	2.0101	1.1646	1.9510	1.1770	1.8959	10
51	1.1917	2.0725	1.1530	2.0091	1.1648	1.9501	1.1772	1.8950	9
52	1.1919	2.0714	1.1531	2.0081	1.1650	1.9491	1.1775	1.8941	8
53	1.1921	2.0703	1.1533	2.0071	1.1652	1.9482	1.1777	1.8932	7
54	1.1922	2.0692	1.1534	2.0061	1.1654	1.9472	1.1779	1.8923	6
55	1.1924	2.0681	1.1537	2.0050	1.1656	1.9463	1.1781	1.8915	5
56	1.1926	2.0670	1.1539	2.0040	1.1658	1.9454	1.1783	1.8906	4
57	1.1928	2.0659	1.1541	2.0030	1.1660	1.9444	1.1785	1.8897	3
58	1.1929	2.0648	1.1544	2.0020	1.1662	1.9435	1.1787	1.8888	2
59	1.1932	2.0637	1.1545	2.0010	1.1664	1.9425	1.1790	1.8879	1
60	1.1933	2.0627	1.1547	2.0000	1.1666	1.9416	1.1792	1.8871	0

	32°		33°		34°		35°		
	SEC	COSEC	SEC	COSEC	SEC	COSEC	SEC	COSEC	
0	1.1792	1.8871	1.1924	1.8361	1.2062	1.7883	1.2208	1.7434	60
1	1.1794	1.8862	1.1926	1.8352	1.2064	1.7875	1.2210	1.7427	59
2	1.1796	1.8853	1.1928	1.8343	1.2066	1.7867	1.2212	1.7420	58
3	1.1798	1.8844	1.1930	1.8336	1.2069	1.7860	1.2215	1.7413	57
4	1.1800	1.8836	1.1933	1.8328	1.2072	1.7852	1.2218	1.7405	56
5	1.1802	1.8827	1.1935	1.8320	1.2074	1.7844	1.2220	1.7398	55
6	1.1805	1.8819	1.1938	1.8312	1.2077	1.7837	1.2223	1.7391	54
7	1.1807	1.8809	1.1939	1.8303	1.2079	1.7829	1.2225	1.7384	53
8	1.1809	1.8801	1.1942	1.8295	1.2081	1.7821	1.2228	1.7377	52
9	1.1811	1.8792	1.1944	1.8287	1.2083	1.7814	1.2230	1.7369	51
10	1.1813	1.8783	1.1946	1.8279	1.2086	1.7806	1.2233	1.7362	50
11	1.1815	1.8775	1.1948	1.8271	1.2088	1.7798	1.2235	1.7355	49
12	1.1818	1.8766	1.1951	1.8263	1.2091	1.7791	1.2238	1.7348	48
13	1.1820	1.8757	1.1953	1.8255	1.2093	1.7783	1.2240	1.7341	47
14	1.1822	1.8749	1.1955	1.8246	1.2095	1.7776	1.2243	1.7334	46
15	1.1824	1.8740	1.1958	1.8238	1.2098	1.7768	1.2245	1.7327	45
16	1.1826	1.8731	1.1960	1.8230	1.2100	1.7760	1.2248	1.7319	44
17	1.1828	1.8723	1.1962	1.8222	1.2103	1.7753	1.2250	1.7312	43
18	1.1831	1.8714	1.1964	1.8214	1.2105	1.7745	1.2253	1.7305	42
19	1.1833	1.8706	1.1967	1.8206	1.2107	1.7738	1.2255	1.7298	41
20	1.1835	1.8697	1.1969	1.8198	1.2110	1.7730	1.2258	1.7291	40
21	1.1837	1.8688	1.1971	1.8190	1.2112	1.7723	1.2260	1.7284	39
22	1.1839	1.8680	1.1974	1.8182	1.2115	1.7715	1.2263	1.7277	38
23	1.1841	1.8671	1.1976	1.8174	1.2117	1.7708	1.2265	1.7270	37
24	1.1844	1.8663	1.1978	1.8166	1.2119	1.7700	1.2268	1.7263	36
25	1.1846	1.8654	1.1980	1.8158	1.2122	1.7693	1.2270	1.7256	35
26	1.1848	1.8646	1.1983	1.8150	1.2124	1.7685	1.2273	1.7249	34
27	1.1850	1.8637	1.1985	1.8142	1.2127	1.7678	1.2276	1.7242	33
28	1.1852	1.8629	1.1987	1.8134	1.2129	1.7670	1.2278	1.7234	32
29	1.1855	1.8620	1.1990	1.8126	1.2132	1.7663	1.2281	1.7227	31
30	1.1857	1.8611	1.1992	1.8118	1.2134	1.7655	1.2283	1.7220	30
31	1.1859	1.8603	1.1994	1.8110	1.2136	1.7648	1.2286	1.7213	29
32	1.1861	1.8595	1.1997	1.8102	1.2139	1.7640	1.2288	1.7206	28
33	1.1863	1.8586	1.1999	1.8094	1.2141	1.7633	1.2291	1.7199	27
34	1.1866	1.8578	1.2001	1.8086	1.2144	1.7625	1.2293	1.7192	26
35	1.1868	1.8569	1.2003	1.8078	1.2146	1.7618	1.2296	1.7185	25
36	1.1870	1.8561	1.2006	1.8070	1.2149	1.7610	1.2298	1.7178	24
37	1.1872	1.8552	1.2008	1.8062	1.2151	1.7603	1.2301	1.7171	23
38	1.1874	1.8544	1.2010	1.8054	1.2153	1.7596	1.2304	1.7164	22
39	1.1877	1.8535	1.2013	1.8047	1.2156	1.7588	1.2306	1.7157	21
40	1.1879	1.8527	1.2015	1.8039	1.2158	1.7581	1.2309	1.7150	20
41	1.1881	1.8519	1.2017	1.8031	1.2161	1.7573	1.2311	1.7144	19
42	1.1883	1.8510	1.2020	1.8023	1.2163	1.7566	1.2314	1.7137	18
43	1.1886	1.8502	1.2022	1.8015	1.2165	1.7559	1.2316	1.7130	17
44	1.1888	1.8493	1.2024	1.8007	1.2168	1.7551	1.2319	1.7123	16
45	1.1890	1.8485	1.2027	1.7999	1.2171	1.7544	1.2322	1.7116	15
46	1.1892	1.8477	1.2029	1.7991	1.2173	1.7537	1.2324	1.7109	14
47	1.1894	1.8469	1.2031	1.7984	1.2175	1.7529	1.2327	1.7102	13
48	1.1897	1.8460	1.2034	1.7976	1.2178	1.7522	1.2329	1.7095	12
49	1.1899	1.8452	1.2036	1.7968	1.2180	1.7514	1.2332	1.7088	11
50	1.1901	1.8443	1.2039	1.7960	1.2183	1.7507	1.2335	1.7081	10
51	1.1903	1.8435	1.2041	1.7953	1.2185	1.7500	1.2337	1.7075	9
52	1.1906	1.8427	1.2043	1.7945	1.2188	1.7493	1.2340	1.7068	8
53	1.1908	1.8418	1.2046	1.7937	1.2190	1.7485	1.2342	1.7061	7
54	1.1910	1.8410	1.2048	1.7929	1.2193	1.7478	1.2345	1.7054	6
55	1.1912	1.8402	1.2050	1.7921	1.2195	1.7471	1.2348	1.7047	5
56	1.1915	1.8394	1.2053	1.7914	1.2198	1.7463	1.2350	1.7040	4
57	1.1917	1.8385	1.2055	1.7906	1.2200	1.7456	1.2353	1.7033	3
58	1.1919	1.8377	1.2057	1.7898	1.2203	1.7449	1.2355	1.7027	2
59	1.1921	1.8369	1.2060	1.7891	1.2205	1.7442	1.2358	1.7020	1
60	1.1924	1.8361	1.2062	1.7883	1.2208	1.7434	1.2361	1.7013	0
	COSEC	SEC	COSEC	SEC	COSEC	SEC	COSEC	SEC	
	57°	SEC	COSEC	56°	SEC	COSEC	55°	SEC	54°

	36°		37°		38°		39°		
	SEC	COSEC	SEC	COSEC	SEC	COSEC	SEC	COSEC	
0	1.2361	1.7013	1.2521	1.6616	1.2690	1.6243	1.2867	1.5890	60
1	1.2363	1.7006	1.2524	1.6610	1.2693	1.6237	1.2871	1.5884	59
2	1.2366	1.6999	1.2527	1.6603	1.2696	1.6231	1.2874	1.5879	58
3	1.2368	1.6993	1.2530	1.6597	1.2699	1.6224	1.2877	1.5873	57
4	1.2371	1.6986	1.2533	1.6591	1.2702	1.6218	1.2880	1.5867	56
5	1.2374	1.6979	1.2535	1.6584	1.2705	1.6212	1.2883	1.5862	55
6	1.2376	1.6972	1.2538	1.6578	1.2707	1.6206	1.2886	1.5856	54
7	1.2379	1.6965	1.2541	1.6572	1.2710	1.6200	1.2889	1.5850	53
8	1.2382	1.6959	1.2543	1.6565	1.2713	1.6194	1.2892	1.5845	52
9	1.2384	1.6952	1.2546	1.6559	1.2716	1.6188	1.2895	1.5839	51
10	1.2387	1.6945	1.2549	1.6552	1.2719	1.6182	1.2898	1.5833	50
11	1.2389	1.6938	1.2552	1.6546	1.2722	1.6176	1.2901	1.5828	49
12	1.2392	1.6932	1.2554	1.6540	1.2725	1.6170	1.2904	1.5822	48
13	1.2395	1.6925	1.2557	1.6533	1.2728	1.6164	1.2907	1.5816	47
14	1.2397	1.6918	1.2560	1.6527	1.2731	1.6159	1.2910	1.5811	46
15	1.2400	1.6912	1.2563	1.6521	1.2734	1.6153	1.2913	1.5805	45
16	1.2403	1.6905	1.2565	1.6514	1.2737	1.6147	1.2916	1.5799	44
17	1.2405	1.6898	1.2568	1.6508	1.2739	1.6141	1.2919	1.5794	43
18	1.2408	1.6891	1.2571	1.6502	1.2742	1.6135	1.2922	1.5788	42
19	1.2411	1.6885	1.2574	1.6496	1.2745	1.6129	1.2925	1.5783	41
20	1.2413	1.6878	1.2577	1.6489	1.2748	1.6123	1.2929	1.5777	40
21	1.2416	1.6871	1.2579	1.6483	1.2751	1.6117	1.2932	1.5771	39
22	1.2419	1.6865	1.2582	1.6477	1.2754	1.6111	1.2935	1.5766	38
23	1.2421	1.6858	1.2585	1.6470	1.2757	1.6105	1.2938	1.5761	37
24	1.2424	1.6851	1.2588	1.6464	1.2760	1.6099	1.2941	1.5755	36
25	1.2427	1.6845	1.2591	1.6458	1.2763	1.6093	1.2944	1.5749	35
26	1.2429	1.6838	1.2593	1.6452	1.2766	1.6087	1.2947	1.5743	34
27	1.2432	1.6831	1.2596	1.6445	1.2769	1.6081	1.2950	1.5738	33
28	1.2435	1.6825	1.2599	1.6439	1.2772	1.6075	1.2953	1.5732	32
29	1.2437	1.6818	1.2602	1.6433	1.2775	1.6070	1.2956	1.5727	31
30	1.2440	1.6812	1.2605	1.6427	1.2778	1.6064	1.2960	1.5721	30
31	1.2443	1.6805	1.2607	1.6420	1.2781	1.6058	1.2963	1.5716	29
32	1.2445	1.6798	1.2610	1.6414	1.2784	1.6052	1.2966	1.5710	28
33	1.2448	1.6792	1.2613	1.6408	1.2787	1.6046	1.2969	1.5705	27
34	1.2451	1.6785	1.2616	1.6402	1.2790	1.6040	1.2972	1.5699	26
35	1.2453	1.6779	1.2619	1.6396	1.2793	1.6034	1.2975	1.5694	25
36	1.2456	1.6772	1.2622	1.6389	1.2795	1.6029	1.2978	1.5688	24
37	1.2459	1.6766	1.2624	1.6383	1.2798	1.6023	1.2981	1.5683	23
38	1.2461	1.6759	1.2627	1.6377	1.2801	1.6017	1.2984	1.5677	22
39	1.2464	1.6752	1.2630	1.6371	1.2804	1.6011	1.2988	1.5672	21
40	1.2467	1.6746	1.2633	1.6365	1.2807	1.6005	1.2991	1.5666	20
41	1.2470	1.6739	1.2636	1.6359	1.2810	1.6000	1.2994	1.5661	19
42	1.2472	1.6733	1.2639	1.6352	1.2813	1.5994	1.2997	1.5655	18
43	1.2475	1.6726	1.2641	1.6346	1.2816	1.5988	1.3000	1.5650	17
44	1.2478	1.6720	1.2644	1.6340	1.2819	1.5982	1.3003	1.5644	16
45	1.2480	1.6713	1.2647	1.6334	1.2822	1.5976	1.3006	1.5639	15
46	1.2483	1.6707	1.2650	1.6328	1.2825	1.5971	1.3010	1.5633	14
47	1.2486	1.6700	1.2653	1.6322	1.2828	1.5965	1.3013	1.5628	13
48	1.2488	1.6694	1.2656	1.6316	1.2831	1.5959	1.3016	1.5622	12
49	1.2490	1.6687	1.2659	1.6309	1.2834	1.5953	1.3019	1.5617	11
50	1.2494	1.6681	1.2661	1.6303	1.2837	1.5947	1.3022	1.5611	10
51	1.2497	1.6674	1.2664	1.6297	1.2840	1.5942	1.3025	1.5606	9
52	1.2499	1.6668	1.2667	1.6291	1.2843	1.5936	1.3029	1.5600	8
53	1.2502	1.6661	1.2670	1.6285	1.2846	1.5930	1.3032	1.5595	7
54	1.2505	1.6655	1.2673	1.6279	1.2849	1.5924	1.3035	1.5590	6
55	1.2508	1.6648	1.2676	1.6273	1.2852	1.5919	1.3038	1.5584	5
56	1.2510	1.6642	1.2679	1.6267	1.2855	1.5913	1.3041	1.5579	4
57	1.2513	1.6635	1.2681	1.6261	1.2858	1.5907	1.3044	1.5573	3
58	1.2516	1.6629	1.2684	1.6255	1.2861	1.5901	1.3048	1.5568	2
59	1.2519	1.6623	1.2687	1.6249	1.2864	1.5896	1.3051	1.5563	1
60	1.2521	1.6616	1.2690	1.6243	1.2867	1.5890	1.3054	1.5557	0
	COSEC	SEC	COSEC	SEC	COSEC	SEC	COSEC	SEC	
	53°		52°		51°		50°		

	40°		41°		42°		43°		
	sec	cosec	sec	cosec	sec	cosec	sec	cosec	
0	1.3054	1.5557	1.3250	1.5242	1.3456	1.4945	1.3673	1.4663	60
1	1.3057	1.5552	1.3253	1.5237	1.3460	1.4940	1.3677	1.4658	59
2	1.3060	1.5546	1.3257	1.5232	1.3463	1.4935	1.3681	1.4654	58
3	1.3064	1.5541	1.3261	1.5227	1.3467	1.4930	1.3684	1.4649	57
4	1.3067	1.5535	1.3265	1.5222	1.3470	1.4925	1.3688	1.4644	56
5	1.3070	1.5530	1.3267	1.5217	1.3474	1.4921	1.3692	1.4640	55
6	1.3073	1.5525	1.3270	1.5212	1.3477	1.4916	1.3695	1.4635	54
7	1.3076	1.5520	1.3274	1.5207	1.3481	1.4911	1.3699	1.4631	53
8	1.3080	1.5514	1.3277	1.5202	1.3485	1.4906	1.3703	1.4626	52
9	1.3083	1.5509	1.3280	1.5197	1.3488	1.4901	1.3707	1.4622	51
10	1.3086	1.5503	1.3284	1.5192	1.3492	1.4897	1.3710	1.4617	50
11	1.3089	1.5498	1.3287	1.5187	1.3495	1.4892	1.3714	1.4613	49
12	1.3092	1.5493	1.3290	1.5182	1.3499	1.4887	1.3718	1.4608	48
13	1.3096	1.5487	1.3294	1.5177	1.3502	1.4882	1.3722	1.4604	47
14	1.3099	1.5482	1.3297	1.5171	1.3506	1.4877	1.3725	1.4599	46
15	1.3102	1.5476	1.3301	1.5166	1.3509	1.4873	1.3729	1.4595	45
16	1.3105	1.5471	1.3304	1.5161	1.3513	1.4868	1.3733	1.4590	44
17	1.3109	1.5466	1.3307	1.5156	1.3517	1.4863	1.3737	1.4586	43
18	1.3112	1.5461	1.3311	1.5151	1.3520	1.4858	1.3740	1.4581	42
19	1.3115	1.5456	1.3314	1.5146	1.3524	1.4854	1.3744	1.4577	41
20	1.3118	1.5450	1.3318	1.5141	1.3527	1.4849	1.3748	1.4572	40
21	1.3121	1.5445	1.3321	1.5136	1.3531	1.4844	1.3752	1.4568	39
22	1.3125	1.5440	1.3324	1.5131	1.3534	1.4839	1.3755	1.4563	38
23	1.3128	1.5434	1.3328	1.5126	1.3538	1.4835	1.3759	1.4559	37
24	1.3131	1.5429	1.3331	1.5121	1.3542	1.4830	1.3763	1.4554	36
25	1.3134	1.5424	1.3335	1.5116	1.3545	1.4825	1.3767	1.4550	35
26	1.3138	1.5419	1.3338	1.5111	1.3549	1.4821	1.3771	1.4545	34
27	1.3141	1.5413	1.3342	1.5106	1.3552	1.4816	1.3774	1.4541	33
28	1.3144	1.5408	1.3345	1.5101	1.3556	1.4811	1.3778	1.4536	32
29	1.3148	1.5403	1.3348	1.5096	1.3560	1.4806	1.3782	1.4532	31
30	1.3151	1.5398	1.3352	1.5092	1.3563	1.4802	1.3786	1.4527	30
31	1.3154	1.5392	1.3355	1.5087	1.3567	1.4797	1.3790	1.4523	29
32	1.3157	1.5387	1.3359	1.5082	1.3571	1.4792	1.3794	1.4518	28
33	1.3161	1.5382	1.3362	1.5077	1.3574	1.4788	1.3797	1.4514	27
34	1.3164	1.5376	1.3366	1.5072	1.3578	1.4783	1.3801	1.4510	26
35	1.3167	1.5371	1.3369	1.5067	1.3581	1.4778	1.3805	1.4505	25
36	1.3170	1.5366	1.3372	1.5062	1.3585	1.4773	1.3809	1.4501	24
37	1.3174	1.5361	1.3376	1.5057	1.3589	1.4769	1.3813	1.4496	23
38	1.3177	1.5356	1.3379	1.5052	1.3592	1.4764	1.3816	1.4492	22
39	1.3180	1.5351	1.3383	1.5047	1.3596	1.4760	1.3820	1.4487	21
40	1.3184	1.5345	1.3386	1.5042	1.3600	1.4755	1.3824	1.4483	20
41	1.3187	1.5340	1.3390	1.5037	1.3603	1.4750	1.3828	1.4479	19
42	1.3190	1.5335	1.3393	1.5032	1.3607	1.4746	1.3832	1.4474	18
43	1.3193	1.5330	1.3397	1.5027	1.3611	1.4741	1.3836	1.4470	17
44	1.3197	1.5325	1.3400	1.5022	1.3614	1.4736	1.3839	1.4465	16
45	1.3200	1.5319	1.3404	1.5017	1.3618	1.4732	1.3843	1.4461	15
46	1.3203	1.5314	1.3407	1.5013	1.3622	1.4727	1.3847	1.4457	14
47	1.3207	1.5309	1.3411	1.5008	1.3625	1.4723	1.3851	1.4452	13
48	1.3210	1.5304	1.3414	1.5003	1.3629	1.4718	1.3855	1.4448	12
49	1.3213	1.5298	1.3418	1.4998	1.3633	1.4713	1.3859	1.4443	11
50	1.3217	1.5294	1.3421	1.4993	1.3636	1.4709	1.3863	1.4439	10
51	1.3220	1.5289	1.3425	1.4988	1.3640	1.4704	1.3867	1.4435	9
52	1.3223	1.5283	1.3428	1.4983	1.3644	1.4699	1.3870	1.4430	8
53	1.3227	1.5278	1.3432	1.4979	1.3647	1.4695	1.3874	1.4426	7
54	1.3230	1.5273	1.3435	1.4974	1.3651	1.4690	1.3878	1.4422	6
55	1.3233	1.5268	1.3439	1.4969	1.3655	1.4686	1.3882	1.4417	5
56	1.3237	1.5263	1.3442	1.4964	1.3658	1.4681	1.3886	1.4413	4
57	1.3240	1.5258	1.3446	1.4959	1.3662	1.4676	1.3890	1.4408	3
58	1.3243	1.5253	1.3449	1.4954	1.3666	1.4672	1.3894	1.4404	2
59	1.3247	1.5248	1.3453	1.4949	1.3669	1.4667	1.3898	1.4400	1
60	1.3250	1.5242	1.3456	1.4945	1.3673	1.4663	1.3902	1.4395	0
	cosec	sec	cosec	sec	cosec	sec	cosec	sec	

	44°		44°		44°		
	sec	cosec	sec	cosec	sec	cosec	
0	1.3902	1.4395	60	21	1.3984	1.4305	39
1	1.3905	1.4391	59	22	1.3988	1.4301	38
2	1.3909	1.4387	58	23	1.3992	1.4297	37
3	1.3913	1.4382	57	24	1.3996	1.4292	36
4	1.3917	1.4378	56	25	1.4000	1.4288	35
5	1.3921	1.4374	55	26	1.4004	1.4284	34
6	1.3925	1.4370	54	27	1.4008	1.4280	33
7	1.3929	1.4365	53	28	1.4012	1.4276	32
8	1.3933	1.4361	52	29	1.4016	1.4271	31
9	1.3937	1.4357	51	30	1.4020	1.4267	30
10	1.3941	1.4352	50	31	1.4024	1.4263	29
11	1.3945	1.4348	49	32	1.4028	1.4259	28
12	1.3949	1.4344	48	33	1.4032	1.4254	27
13	1.3953	1.4339	47	34	1.4036	1.4250	26
14	1.3957	1.4335	46	35	1.4040	1.4246	25
15	1.3960	1.4331	45	36	1.4044	1.4242	24
16	1.3964	1.4327	44	37	1.4048	1.4238	23
17	1.3968	1.4322	43	38	1.4052	1.4233	22
18	1.3972	1.4318	42	39	1.4056	1.4229	21
19	1.3976	1.4314	41	40	1.4060	1.4225	20
20	1.3980	1.4310	40				
	cosec	sec	cosec	sec	cosec	sec	

**Equivalencia de minutos  
y segundos en partes  
decimales de grado**

**Equivalencia de partes  
decimales de grado  
en minutos y segundos**

0'	0° 0000	0"	0° 0000
1	0167	1	0003
2	0333	2	0006
3	05	3	0008
4	0667	4	0011
5	0833	5	0014
6	10	6	0017
7	1167	7	0019
8	1333	8	0022
9	15	9	0025
10'	0° 1667	10"	0° 0028
11	1833	11	0031
12	20	12	0034
13	2167	13	0036
14	2333	14	0039
15'	25	15"	0042
16	2667	16	0044
17	2833	17	0047
18	30	18	005
19	3167	19	0053
20'	0° 3333	20"	0° 0056
21	35	21	0058
22	3667	22	0061
23	3833	23	0064
24	40	24	0067
25'	4167	25"	0069
26	4333	26	0072
27	45	27	0075
28	4667	28	0078
29	4833	29	0081
30'	0° 50	30"	0° 0083
31	5167	31	0086
32	5333	32	0089
33	55	33	0092
34	5667	34	0094
35'	5833	35"	0097
36	60	36	01
37	6167	37	0103
38	6333	38	0106
39	65	39	0108
40'	0° 6667	40"	0° 0111
41	6833	41	0114
42	70	42	0117
43	7167	43	0119
44	7333	44	0122
45'	75	45"	0125
46	7667	46	0128
47	7833	47	0131
48	80	48	0133
49	8167	49	0136
50'	0° 8333	50"	0° 0139
51	85	51	0142
52	8667	52	0144
53	8833	53	0147
54	90	54	015
55'	9167	55"	0153
56	9333	56	0156
57	95	57	0158
58	9667	58	0161
59	9833	59	0164
60'	1° 00	60"	0° 0167

0° 00	0'	0° 50	30'
1	0° 36"	1	30° 36"
2	1° 12"	2	31° 12"
3	1° 48"	3	31° 48"
4	2° 24"	4	32° 24"
0° 05	3'	0° 55	33'
6	3° 36"	6	33° 36"
7	4° 12"	7	34° 12"
8	4° 48"	8	34° 48"
9	5° 24"	9	35° 24"
0° 10	6'	0° 60	36'
11	6° 36"	11	36° 36"
12	7° 12"	12	37° 12"
13	7° 48"	13	37° 48"
14	8° 24"	14	38° 24"
0° 15	9'	0° 65	39'
16	9° 36"	16	39° 36"
17	10° 12"	17	40° 12"
18	10° 48"	18	40° 48"
19	11° 24"	19	41° 24"
0° 20	12'	0° 70	42'
21	12° 36"	21	42° 36"
22	13° 12"	22	43° 12"
23	13° 48"	23	43° 48"
24	14° 24"	24	44° 24"
0° 25	15'	0° 75	45'
26	15° 36"	26	45° 36"
27	16° 12"	27	46° 12"
28	16° 48"	28	46° 48"
29	17° 24"	29	47° 24"
0° 30	18'	0° 80	48'
31	18° 36"	31	48° 36"
32	19° 12"	32	49° 12"
33	19° 48"	33	49° 48"
34	20° 24"	34	50° 24"
0° 35	21'	0° 85	51'
36	21° 36"	36	51° 36"
37	22° 12"	37	52° 12"
38	22° 48"	38	52° 48"
39	23° 24"	39	53° 24"
0° 40	24'	0° 90	54'
41	24° 36"	41	54° 36"
42	25° 12"	42	55° 12"
43	25° 48"	43	55° 48"
44	26° 24"	44	56° 24"
0° 45	27'	0° 95	57'
46	27° 36"	46	57° 36"
47	28° 12"	47	58° 12"
48	28° 48"	48	58° 48"
49	29° 24"	49	59° 24"
0° 50	30'	1° 00	60'

0° 000	0° 0
1	3° 6
2	7° 2
3	10° 8
4	14° 4
0° 005	18°
6	21° 6
7	25° 2
8	28° 8
9	32° 4
0° 010	36°

**ARCOS, FLECHAS Y CUERDAS  
PARA RADIO=1**

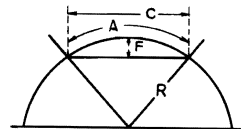
Angulo	Arcos	Flechas	Cuerdas	Angulo	Arcos	Flechas	Cuerdas
1°	0.0175	0.00004	0.0175	46°	0.8029	0.0795	0.7815
2	0.0349	0.00015	0.0349	47	0.8203	0.0829	0.7975
3	0.0524	0.00034	0.0524	48	0.8378	0.0865	0.8135
4	0.0698	0.00061	0.0698	49	0.8552	0.0903	0.8294
5	0.0873	0.00095	0.0873	50	0.8727	0.0937	0.8452
6	0.1047	0.00137	0.1047	51	0.8901	0.0974	0.8610
7	0.1222	0.00187	0.1221	52	0.9076	0.1012	0.8767
8	0.1396	0.00244	0.1395	53	0.9250	0.1051	0.8924
9	0.1571	0.00308	0.1569	54	0.9425	0.1090	0.9080
10	0.1745	0.00381	0.1743	55	0.9599	0.1130	0.9235
11	0.1920	0.00460	0.1917	56	0.9774	0.1171	0.9389
12	0.2094	0.00548	0.2091	57	0.9948	0.1212	0.9543
13	0.2269	0.00643	0.2264	58	1.0123	0.1254	0.9695
14	0.2443	0.00745	0.2437	59	1.0297	0.1296	0.9848
15	0.2618	0.00856	0.2611	60	1.0472	0.1340	1.0000
16	0.2793	0.00973	0.2783	61	1.0647	0.1384	1.0151
17	0.2967	0.01098	0.2956	62	1.0821	0.1428	1.0301
18	0.3142	0.01231	0.3129	63	1.0996	0.1474	1.0450
19	0.3316	0.01371	0.3301	64	1.1170	0.1520	1.0598
20	0.3491	0.01519	0.3473	65	1.1345	0.1566	1.0746
21	0.3665	0.01675	0.3645	66	1.1519	0.1613	1.0893
22	0.3840	0.01837	0.3816	67	1.1694	0.1661	1.1039
23	0.4014	0.02008	0.3987	68	1.1868	0.1710	1.1184
24	0.4189	0.02185	0.4158	69	1.2043	0.1759	1.1328
25	0.4363	0.02370	0.4329	70	1.2217	0.1808	1.1472
26	0.4538	0.02563	0.4499	71	1.2392	0.1859	1.1614
27	0.4712	0.02763	0.4669	72	1.2566	0.1910	1.1756
28	0.4887	0.02969	0.4838	73	1.2741	0.1961	1.1896
29	0.5061	0.03185	0.5008	74	1.2915	0.2014	1.2036
30	0.5236	0.03407	0.5176	75	1.3090	0.2066	1.2175
31	0.5411	0.03637	0.5345	76	1.3265	0.2120	1.2313
32	0.5585	0.03874	0.5512	77	1.3439	0.2174	1.2450
33	0.5760	0.04118	0.5680	78	1.3614	0.2229	1.2586
34	0.5934	0.04370	0.5847	79	1.3788	0.2284	1.2722
35	0.6109	0.04628	0.6014	80	1.3963	0.2340	1.2856
36	0.6283	0.04894	0.6180	81	1.4137	0.2396	1.2989
37	0.6458	0.05168	0.6346	82	1.4312	0.2453	1.3121
38	0.6632	0.05448	0.6511	83	1.4486	0.2510	1.3252
39	0.6807	0.05736	0.6676	84	1.4661	0.2569	1.3383
40	0.6981	0.06031	0.6840	85	1.4835	0.2627	1.3512
41	0.7156	0.06333	0.7004	86	1.5010	0.2686	1.3640
42	0.7330	0.06642	0.7167	87	1.5184	0.2746	1.3767
43	0.7505	0.06958	0.7330	88	1.5359	0.2807	1.3893
44	0.7679	0.07281	0.7492	89	1.5533	0.2867	1.4018
45	0.7854	0.07612	0.7654	90	1.5708	0.2929	1.4142

# ARCOS, FLECHAS Y CUERDAS PARA RADIO=1

Angulo	Arcos	Flechas	Cuerdas	Angulo	Arcos	Flechas	Cuerdas
91°	1.5882	0.2991	1.4265	136°	2.3736	0.6254	1.8544
92	1.6057	0.3053	1.4387	137	2.3911	0.6335	1.8608
93	1.6232	0.3116	1.4507	138	2.4086	0.6416	1.8672
94	1.6406	0.3180	1.4627	139	2.4260	0.6498	1.8733
95	1.6580	0.3244	1.4746	140	2.4435	0.6580	1.8794
96	1.6755	0.3309	1.4863	141	2.4609	0.6662	1.8853
97	1.6930	0.3374	1.4979	142	2.4784	0.6744	1.8910
98	1.7104	0.3439	1.5094	143	2.4958	0.6827	1.8966
99	1.7279	0.3506	1.5208	144	2.5133	0.6910	1.9021
100	1.7453	0.3572	1.5321	145	2.5307	0.6993	1.9074
101	1.7628	0.3639	1.5432	146	2.5482	0.7076	1.9126
102	1.7802	0.3707	1.5543	147	2.5656	0.7160	1.9176
103	1.7977	0.3775	1.5652	148	2.5831	0.7244	1.9225
104	1.8151	0.3843	1.5760	149	2.6005	0.7328	1.9273
105	1.8326	0.3912	1.5867	150	2.6180	0.7412	1.9319
106	1.8500	0.3982	1.5973	151	2.6354	0.7496	1.9363
107	1.8675	0.4052	1.6077	152	2.6529	0.7581	1.9406
108	1.8850	0.4122	1.6180	153	2.6704	0.7666	1.9447
109	1.9024	0.4193	1.6282	154	2.6878	0.7750	1.9487
110	1.9199	0.4264	1.6383	155	2.7053	0.7836	1.9526
111	1.9373	0.4336	1.6483	156	2.7227	0.7921	1.9563
112	1.9548	0.4408	1.6581	157	2.7402	0.8006	1.9598
113	1.9722	0.4481	1.6678	158	2.7576	0.8092	1.9632
114	1.9897	0.4554	1.6773	159	2.7751	0.8178	1.9665
115	2.0071	0.4627	1.6868	160	2.7925	0.8264	1.9696
116	2.0246	0.4701	1.6961	161	2.8100	0.8350	1.9726
117	2.0420	0.4775	1.7053	162	2.8274	0.8436	1.9754
118	2.0595	0.4850	1.7143	163	2.8449	0.8522	1.9780
119	2.0769	0.4925	1.7233	164	2.8623	0.8608	1.9805
120	2.0944	0.5000	1.7321	165	2.8798	0.8695	1.9829
121	2.1118	0.5076	1.7407	166	2.8972	0.8781	1.9851
122	2.1293	0.5152	1.7492	167	2.9147	0.8868	1.9871
123	2.1468	0.5228	1.7576	168	2.9322	0.8955	1.9890
124	2.1642	0.5305	1.7659	169	2.9496	0.9042	1.9908
125	2.1817	0.5383	1.7740	170	2.9671	0.9128	1.9924
126	2.1991	0.5460	1.7820	171	2.9845	0.9215	1.9938
127	2.2166	0.5538	1.7899	172	3.0020	0.9302	1.9951
128	2.2340	0.5616	1.7976	173	3.0194	0.9390	1.9963
129	2.2515	0.5695	1.8052	174	3.0369	0.9477	1.9973
130	2.2689	0.5774	1.8126	175	3.0543	0.9564	1.9981
131	2.2864	0.5853	1.8199	176	3.0718	0.9651	1.9988
132	2.3038	0.5933	1.8271	177	3.0892	0.9738	1.9993
133	2.3213	0.6013	1.8341	178	3.1067	0.9825	1.9997
134	2.3387	0.6093	1.8410	179	3.1241	0.9913	1.9999
135	2.3563	0.6173	1.8478	180	3.1416	1.0000	2.0000

# FORMULAS PARA LAS TABLAS DE ARCOS, CUERDAS Y FLECHAS

A = Arco.  
F = Flecha.  
C = Cuerda.  
R = Radio.



## TABLA DE ARCOS

Radio  $\times$  Arco de la tabla = Arco.

$$\frac{\text{Arco}}{\text{Radio}} = \text{Radio.}$$

$$\frac{\text{Arco de la tabla}}{\text{Radio}} = \text{Radio.}$$

$$\frac{\text{Arco}}{\text{Radio}} = \text{Arco de la tabla.}$$

## TABLA DE CUERDAS

Radio  $\times$  Cuerda de la tabla = Cuerda.

$$\frac{\text{Cuerda}}{\text{Radio}} = \text{Radio.}$$

$$\frac{\text{Cuerda de la tabla}}{\text{Radio}} = \text{Radio.}$$

$$\frac{\text{Cuerda}}{\text{Radio}} = \text{Cuerda de la tabla.}$$

## TABLA DE FLECHAS

Radio  $\times$  Flecha de la tabla = Flecha.

$$\frac{\text{Flecha}}{\text{Radio}} = \text{Radio.}$$

$$\frac{\text{Flecha de la tabla}}{\text{Radio}} = \text{Radio.}$$

$$\frac{\text{Flecha}}{\text{Radio}} = \text{Flecha de la tabla.}$$

### EJEMPLOS DE CUERDAS

Calcular la longitud de la cuerda de un arco de  $30^\circ$  en un círculo de 200 milímetros de radio.

$$200 \times \text{cuerda de las tablas} = \text{Cuerda.}$$

$$30^\circ = 0,5176 \times 200 = 103,52 \text{ mm., longitud de la cuerda.}$$

Calcular el radio del círculo anterior, siendo conocida la cuerda y el valor del ángulo en grados.

$$\frac{\text{Cuerda}}{\text{Cuerda de la tabla}} = \text{Radio.}$$

$$\frac{103,52}{0,5176} = 200 \text{ Radio.}$$

Calcular los grados de un arco, conocida la cuerda y el radio del ejemplo anterior.

$$\frac{\text{Cuerda}}{\text{Radio}} = \text{Cuerda y grados de la tabla.}$$

$$\frac{103,52}{200} = 0,5176 \text{ Cuerda y } 30^\circ \text{ de la tabla.}$$

### EJEMPLOS DE ARCOS

Calcular el desarrollo de un arco de  $35^\circ$  siendo el radio de 500 mm.

$$\text{Radio} \times \text{Arco de la tabla} = \text{Arco.}$$

$$500 \times 0,6109 = 305,45 \text{ mm. desarrollo.}$$

Calcular el número de grados de un arco cuyo desarrollo es 340 mm. sobre una circunferencia de 500 mm. de radio.

$$\frac{\text{Arco}}{\text{Radio}} = \text{Arco y grados de la tabla.}$$

$$\frac{340}{500} = 0,68 \text{ arco, } 39^\circ \text{ de la tabla.}$$

### EJEMPLOS DE FLECHAS

En un círculo de 150 mm. de radio y siendo el ángulo dado  $65^\circ$ , calcular la flecha.

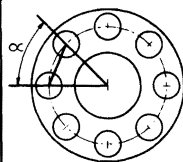
$$\text{Radio} \times \text{Flecha de la tabla} = \text{Flecha.}$$

$$150 \times 0,1566 = 23,49 \text{ mm. Flecha.}$$

Calcular los grados que corresponden a una flecha de 50 mm. en un círculo de 300 mm. de radio.

$$\frac{\text{Flecha}}{\text{Radio}} = \text{Flecha y grados de la tabla.}$$

$$\frac{50}{300} = 0,166 \text{ Flecha, } 67^\circ \text{ de la tabla.}$$



### TABLA DE ANGULOS Y CUERDAS

correspondientes a la división en partes iguales de una circunferencia de radio = 1

Divisiones	Angulo en Grados y Minutos	Cuerda	Divisiones	Angulo en Grados y Minutos	Cuerda	Divisiones	Angulo en Grados y Minutos	Cuerda
3	120°	1,7321	36	10°	0,1743	69	5°13'	0,0911
4	90	1,4142	37	9,43'	0,1697	70	5,08	0,0897
5	72	1,1756	38	9,28	0,1652	71	5,04	0,0884
6	60	1,0000	39	9,13	0,1609	72	5	0,0872
7	51,25	0,8678	40	9	0,1569	73	4,55	0,0860
8	45	0,7654	41	8,46	0,1531	74	4,51	0,0848
9	40	0,6840	42	8,34	0,1494	75	4,48	0,0837
10	36	0,6180	43	8,22	0,1459	76	4,44	0,0827
11	32,43	0,5635	44	8,10	0,1426	77	4,40	0,0816
12	30	0,5176	45	8	0,1395	78	4,36	0,0806
13	27,41	0,4786	46	7,49	0,1365	79	4,33	0,0795
14	25,42	0,4460	47	7,39	0,1336	80	4,30	0,0785
15	25	0,4158	48	7,30	0,1308	81	4,26	0,0775
16	22,30	0,3902	49	7,20	0,1282	82	4,23	0,0766
17	21,10	0,3676	50	7,12	0,1256	83	4,20	0,0757
18	20	0,3473	51	7,03	0,1231	84	4,17	0,0748
19	18,56	0,3292	52	6,56	0,1207	85	4,14	0,0740
20	18	0,3129	53	6,47	0,1184	86	4,11	0,0731
21	17,08	0,2980	54	6,40	0,1164	87	4,08	0,0722
22	16,21	0,2845	55	6,32	0,1143	88	4,05	0,0714
23	15,39	0,2723	56	6,25	0,1122	89	4,02	0,0705
24	15	0,2611	57	6,18	0,1103	90	4	0,0696
25	14,24	0,2507	58	6,12	0,1084	91	3,57	0,0691
26	13,50	0,2411	59	6,06	0,1064	92	3,54	0,0684
27	13,20	0,2321	60	6	0,1047	93	3,52	0,0675
28	12,51	0,2240	61	5,54	0,1030	94	3,49	0,0668
29	12,24	0,2162	62	5,48	0,1014	95	3,47	0,0661
30	12	0,2091	63	5,42	0,0996	96	3,45	0,0656
31	11,36	0,2023	64	5,37	0,0982	97	3,42	0,0648
32	11,15	0,1961	65	5,32	0,0967	98	3,40	0,0641
33	10,54	0,1901	66	5,27	0,0951	99	3,38	0,0635
34	10,35	0,1846	67	5,22	0,0937	100	3,36	0,0628
35	10,17	0,1793	68	5,17	0,0923	—	—	—

Ejemplo: Para dividir una circunferencia de 320 mm. de radio, en 28 partes iguales, se multiplicará por 320 la longitud de la cuerda 0,224 indicada en la tabla para 28 divisiones.

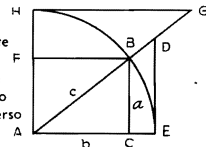
Abertura del compás =  $320 \times 0,224 = 71,68 \text{ mm.}$



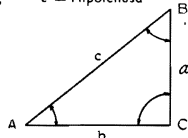
# ELEMENTOS DE TRIGONOMETRIA

## SENCILLAS SOLUCIONES DEL TRIANGULO RECTANGULO

A — B = Radio = 1  
 B — C = Seno  
 A — C = Coseno  
 D — E = Tangente  
 G — H = Cotangente  
 A — D = Secante  
 A — G = Cosecante  
 C — E = Seno verso  
 F — H = Coseno verso  
 B — E = Cuerda



b = Base  
 a = Perpendicular  
 c = Hipotenusa



HALLAR	CONOCIENDO	REGLA	FORMULA
Angulo A	Angulos B y C	Restar el ángulo B del ángulo C	$C - B = A$
Angulo B	Angulos A y C	Restar el ángulo A del ángulo C	$C - A = B$
Angulo C	Angulos A y B	Sumar el ángulo A y el ángulo B	$A + B = C$
Seno A	Lados a y c	Se divide el lado a por el lado c	$\frac{a}{c} = \text{seno A}$
	Cosec A	Se divide 1 por cosec A	$\frac{1}{\text{cosec A}} = \text{seno A}$
	Tg y cos A	Se multiplica Tg A por cos A	$Tg A \times \cos A = \text{seno A}$
	Tg y sec A	Se divide Tg A por sec A	$\frac{Tg A}{\text{sec A}} = \text{seno A}$
	Cos y cot A	Se divide el cos A por la cot A	$\frac{\cos A}{\cot A} = \text{seno A}$
	Coseno A	Restar el cuadrado del cos A de 1 y extraer la raíz cuadrada del resto	$\sqrt{1 - \cos^2 A} = \text{seno A}$

HALLAR	CONOCIENDO	REGLA	FORMULA
Coseno A	Lados b y c	Dividir el lado b por el lado c	$\frac{b}{c} = \cos A$
	Sec A	Dividir 1 por la sec A	$\frac{1}{\text{sec A}} = \cos A$
	cot A y sen A	Multiplicar la cot A por el sen A	$\cot A \times \text{sen A} = \cos A$
	sen A y tg A	Dividir sen A por tg A	$\frac{\text{sen A}}{\text{Tg A}} = \cos A$
	cot A y cosec A	Dividir cot A por cosec A	$\frac{\cot A}{\text{cosec A}} = \cos A$
	sen A	Restar el cuadrado del sen A de 1 y extraer la raíz cuadrada del resto	$\sqrt{1 - \text{sen}^2 A} = \cos A$
Tg A	Lado a y b	Dividir el lado a por b	$\frac{a}{b} = \text{Tg A}$
	cot A	Dividir 1 por cot A	$\frac{1}{\cot A} = \text{Tg A}$
	sec A y sen A	Multiplicar sec A por sen A	$\text{sec A} \times \text{sen A} = \text{Tg A}$
	sen A y cos A	Dividir sen A por cos A	$\frac{\text{sen A}}{\cos A} = \text{Tg A}$
	sec A y cosec A	Dividir sec A por cosec A	$\frac{\text{sec A}}{\text{cosec A}} = \text{Tg A}$
	sec A	Restar 1 del cuadrado de la sec A y extraer la raíz cuadrada del resto	$\sqrt{\text{sec}^2 A - 1} = \text{Tg A}$

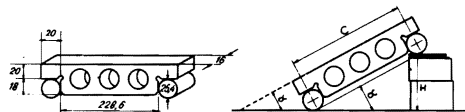
HALLAR	CONOCIENDO	REGLA	FORMULA
Col A	Lados b y a	Dividir lado b por lado a	$\frac{b}{a} = \cot A$
	Tg A	Dividir 1 por Tg A	$\frac{1}{\text{Tg } A} = \cot A$
	cosec A cos A	Multiplicar cosec A por cos A	$\text{cosec } A \times \cos A = \cot A$
	cos A y sen A	Dividir cos A por sen A	$\frac{\cos A}{\sin A} = \cot A$
	cosec A y sec A	Dividir cosec A por sec A	$\frac{\text{cosec } A}{\sec A} = \cot A$
	cosec A	Restar 1 del cuadrado de la cosec A, extraer la raíz cuadrada del resto	$\sqrt{\text{cosec } A^2 - 1} = \cot A$
Sec A	Lados c y b	Dividir lado c por b	$\frac{c}{b} = \sec A$
	cos A	Dividir 1 por cos A	$\frac{1}{\cos A} = \sec A$
	cosec A y Tg A	Multiplicar cosec A por Tg A	$\text{cosec } A \times \text{Tg } A = \sec A$
	Tg A sen A	Dividir Tg A por sen A	$\frac{\text{Tg } A}{\sin A} = \sec A$
	cosec A cot A	Dividir cosec A por cot A	$\frac{\text{cosec } A}{\cot A} = \sec A$
	Tg A	Sumar 1 al cuadrado de la Tg A y extraer la raíz cuadrada de la suma	$\sqrt{\text{Tg } A^2 + 1} = \sec A$

HALLAR	CONOCIENDO	REGLA	FORMULA
cosec A	Lados c y a	Dividir lado c por lado a	$\frac{c}{a} = \text{cosec } A$
	Sen A	Dividir 1 por sen A	$\frac{1}{\sin A} = \text{cosec } A$
	sec A y cot A	Multiplicar sec A por cot A	$\sec A \times \cot A = \text{cosec } A$
	sec A y Tg A	Dividir sec A por Tg A	$\frac{\sec A}{\text{Tg } A} = \text{cosec } A$
	cot A y cos A	Dividir cot A por cos A	$\frac{\cot A}{\cos A} = \text{cosec } A$
	cot A	Sumar 1 al cuadrado de la cot A y extraer la raíz cuadrada de la suma	$\sqrt{\cot A^2 + 1} = \text{cosec } A$
Seno verso A	Lados c y b	Se resta el lado b del lado c y el resto se divide por el lado c	$\frac{c-b}{c} = \text{seno-verso } A$
	cos A	Se resta el coseno A de 1	$1 - \cos A = \text{seno-verso } A$
Coseno verso A	Lados c y a	Se resta el lado a del c y el resto se divide por el lado c	$\frac{c-a}{c} = \text{coseno-verso } A$
	sen A	Se resta el seno A de 1	$1 - \sin A = \text{coseno-verso } A$
Cuerda A	$\frac{1}{2} \text{ sen A}$	Multiplicar el sen de la mitad del ángulo A por 2 y por el radio del lado c	$2c \sin \frac{A}{2} = \text{cuerda } A$
Lado a	Lados c y b	Se resta el cuadrado del lado b del cuadrado del lado c y se extrae la raíz cuadrada del resto	$\sqrt{c^2 - b^2} = \text{lado } a$
	Lado c y sen A	Multiplicar lado c por sen A	$c \times \sin A = \text{lado } a$

HALLAR	CONOCIENDO	REGLA	FÓRMULA
Lado a	Lado b y Tg A	Multiplicar lado b por Tg A	$b \times \text{Tg A} = \text{lado a}$
	Lado b y cot A	Dividir lado b por cot A	$\frac{b}{\cot A} = \text{lado a}$
	Lado c y cosec A	Dividir lado c por cosec A	$\frac{c}{\csc A} = \text{lado a}$
Lado b	Lados c y a	Se resta el cuadrado del lado a del cuadrado del lado c y se extrae la raíz cuadrada del resto	$\sqrt{c^2 - a^2} = \text{lado b}$
	Lado c y cos A	Multiplicar lado c por cos A	$c \times \cos A = \text{lado b}$
	Lado a y cot A	Multiplicar lado a por cot A	$a \times \cot A = \text{lado b}$
	Lado a y Tg A	Dividir lado a por Tg A	$\frac{a}{\text{Tg A}} = \text{lado b}$
	Lado c y sec A	Dividir lado c por sec A	$\frac{c}{\sec A} = \text{lado b}$
Lado c	Lados a y b	Sumar los cuadrados de los lados a y b y extraer la raíz cuadrada de la suma	$\sqrt{a^2 + b^2} = \text{lado c}$
	Lado b y sec A	Multiplicar lado b por sec A	$b \times \sec A = \text{lado c}$
	Lado a y cosec A	Multiplicar lado a por cosec A	$a \times \csc A = \text{lado c}$
	Lado a y sen A	Dividir lado a por sen A	$\frac{a}{\sin A} = \text{lado c}$
	Lado b cos A	Dividir lado b por cos A	$\frac{b}{\cos A} = \text{lado c}$

## TRAZADO PARA ANGULOS DE PRECISION

No es posible realizar el trazado correcto de un ángulo sirviéndose de un transportador corriente, y a efectos de extremar la máxima precisión se recomienda el uso de un sencillo instrumento que llamaremos «Regla de senos», las dimensiones usuales para su construcción y detalles del manejo, se indican a continuación.



H = Altura para medir por medio de escantillones planos o galgas Blocks.

C = Longitud constante. D = Diámetro de los rodillos.

Con el fin de poder utilizar cualquier serie de escantillones de que se disponga, tanto en pulgadas inglesas como milímetros, la dimensión C es igual a 10 pulgadas, equivalente a 254 milímetros, y D = 1" = 25,4 mm., siendo la fórmula

$$H = C \times \text{seno } \alpha$$

Tabla para determinar la altura H en pulgadas y milímetros en función del valor «α» en grados.

Grados	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°
Pulgadas mm.	0,1745 4,432	0,3490 8,864	0,5234 13,294	0,6976 16,937	0,8716 22,138	1,0453 26,550	1,2187 30,954	1,3917 35,349	1,5643 39,783	1,7365 44,107
Grados	11°	12°	13°	14°	15°	16°	17°	18°	19°	20°
Pulgadas mm.	1,9081 48,465	2,0791 52,809	2,2495 57,137	2,4192 61,447	2,5882 65,740	2,7564 70,012	2,9237 74,261	3,0902 78,491	3,2557 82,694	3,4202 86,873
Grados	21°	22°	23°	24°	25°	26°	27°	28°	29°	30°
Pulgadas mm.	3,5837 91,025	3,7461 95,150	3,9073 99,145	4,0674 103,311	4,2262 106,345	4,3837 111,345	4,5399 115,313	4,6947 119,245	4,8481 123,141	5,0000 127
Grados	31°	32°	33°	34°	35°	36°	37°	38°	39°	40°
Pulgadas mm.	5,1504 130,820	5,2992 134,599	5,4464 138,338	5,5919 142,034	5,7358 145,689	5,8779 149,298	6,0182 152,862	6,1566 156,377	6,2932 159,847	6,4279 163,268
Grados	41°	42°	43°	44°	45°					
Pulgadas mm.	6,5606 166,639	6,6913 169,958	6,8200 173,228	6,9466 177,228	7,0711 179,605					

Cuando el valor de α sea en grados y minutos, se aplicará la fórmula general

$$H = C \times \text{seno } \alpha$$

Ejemplo: α = 30° 45'. Seno α = 0,51129 (véase tablas trigonométricas).

H = 254 × 0,51129 = 129,867 mm. H = 10 × 0,51129 = 5,1129 pulgadas.

# SENOS DE SEGUNDOS

Segundos	Seno	Segundos	Seno	Segundos	Seno
1	0,0000048	21	0,0001018	41	0,0001987
2	0,0000096	22	0,0001066	42	0,0002036
3	0,0000145	23	0,0001115	43	0,0002084
4	0,0000193	24	0,0001163	44	0,0002133
5	0,0000242	25	0,0001212	45	0,0002181
6	0,0000290	26	0,0001260	46	0,0002230
7	0,0000339	27	0,0001309	47	0,0002278
8	0,0000387	28	0,0001367	48	0,0002327
9	0,0000436	29	0,0001406	49	0,0002375
10	0,0000484	30	0,0001454	50	0,0002424
11	0,0000532	31	0,0001502	51	0,0002472
12	0,0000581	32	0,0001551	52	0,0002521
13	0,0000630	33	0,0001599	53	0,0002569
14	0,0000678	34	0,0001648	54	0,0002618
15	0,0000727	35	0,0001699	55	0,0002666
16	0,0000775	36	0,0001745	56	0,0002715
17	0,0000824	37	0,0001793	57	0,0002763
18	0,0000872	38	0,0001842	58	0,0002811
19	0,0000921	39	0,0001890	59	0,0002860
20	0,0000969	40	0,0001939	60	0,0002908

Para cuando sea preciso operar con segundos, como, por ejemplo, 15° 30' 24", se utilizará esta tabla.

Seno de 15° 30' = 0,26724. Seno de 24" = 0,0001163.

Sumadas ambas cantidades, el seno de 15° 30' 24" = 0,2673563.

Cuando exceda el valor del ángulo de 20° se utilizarán estas constantes de corrección.

Constante para 20 a 30°: 0,0000045. 30 a 40°: 0,0000038. 40 a 50°: 0,0000033. 50 a 60°: 0,0000026. Seno de segundo corregido = Constante x N.º de segundos.

Ejemplo: 41° 30' 24". Seno: 41° 30' = 0,66262. Seno: 24" = 0,0001163.

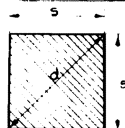
Corrección: 24 x 0,0000033 = 0,000079. Seno: 24" = 0,000079.

Resumen: Seno de 41° 30' 24" = 0,662699

Magnitud	n	Magnitud	n
$\sqrt{2} \pi$	2,5066280	$\pi^5$	306,01969
$\sqrt{\pi : 2}$	1,253314	$\pi^6$	961,38919
$\sqrt{2 : \pi}$	0,797885	$\sqrt{\pi}$	1,7724539
$\sqrt{90 : \pi}$	5,352372	$\sqrt[3]{\pi}$	1,4645919
$1 : 2g$	0,050968	$\sqrt[6]{\pi}$	1,2102032
$2 \sqrt{g}$	6,264184	$\pi \sqrt{\pi}$	5,5683280
$\sqrt{2g}$	4,429447	$\pi \sqrt[3]{\pi}$	4,6011511
$\pi \sqrt{g}$	9,839757	$4\pi^2$	39,4784180
$\pi : \sqrt{2g}$	0,709252	$\pi^2 : 4$	2,4674011
$\pi^2 : g$	1,006076	$\pi \sqrt{2}$	4,4428829
$\pi = 3,141592653;$		$g$	9,81
$g = \text{aceleración de la gravedad}$		$g^2$	96,2361
		$\sqrt{g}$	3,1320919
		$\pi : \sqrt{2}$	2,2214420
		$2 \sqrt{\pi}$	3,544908

Magnitud	n	Magnitud	n
$\pi$	3,1415927	$\pi^5$	306,01969
$2\pi$	6,2831853	$\pi^6$	961,38919
$3\pi$	9,4247780	$\sqrt{\pi}$	1,7724539
$5\pi$	15,706973	$\sqrt[3]{\pi}$	1,4645919
$\pi : 2$	1,5707963	$\sqrt[6]{\pi}$	1,2102032
$\pi : 3$	1,0471976	$\pi \sqrt{\pi}$	5,5683280
$\pi : 5$	0,6283185	$\pi \sqrt[3]{\pi}$	4,6011511
$\pi : 7$	0,4487990	$4\pi^2$	39,4784180
$\pi : 16$	0,1963495	$\pi^2 : 4$	2,4674011
$\pi : 32$	0,0981749	$\pi \sqrt{2}$	4,4428829
$\pi : 64$	0,0490874	$g$	9,81
$\pi : 180$	0,0174533	$g^2$	96,2361
$\pi^2$	9,8696044	$\sqrt{g}$	3,1320919
$\pi^3$	31,0062770	$\pi : \sqrt{2}$	2,2214420
$\pi^4$	97,409091	$2 \sqrt{\pi}$	3,544908

ÁREAS Y DIMENSIONES DE FIGURAS PLANAS, SUPERFICIES  
Y VOLUMEN DE SÓLIDOS: CENTROS DE GRAVEDAD



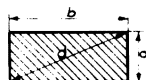
CUADRADO

$$A = \text{ÁREA}$$

$$A = \frac{1}{2} d^2 \quad A = s^2$$

$$s = 0,7071 \quad d = \sqrt{A}$$

$$d = 1,414 \times s = 1,414 \sqrt{A}$$



RECTÁNGULO

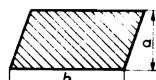
$$A = \text{ÁREA}; \quad A = ab$$

$$A = a\sqrt{d^2 - a^2} = b\sqrt{d^2 - b^2}$$

$$d = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$a = \sqrt{d^2 - b^2} = \frac{A}{b}$$

$$b = \sqrt{d^2 - a^2} = \frac{A}{a}$$

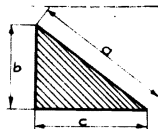


PARALELOGRAMO

$$A = \text{ÁREA}$$

$$A = ab$$

$$a = \frac{A}{b}; \quad b = \frac{A}{a}$$



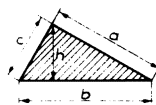
TRIÁNGULO  
RECTÁNGULO

$$A = \text{ÁREA}; \quad A = \frac{bc}{2}$$

$$a = \sqrt{b^2 + c^2}$$

$$b = \sqrt{a^2 - c^2}$$

$$c = \sqrt{a^2 - b^2}$$



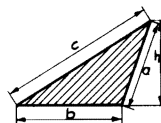
TRIÁNGULO  
ACUTÁNGULO

$$A = \text{ÁREA}; \quad A = \frac{bh}{2}$$

$$A = \frac{b}{2} \sqrt{a^2 - \left( \frac{a^2 + b^2 - c^2}{2b} \right)^2}$$

$$\text{Dado } S = \frac{1}{2} (a + b + c)$$

$$A = \sqrt{S(S-a)(S-b)(S-c)}$$



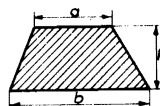
TRIÁNGULO  
OBTUSÁNGULO

$$A = \text{ÁREA} \quad \frac{Bh}{2} = A$$

$$A = \frac{b}{2} \sqrt{a^2 - \left( \frac{c^2 - a^2 - b^2}{2b} \right)^2}$$

$$\text{Dado } S = \frac{1}{2} (a + b + c)$$

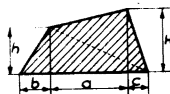
$$A = \sqrt{S(S-a)(S-b)(S-c)}$$



TRAPECIO

$$A = \text{ÁREA}$$

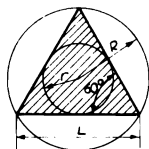
$$A = \frac{(a+b)}{2} h$$



TRAPEZOIDE

$$A = \text{ÁREA}$$

$$A = \frac{(H+h)a + bh + cH}{2}$$



TRIÁNGULO  
EQUILÁTERO

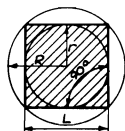
LA SUMA DE LOS TRES ÁNGULOS  
ES IGUAL A  $180^\circ$   
Y CADA UNO EQUIVALE A  $60^\circ$

FÓRMULAS

$$R = 0,577 \times L; \quad r = 0,289 \times L$$

$$L = 1,732 \times R; \quad L = 3,464 \times r$$

$$A = 0,433 \times L^2 = 1,299 \times R^2 = 5,192 \times r^2$$



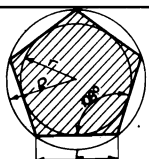
CUADRADO

$$r = 0,5 \times L$$

$$R = 0,707 \times L$$

$$L = 1,414 \times R = 2 \times r$$

$$A = L^2 = 2 R^2 = 4 \times r^2$$



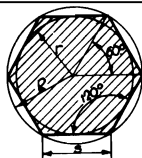
PENTAGONO

$$R = 0,851 \times L; \quad r = 0,688 \times L$$

$$L = 1,176 \times R = 1,453 \times r$$

$$A = 1,720 \times L^2$$

$$A = 2,378 \times R^2 = 3,633 \times r^2$$



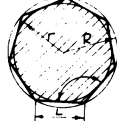
HEXÁGONO

$$A = 2,598 \times s^2 = 2,598 \times R^2$$

$$A = 3,464 \times r^2$$

$$R = s = 1,155 \times r$$

$$r = 0,866 \times s = 0,866 \times R$$



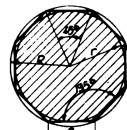
HEPTAGONO

$$A = \text{ÁREA}$$

$$R = 1,152 \times L; \quad r = 1,038 \times L$$

$$L = 0,868 \times R; \quad L = 0,963 \times r$$

$$A = 3,634 \times L^2 = 2,736 \times R^2 = 3,371 \times r^2$$



OCTAGONO

$$A = \text{ÁREA}$$

$$R = \text{Radio del círculo circunscrito}$$

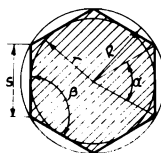
$$r = \text{Radio del círculo inscrito}$$

$$A = 4,828 \times S^2 = 2,828 R^2 = 3,314 r^2$$

$$R = 1,307 \times S = 1,082 \times r$$

$$r = 1,207 \times S = 0,924 \times R$$

$$S = 0,765 \times R = 0,828 \times r$$



POLIGONO  
REGULAR

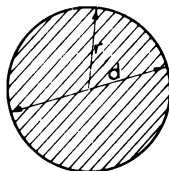
$$A = \text{ÁREA}; \quad n = \text{NÚMERO DE LADOS}$$

$$\alpha = \frac{360}{n}; \quad \beta = 180 - \alpha$$

$$A = \frac{nSr}{2} = \frac{ns}{2} \sqrt{R^2 - \frac{S^2}{4}}$$

$$R = \sqrt{r^2 + \frac{S^2}{4}}$$

$$r = \sqrt{R^2 - \frac{S^2}{4}}; \quad S = 2 \sqrt{R^2 - r^2}$$



CIRCULO

$$A = \text{ÁREA}; \quad C = \text{CIRCUNFERENCIA}$$

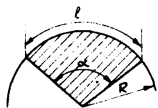
$$A = \pi r^2 = 3,1416 r^2 = 0,7854 d^2$$

$$C = 2\pi r; \quad 6,2832 r = 3,1416 d$$

$$r = \frac{C}{6,2832} = \sqrt{\frac{A}{3,1416}} = 0,564 \sqrt{A}$$

$$d = \frac{C}{3,1416} = \sqrt{\frac{A}{0,7854}} = 1,128 \sqrt{A}$$

$$\text{Longitud del arco correspondiente al ángulo de centro de } 1^\circ = 0,008727 d$$



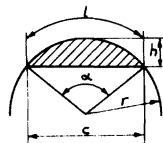
SECTOR CIRCULAR

A = ÁREA;  $l$  = LONGITUD DEL ARCO  
 $x$  = ÁNGULO DEL SECTOR

$$l = \frac{r \times x \times 3,1416}{180} = 0,01745 r x = \frac{2A}{r}$$

$$A = \frac{1}{2} r l = 0,008727 x r^2$$

$$x = \frac{57,296 l}{r}; \quad r = \frac{2A}{l} = \frac{57,296 l}{x}$$



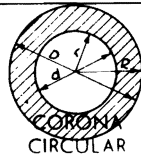
SEGMENTO CIRCULAR

A = ÁREA;  $l$  = LONGITUD DEL ARCO  
 $x$  = ÁNGULO DEL SEGMENTO

$$c = 2 \sqrt{h(2r-h)} \quad A = \frac{1}{2}(r l - c(r-h))$$

$$r = \frac{C^2 + 4h^2}{8h}; \quad l = 0,01745 r x$$

$$h = r - \frac{1}{2} \sqrt{4r^2 - c^2}; \quad x = \frac{57,296 l}{r}$$



CORONA CIRCULAR

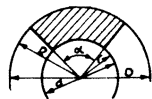
A = ÁREA

$$A = \pi(R^2 - r^2) = 3,1416(R^2 - r^2)$$

$$A = 3,1416(R + r)(R - r) =$$

$$= 0,7854(D^2 - d^2) =$$

$$= 0,7854(D + d)(D - d)$$



SECTOR DE CORONA CIRCULAR

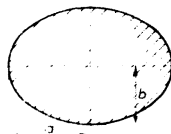
$x$  = ÁNGULO DEL SECTOR; A = ÁREA

$$A = \frac{x\pi}{360}(R^2 - r^2) =$$

$$= 0,00873 x(R^2 - r^2) =$$

$$= \frac{x\pi}{4 \times 360}(D^2 - d^2) =$$

$$= 0,00218 x(D^2 - d^2)$$



ELIPSE

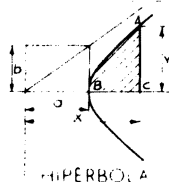
A = ÁREA; P = PERIMETRO

$$A = \pi ab = 3,1416 ab$$

FÓRMULAS APROXIMADAS DEL PERIMETRO

$$p = \pi \sqrt{2(a^2 + b^2)}$$

$$p = \pi \sqrt{2(a^2 + b^2) - \frac{(a-b)^2}{2,2}}$$

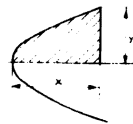


HIPERBOLICA

A = ÁREA BCD

$$A = \frac{X \times Y}{2}$$

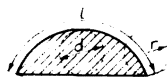
$$= \frac{a \times b}{2} \text{ HIP } \log \left( \frac{X}{a} + \frac{Y}{b} \right)$$



PARABOLA

A = ÁREA;  $A = \frac{1}{2} XY$

El área de la parábola es equivalente a los dos tercios del rectángulo, siendo Y la altura y X la base



CICLOIDE

A = ÁREA;

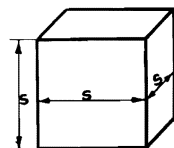
$l$  = LONGITUD DE CICLOIDE

$$A = 3\pi r^2 = 9,4248 r^2 =$$

$$= 2,3562 d^2 = 3 \times \text{ÁREA}$$

DEL CÍRCULO GENERATRIZ

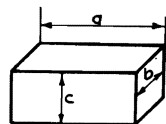
$$l = 8r = 4 \times d$$



CUBO

V = VOLUMEN

$$V = s^3; \quad s = \sqrt[3]{V}$$

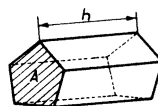


PARALELEPIPEDO

V = VOLUMEN

$$V = a \times b \times c$$

$$a = \frac{V}{bc}; \quad b = \frac{V}{ac}; \quad c = \frac{V}{ab}$$

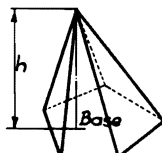


PRISMA

V = VOLUMEN; A = ÁREA DE LA BASE

$$V = A \times h$$

Las fórmulas para determinar las áreas de las bases están indicadas en las páginas anteriores; «h» se entiende perpendicular a la base

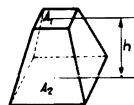


PIRAMIDE

V = VOLUMEN;  $V = \frac{1}{3} h \times \text{ÁREA DE LA BASE}$

Si la base es un polígono regular de «n» lados; «s» la longitud del lado; r = radio del círculo inscrito, y R = radio del círculo circunscrito, tenemos:

$$V = \frac{nsrh}{6} = \frac{nsh}{6} \sqrt{R^2 - \frac{s^2}{4}}$$



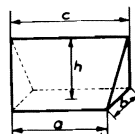
PIRÁMIDE TRUNCADA

A = ÁREA DE LA BASE MENOR

A = ÁREA DE LA BASE MAYOR

V = VOLUMEN

$$V = \frac{h}{3} (A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 \times A_2})$$



CUÑA

V = VOLUMEN

$$V = \frac{(2a + c)bh}{6}$$



CILINDRO

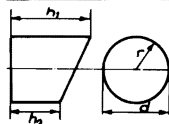
V = VOLUMEN; S = ÁREA DE LA SUPERFICIE LATERAL DEL CILINDRO

$$V = 3,1416r^2h = 0,7854d^2h$$

$$S = 6,2832rh = 3,1416dh$$

A = ÁREA TOTAL DEL CILINDRO = SUPERFICIE LATERAL MÁS LA SUPERFICIE DE LAS BASES

$$A = 6,2832r(r + h) = 3,1416d(\frac{1}{2}d + h)$$



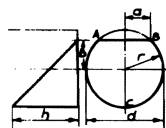
PORCIÓN DE CILINDRO

S = ÁREA LATERAL; V = VOLUMEN

$$V = 1,5708r^2(h_1 + h_2) = 0,3927d^2(h_1 + h_2)$$

$$S = 3,1416r(h_1 + h_2) = 1,5708d(h_1 + h_2)$$





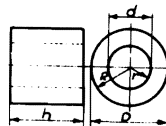
PORCIÓN  
DE CILINDRO

$V = \text{VOLUMEN}; S = \text{ÁREA LATERAL}$

$$V = \left(\frac{2}{3} a^3 \pm b \times \text{ÁREA. ABC}\right) \frac{h}{r \pm b}$$

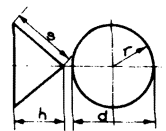
$$S = (ad \pm b \times \text{longitud de arco ABC}) \frac{h}{r \pm b}$$

Usar más o menos, según que el área de la base sea mayor o menor que la mitad del círculo.



CILINDRO HUECO

$$\begin{aligned} V &= \text{VOLUMEN}; V = 3,1416h(R^2 - r^2) \\ &= 0,7854h(D^2 - d^2) = 3,1416ht(2R - t) \\ &= 3,1416ht(D - t) = 3,1416ht(2r + t) \\ &= 3,1416ht(d + t) = 3,1416ht(R + r) \\ &= 1,5708ht(D + d) \end{aligned}$$



CONO

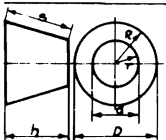
$V = \text{VOLUMEN};$

$A = \text{ÁREA DE LA SUPERFICIE CÓNICA.}$

$$V = \frac{3,1416}{3} r^2 h = 1,0472r^2 h = 0,2618d^2 h$$

$$A = 3,1416r \sqrt{r^2 + h^2} = 3,1416rs = 1,5708ds$$

$$S = \sqrt{r^2 + h^2} = \sqrt{\frac{d^2}{4} + h^2}$$



CONO  
TRUNCADO

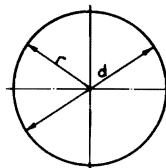
$A = \text{ÁREA DE LA SUPERFICIE LATERAL DEL TROZO DE CONO};$

$V = \text{VOLUMEN}$

$$\begin{aligned} V &= 1,0472h(R^2 + Rr + r^2) = \\ &= 0,2618h(D^2 + Dd + d^2) \end{aligned}$$

$$A = 3,1416 \times s(R + r) = 1,5708s(D + d)$$

$$a = R - r; s = \sqrt{a^2 + h^2} = \sqrt{(R - r)^2 + h^2}$$



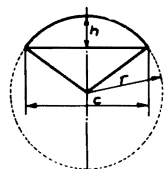
ESFERA

$A = \text{ÁREA o SUPERFICIE}$

$$V = \frac{4\pi r^3}{3} = \frac{\pi d^3}{6} = 4,1888r^3 = 0,5236d^3$$

$$A = 4\pi r^2 = \pi d^2 = 12,5664r^2 = 3,1416d^2$$

$$r = \sqrt[3]{\frac{3V}{4\pi}} = 0,6204 \sqrt[3]{V}$$

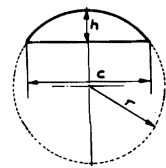


SECTOR ESFÉRICO

$\text{ÁREA TOTAL DE LA SUPERFICIE ESFÉRICA Y CÓNICA} = A; V = \text{VOLUMEN}$

$$V = \frac{2\pi r^2 h}{3} = 2,0944r^2 h; A = 3,1416r \left(2h + \frac{C}{2}\right)$$

$$C = 2\sqrt{h(2r - h)}$$



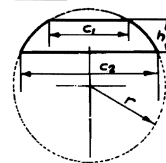
SEGMENTO ESFÉRICO

$A = \text{ÁREA DE LA SUPERFICIE ESFÉRICA}$   
 $V = \text{VOLUMEN}$

$$V = 3,1416h^2 \left(r - \frac{h}{3}\right) = 3,1416h^2 \left(\frac{C^2}{8} + \frac{h^2}{6}\right)$$

$$A = 2\pi rh = 6,2832rh = 3,1416 \left(\frac{C^2}{4} + h^2\right)$$

$$C = 2\sqrt{h(2r - h)}; r = \frac{C^2 + 4h^2}{8h}$$



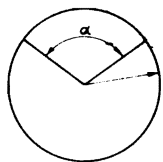
ZONA ESFÉRICA

$A = \text{ÁREA DE LA SUPERFICIE ESFÉRICA}$   
 $V = \text{VOLUMEN}$

$$V = 0,5236h \left(\frac{3C_1^2}{4} + \frac{3C_2^2}{4} + h^2\right)$$

$$A = 2\pi rh = 6,2832rh$$

$$r = \sqrt{\frac{C_1^2}{4} + \left(\frac{C_2^2 - C_1^2 - 4h^2}{8h}\right)^2}$$

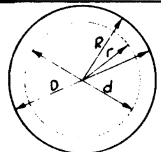


CUÑA ESFÉRICA

$A = \text{ÁREA DE LA SUPERFICIE ESFÉRICA}$   
 $\alpha = \text{ÁNGULO DE CENTRO EN GRADOS}$   
 $V = \text{VOLUMEN}$

$$V = \frac{\alpha}{360} \times \frac{4\pi r^3}{3} = 0,0116\alpha r^3$$

$$A = \frac{\alpha}{360} \times 4\pi r^2 = 0,0349\alpha r^2$$

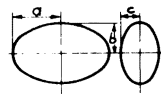


ESFERA HUECA

$V = \text{VOLUMEN}$

$$V = \frac{4\pi}{3} (R^3 - r^3) = 4,1888(R^3 - r^3) =$$

$$= \frac{\pi}{6} \times (D^3 - d^3) = 0,5236(D^3 - d^3)$$



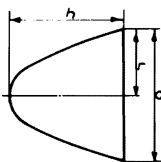
ELIPSOIDE

$A = \text{ÁREA}; V = \text{VOLUMEN}$

$$V = \frac{4\pi}{3} \times abc = 4,1888abc$$

En una elipsoide o esferoide de revolución, cuando  $b = c$

$$V = 4,1888 ab^2 \text{ y } A = \frac{4\pi}{\sqrt{2}} \times b \sqrt{a^2 + b^2}$$



PARABOLOIDE

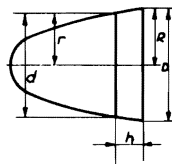
$V = \text{VOLUMEN};$

$$V = \frac{1}{2}\pi r^2 h = 0,3927d^2 h$$

$A = \text{ÁREA};$

$$A = \frac{2\pi}{3p} \left[ \sqrt{\left(\frac{d^2}{4} + p^2\right)^3} - p^3 \right]$$

$$p = \frac{d^2}{8h}$$

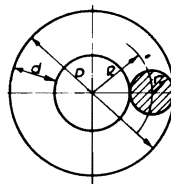


SEGMENTO PARABOLOIDE

$V = \text{VOLUMEN}$

$$V = \frac{\pi}{2} h(R^2 + r^2) = 1,5708h(R^2 + r^2)$$

$$= \frac{\pi}{8} h(D^2 + d^2) = 0,3927h(D^2 + d^2)$$



TORO

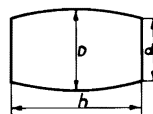
$V = \text{VOLUMEN}; A = \text{ÁREA}$

$$V = 2\pi^2 Rr^2 = 19,739Rr^2 =$$

$$= \frac{\pi^2}{4} \times Dd^2 = 2,4674Dd^2$$

$$A = 4\pi^2 Rr = 39,478Rr =$$

$$= \pi^2 Dd = 9,8696Dd$$



BARRIL

$V = \text{VOLUMEN APROXIMADO}$

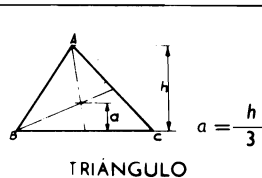
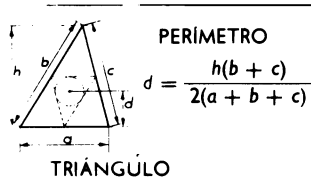
Si los lados curvados son arcos de círculo,

$$V = \frac{1}{12}\pi h(2D^2 + d^2) = 0,262h(2D^2 + d^2)$$

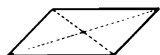
Si los arcos curvados son de parábola,

$$V = 0,209h(2D^2 + Dd + \frac{1}{3}d^2)$$

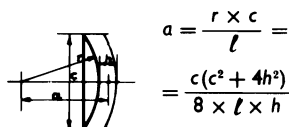
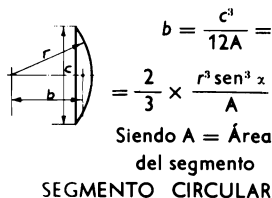
# CENTROS DE GRAVEDAD



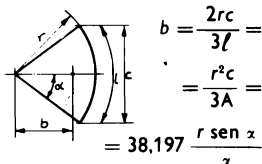
**PARALELOGRAMO  
PERÍMETRO Y ÁREA**



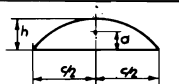
El centro de gravedad es la intersección de las diagonales



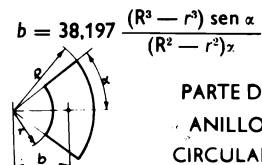
**ARCO CIRCULAR**



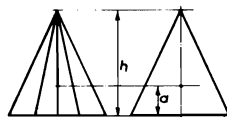
**SECTOR CIRCULAR**



**ARCO CIRCULAR  
APROXIMADA**

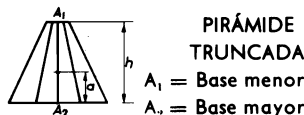
$$a = \frac{2}{3} h$$


**PIRÁMIDE — CONO**

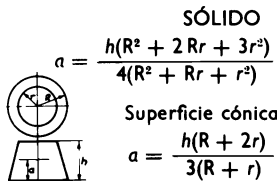


Sólido  $a = \frac{1}{4} h$ ;

Superficie cónica  $a = \frac{1}{3} h$



$$a = \frac{h(A_1 + 2\sqrt{A_1 \times A_2} + 3A_2)}{4(A_1 + \sqrt{A_1 \times A_2} + A_2)}$$

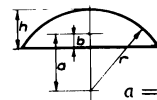


**CONO TRUNCADO**



$$a = \frac{h(b+c)}{2(2b+c)}$$

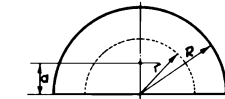
**SEGMENTO  
ESFÉRICO  
SÓLIDO**



$$a = \frac{3(2r-h)^2}{4(3r-h)}$$

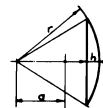
$$b = \frac{h(4r-h)}{4(3r-h)}$$

Para media esfera  $a = b = \frac{3}{8} r$



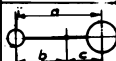
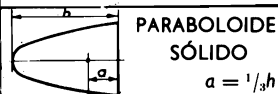
**MITAD DE ESFERA HUECA**

$$a = \frac{3(R^1 - r^1)}{8(R^3 - r^3)}$$



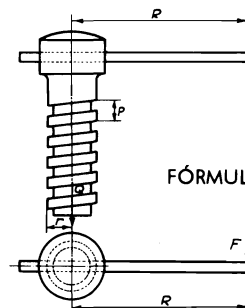
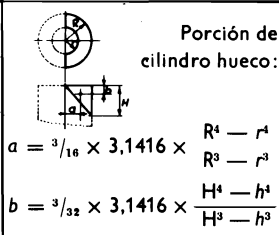
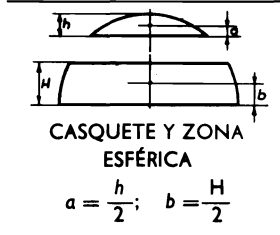
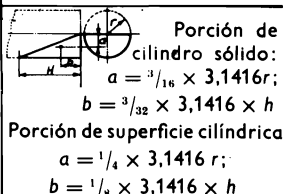
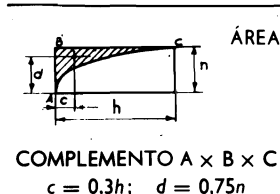
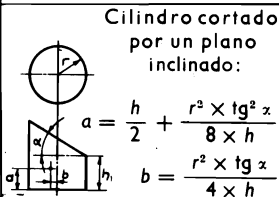
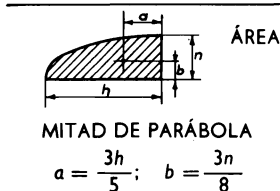
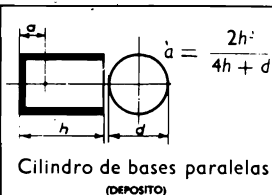
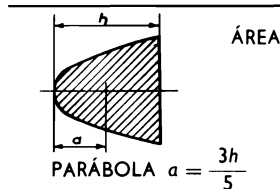
**SECTOR  
ESFÉRICO  
SÓLIDO**

$$a = \frac{(1 + \cos x)r}{(2r - h)}$$



**DOS CUERPOS  
SÓLIDOS**

$$b = \frac{Q \times a}{P + Q} \quad c = \frac{P \times a}{P + Q}$$



Q = Carga.  
R = Brazo de Palanca.  
r = Radio de la rosca.  
P = Paso de la rosca.  
F = Fuerza aplicada en el extremo de la palanca.

FÓRMULA SIN ESTIMAR LA FRICCIÓN:

$$F = Q \times \frac{P}{6.2832 \times R};$$

$$Q = \frac{6.2832 \times R}{P} \times F.$$

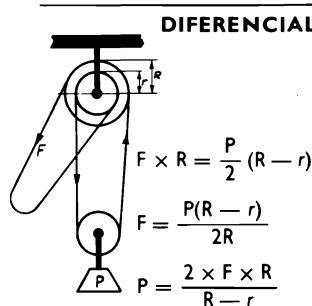
FÓRMULA ESTIMANDO EL COEFICIENTE DE FRICCIÓN:

Para movimiento en dirección a Q:

$$F = Q \times \frac{P - 6.2832 \times \mu \times r}{6.2832 \times r + \mu \times P} \times \frac{r}{R}$$

Para movimiento opuesto a Q:

$$F = Q \times \frac{P + 6.2832 \times \mu \times r}{6.2832 \times r - \mu \times P} \times \frac{r}{R}$$



DIFERENCIAL

CUÑA

Sin fricción.

$$P = 2Q \times \frac{b}{h} = 2Q \times \tan \alpha$$

$$Q = P \times \frac{h}{2b} = \frac{1}{2} P \cot \alpha$$

$$Q = P \times \frac{h}{2b} = \frac{1}{2} P \cot \alpha$$

Con fricción.

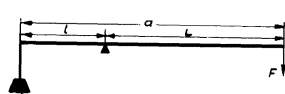
Coefficiente de fricción:

$$\mu = \tan \phi$$

$$P = 2Q \times \tan (\alpha + \phi)$$

# PALANCAS

## TIPOS DE PALANCAS

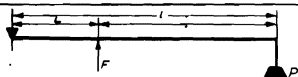
$$\frac{F}{P} = \frac{l}{L} \quad \frac{F}{P} = \frac{P \times l}{L} \quad F \times L = P \times l \quad P = \frac{F \times L}{l}$$


$$L = \frac{P \times a}{P + F} = \frac{P \times l}{F}; \quad l = \frac{F \times a}{P + F} = \frac{F \times L}{P}$$



$$\frac{F}{P} = \frac{l}{L}; \quad F \times L = P \times l; \quad F = \frac{P \times l}{L}; \quad P = \frac{F \times L}{l}$$

$$L = \frac{P \times a}{P - F} = \frac{P \times l}{F}; \quad l = \frac{F \times a}{P - F} = \frac{F \times L}{P}$$



$$\frac{F}{P} = \frac{l}{L} \quad F \times L = P \times l; \quad F = \frac{P \times l}{L}; \quad P = \frac{F \times L}{l}$$

$$L = \frac{P \times a}{F - P} = \frac{P \times l}{F}; \quad l = \frac{F \times a}{F - P} = \frac{F \times L}{P}$$

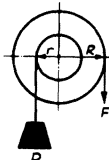


$$F \times x = P \times a + P' \times b + P'' \times c;$$

$$x = \frac{P \times a + P' \times b + P'' \times c}{F}$$

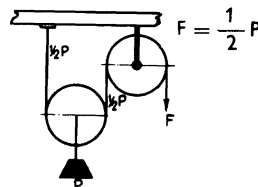
$$F = \frac{P \times a + P' \times b + P'' \times c}{x}$$

# RUEDAS Y POLEAS

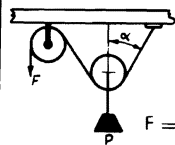


$$\frac{F}{P} = \frac{r}{R}; \quad F \times R = P \times r; \quad F = \frac{P \times r}{R}$$

$$P = \frac{F \times R}{r}; \quad R = \frac{P \times r}{F}; \quad r = \frac{F \times R}{P}$$



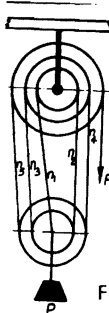
$$F = \frac{1}{2} P$$



$$\frac{F}{P} = \frac{\sec x}{2}$$

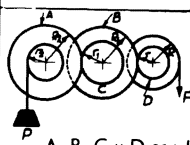
$$F = \frac{P \times \sec x}{2}$$

$$P = 2 \times F \times \cos x$$



$n$  = Número de ramales o partes del cable ( $n_1, n_2$ , etc.)

$$F = \frac{1}{n} \times P$$



A, B, C y D son los diámetros primitivos de las ruedas.

$$F = \frac{P \times r \times r_1 \times r_2}{R \times R_1 \times R_2};$$

$$P = \frac{F \times R \times R_1 \times R_2}{r \times r_1 \times r_2}$$

# CÁLCULO DE ENGRANAJES

## INTRODUCCIÓN ELEMENTAL

Uno de los más importantes medios de movimiento en las máquinas es el sistema de engranajes; éstos se clasifican como sigue:

Destinados a transmitir movimiento de ejes paralelos:

- I. Engranajes rectos o cilíndricos.
- II. Engranajes helicoidales a ejes paralelos.
- III. Engranajes de cadena.

Destinados a transmitir movimiento de ejes perpendiculares:

- IV. Engranajes cónicos.
- V. Tornillo sin-fín y su rueda.
- VI. Engranajes helicoidales a ejes perpendiculares.

### ENGRANAJES RECTOS

Para transmitir un movimiento circular continuo de un eje a otro que esté paralelo, se puede imaginar el montaje de dos cilindros frotando uno sobre el otro (figura 1). Si la adherencia de los dos cilindros es suficiente, la rotación

transmitida por uno de ellos pondrá en movimiento circular continuo al otro, en sentido inverso del primero. Con este sistema los deslizamientos son lógicos, y para evitar esto, se proveen las superficies en contacto de dientes, engranando los unos con los otros; una parte de cada diente se establece al interior del cilindro liso, y la otra al exterior; el cilindro liso en realidad desaparece, pero no es así, sino que subsiste sobre los trazos. Esta es la norma fundamental de todo engranaje y se le denomina círculo

primitivo; este círculo es el punto de partida para el cálculo de engranajes.

La fórmula para determinar el Diámetro del círculo primitivo es:

Módulo multiplicado por el número de dientes:  $D_p = M \times N$ .

$D_p$  = Diámetro primitivo.

$M$  = Módulo.

$N$  = Número de dientes.

### PASO CIRCUNFERENCIAL

Los engranajes pueden tener infinidad de tamaños, y se precisa definir una unidad de medida; la manera más simple está caracterizada por el paso, y éste se determina por la distancia de un punto de un diente a otro correspondiente al diente siguiente. Como ya se dijo, los engranajes pueden estar asimilados a dos cilindros lisos correspondientes a los Diámetros primitivos; por tanto, se

medirá el paso sobre el Diámetro primitivo, dándosele el nombre de paso circunferencial, y si, por ejemplo, tenemos que un engranaje tiene 10 milímetros de paso, éste será medido en el Diámetro primitivo, correspondiendo 5 milímetros al espesor del diente y 5 milímetros al espacio entre dos dientes.

El paso circunferencial está dado, y la longitud del Diámetro primitivo desarrollada dependerá del número de dientes del engranaje.

El Diámetro primitivo desarrollado es igual al paso, multiplicado por el número de dientes,  $P \times N$ .

$P$  = Paso circunferencial.

$N$  = Número de dientes.

El Diámetro primitivo, por tanto, es igual a  $\frac{P \times N}{\pi}$  ó  $\frac{P}{\pi} \times N$ ;  $\pi = 3,1416$ .

### MÓDULO

Se señala que para todo cálculo de Diámetro primitivo intervendrá el factor Módulo, siendo éste igual al paso dividido por 3,1416.

$$M = \frac{P}{3,1416}; \quad M = \text{Módulo.}$$

Si se toma para el paso un número entero, el Módulo no será nunca un número entero, y, por consiguiente, el Diámetro primitivo tampoco; este inconveniente es particularmente molesto porque lleva consigo que para un juego de engranajes la cota de distancia entre ejes y diámetros es fraccionaria.

Para vencer esta dificultad se toma como paso circular los múltiplos de  $\pi$  en lugar de tomar números enteros, siendo tan simple la regla del sistema de Módulo que no consiste en más que el paso contiene una, dos, tres, etc., veces el número del Módulo multiplicado por 3,1416.

Ejemplo: Paso del Módulo núm. 5.

$$5 \times 3,1416 = 15,708 \text{ Paso.}$$

He aquí una fórmula sencilla para encontrar el Módulo de un engranaje; se mide el Diámetro exterior y éste se divide por el número de dientes que tenga el engranaje, aumentando dos dientes.

$$De = \text{Diámetro exterior}; \quad N = \text{Núm. de dientes}; \quad M = \frac{De}{N + 2}.$$

Ejemplo: Supongamos que tenemos una rueda dentada que mide 410 milímetros y tiene 80 dientes, ¿qué Módulo le corresponderá?

$$\text{Fórmula: } \frac{410}{82} = \text{Módulo 5.}$$

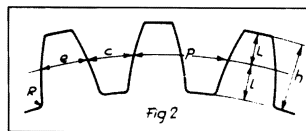
Las fórmulas generales del Módulo son:

$$M = \frac{P}{3,1416} = \frac{D_p}{N} = \frac{De}{N + 2},$$

y, como ya se dijo, la ventaja de este sistema reside en que el Diámetro primitivo y Diámetro exterior son siempre números enteros.

## Dimensiones de los dientes en función del módulo

El Módulo no solo sirve para caracterizar los Diámetros de un engranaje, sino que los dientes están también relacionados con él; las diferentes partes de un diente se denominan a que detalla la figura 2.



- h = Altura total del diente.
- L = Altura de la cabeza del diente.
- l = Altura del pie del diente.
- R = Radio del pie del diente.
- P = Paso circunferencial.
- e = Espesor del diente.
- c = Espacio entre dientes.

Formulas:

$$\begin{aligned} h &= 2,167 \times \text{Módulo.} & P &= c + e = 3,1416 \times \text{Módulo.} \\ L &= \text{Módulo.} & e &= 0,5 \times P. \\ l &= 1,167 \times \text{Módulo.} & c &= 0,5 \times P. \\ R &= 0,3 \times \text{Módulo (máximo).} \end{aligned}$$

### DIÁMETRO EXTERIOR

De = Diámetro exterior.

Este Diámetro está compuesto del Diámetro primitivo, Dp, más dos veces el Módulo.

$$De = Dp + 2M.$$

o Módulo multiplicado por el número de dientes más dos.

$$De = M \times (N + 2).$$

### DIÁMETRO INTERIOR

Di = Diámetro interior, es igual al Diámetro primitivo, menos dos veces la altura del pie del diente.

$$Di = Dp - (2 \times l).$$

### DISTANCIA ENTRE EJES O CENTROS DE DOS RUEDAS

Esta distancia es igual a la mitad de la suma de los Diámetros primitivos.

A = Distancia entre ejes.

$$A = \frac{Dp + dp}{2} = \frac{N + n}{2} \times M.$$

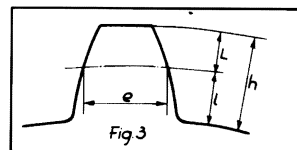
### DIFERENTES FORMAS DE LOS DIENTES

Aparte del sistema de dentado ya descrito, existen otros perfiles de dientes, los cuales vamos a detallar.

En función de las distintas exigencias de la construcción moderna de máquinas y elementos de tracción, fue preciso estudiar engranajes de elevadas condiciones de resistencia, modificando los ángulos de presión, y uno de los que primero se conoció fue el diente «Stub», traducido al español «diente sin punta». Esta innovación se debe a la casa americana Fellows Shaper Co., que en 1899 aplicó este sistema a diversos organismos de máquinas; su resultado fue excelente, y se generalizó muy lentamente, encontrando su lugar preferente en la industria del automóvil y máquinas-herramientas.

Posteriormente la casa R. D. Nuttall Co. siguió análogo procedimiento de dentado, marcando sus normas de una manera distinta a Fellows, según veremos después; ambas casas muestran una diversa opinión relacionada con las alturas de la cabeza y del pie del diente, a partir (claro está) del círculo primitivo, y veamos en qué consisten esas diferencias, advirtiendo antes que respecto la ángulo de presión existe una completa conformidad.

La Comisión de Normalización Alemana (DIN) adopta el sistema de diente «Stub» conservando las alturas normales del diente; también la American Standard en su norma tiene una ligera variación, por tanto vamos a comparar los distintos sistemas tomando por referencia el Diametral Pitch núm. 4, equivalente al Módulo 6.35



SISTEMA	Diametral PITCH	e	L	l	h	Diferencia en altura con el diente normal	Ángulo de presión
Fellows	$\frac{4}{5}$	0,"3927	0,"200	0,"250	0,"450	0,"0893 — = 2,26 mm	20°
Nuttall	4	0,"3927	0,"1963	0,"2355	0,"4318	0,"1075 — = 2,73 mm	20°
Americano Standard	4	0,"3927	0,"200	0,"250	0,"450	0,"0893 — = 2,26 mm	20°
Dimensiones en pulgadas							

Referente a las características fundamentales que deben conocerse sobre estos sistemas son las siguientes: *Norma Fellows*, los numeradores representan al Diametral Pitch por el que se determina el Diámetro primitivo, y los denominadores el Diametral Pitch que servirá para determinar las alturas de los dientes.

Fórmulas:

$$\text{Diámetro primitivo} = \frac{\text{Número de dientes}}{\text{Numerador Diametral Pitch}}$$

$$\text{Diámetro exterior} =$$

$$= \text{Diámetro primitivo} + \left( 2 \times \frac{1}{\text{Denominador Diametral Pitch}} \right)$$

$$\text{Altura de la cabeza del diente} = \frac{1}{\text{Denominador Diametral Pitch}}$$

### Norma Nuttall

Fórmulas:

$$\text{Altura de la cabeza del diente} = 0,250 \times \text{Paso circunferencial.}$$

$$\text{Altura del pie del diente} = 0,300 \times \text{Paso circunferencial.}$$

$$\text{Diámetro primitivo} = \frac{\text{Número de dientes}}{\text{Diametral Pitch}}$$

$$\text{Diametral Pitch} = \frac{\text{Número de dientes}}{\text{Diámetro primitivo}}$$

$$\text{Paso circunferencial} = \frac{3,1416}{\text{Diametral Pitch}} = \frac{\text{Diámetro primitivo} \times 3,1416}{\text{Número de dientes}}$$

**Norma American Standard A. G. M. A.** (Asociación Americana de Fabricantes de Engranajes)

Fórmulas:

$$\text{Altura de la cabeza del diente} = \frac{0,8}{\text{Diametral Pitch}} = 0,2546 \times \text{Paso.}$$

$$\text{Altura del pie del diente} = \frac{1}{\text{Diametral Pitch}} = 0,3183 \times \text{Paso.}$$

$$\text{Altura total del diente} = \frac{1,8}{\text{Diametral Pitch}} = 0,5729 \times \text{Paso.}$$

$$\text{Diametral Pitch} = \frac{3,1416}{\text{Paso}} = \frac{\text{Número de dientes}}{\text{Diámetro primitivo}}$$

$$\text{Paso circunferencial} = \frac{3,1416}{\text{Diametral Pitch}} = \frac{\text{Diámetro primitivo} \times 3,1416}{\text{Número de dientes}}$$

$$\text{Diámetro primitivo} = \frac{\text{Número de dientes}}{\text{Diametral Pitch}} = \frac{\text{Número de dientes} \times \text{Paso}}{3,1416}$$

$$\text{Diámetro exterior} = \frac{\text{Número de dientes} + 1,6}{\text{Diametral Pitch}}$$

$$\text{Espesor del diente en el Diámetro primitivo} = \frac{1,5708}{\text{Diametral Pitch}} = 0,5 \times \text{Paso.}$$

Hasta aquí lo que se refiere a la forma de diente «Stub» 20° de ángulo de presión, y conviene hacer presente que estas son las normas empleadas universalmente; a pesar de las diversas comisiones de normalización que en casi todas las naciones trabajan para normalizar la mecánica, nada en concreto que las supere o mejore puede mencionarse, si bien es digno de tenerse en cuenta el trabajo realizado por el C. N. M. (Comité de Normalización Francés), el cual adoptó un perfil de diente que lo emplea ya la industria francesa, cuyo fundamento viene siendo el ángulo de presión 20°.

$$\text{Altura de la cabeza del diente} = 0,75 \times \text{Módulo.}$$

$$\text{Altura del pie del diente} = 0,95 \times \text{Módulo.}$$

### FORMA DEL DIENTE «STUB» DE 20° COMPARADO CON EL DIENTE NORMAL DE 15°

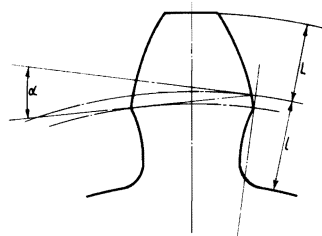


Fig 4

Diente normal en un piñón de 10 dientes.



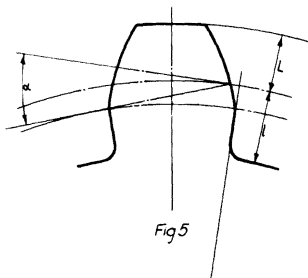


Fig 5

Diente «Stub» en un piñón de 10 dientes.

Finalmente, en el mayor deseo de dar a conocer todos los tipos de engranajes existentes, indicaremos un procedimiento que revoluciona todo lo hasta ahora de uso normal; se trata de un perfil de diente de inmejorable resultado, muy poco conocido, pero muy aplicado; este es el sistema Bostock y Bramley, cuya aplicación principal es: engranajes reductores de velocidad, muy especialmente utilizados en la propulsión de buques accionados por turbinas de vapor.

Sus características son notables, como podrá observarse en los gráficos que se publican en la colección de datos sobre engranajes de este libro, las cuales muestran diversas comparaciones relacionadas con la cremallera, diente normal de 15° y 20° y el sistema de que se trata, puede verse la zona de rodadura y deslizamiento, apreciándose la enorme ventaja sobre todo otro sistema o norma de diente, que trate de cumplir la aplicación especial asignada a éste.

También puede observarse que el Diámetro primitivo se encuentra en la proximidad del pie del diente en el piñón, y en la casi terminación de la cabeza del diente en la rueda y cremallera, por tanto, nada se hizo en materia de engranajes con las características del diente tan originales como este sistema Bostock y Bramley.

Otro perfil de diente que alcanza una gran aceptación, utilizándose mucho, es el «British Standard»; este perfil tiene un ángulo de 20° y su aplicación principal es: engranajes de tracción, cajas reductoras para turbinas de vapor en

aviación, y otras aplicaciones especiales, y su uso más generalizado es engranajes helicoidales con ejes paralelos.

Se clasifican en tres grados:

Clase A. Precisión, engranajes con una velocidad periférica que exceda de 600 metros por minuto.

Clase B. Alta clase, para engranajes con una velocidad periférica de 230 a 900 metros por minuto.

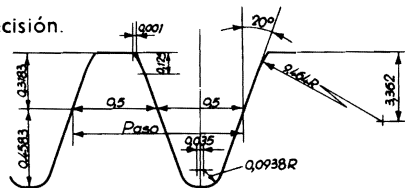
Clase C. Tipo comercial para engranajes corrientes, con una velocidad periférica inferior a 360 metros por minuto.

Las fórmulas para este sistema de engranajes son las siguientes:

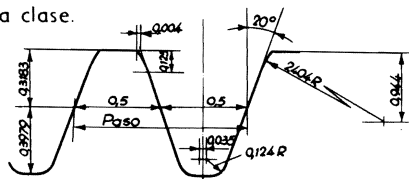
Clase A. — PRECISIÓN		
Dimensión a calcular	Conocido el Diametral Pitch	Conocido el circular Pitch.
Altura de la cabeza del diente.	$\frac{1}{\text{Diametral Pitch}}$	$0,3183 \times \text{circular Pitch.}$
Altura del pie del diente.	$\frac{1,44}{\text{Diametral Pitch}}$	$0,4583 \times \text{circular Pitch.}$
Altura total del diente.	$\frac{2,44}{\text{Diametral Pitch}}$	$0,7766 \times \text{circular Pitch.}$
Espesor del diente en el Diámetro primitivo.	$\frac{1,5708}{\text{Diametral Pitch}}$	$0,5 \times \text{circular Pitch.}$
Clase B.—ALTA CLASE C.—CLASE COMERCIAL		
Altura de la cabeza del diente	$\frac{1}{\text{Diametral Pitch}}$	$0,3183 \times \text{circular Pitch.}$
Altura del pie del diente.	$\frac{1,25}{\text{Diametral Pitch}}$	$0,3979 \times \text{circular Pitch.}$
Altura total del diente.	$\frac{2,25}{\text{Diametral Pitch}}$	$0,7162 \times \text{circular Pitch.}$
Espesor del diente en el Diámetro primitivo.	$\frac{1,5708}{\text{Diametral Pitch}}$	$0,5 \times \text{circular Pitch.}$

# Trazado "British Standard" para el perfil del diente en la cremallera y fresas para tallar este sistema.

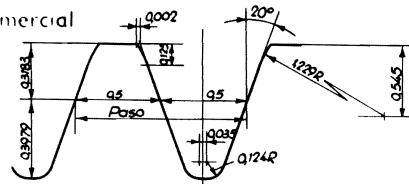
Clase A. — Precisión.



Clase B. — Alta clase.



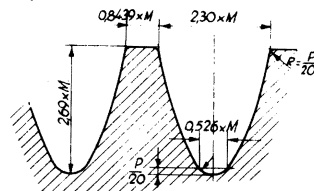
Clase C. — Comercial



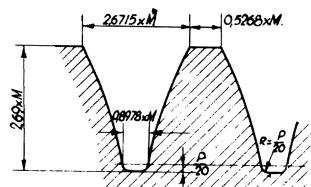
Multiplicar los valores dados por el paso.

Para engranajes helicoidales el perfil del diente aplicado a una sección en ángulo recto con la hélice.

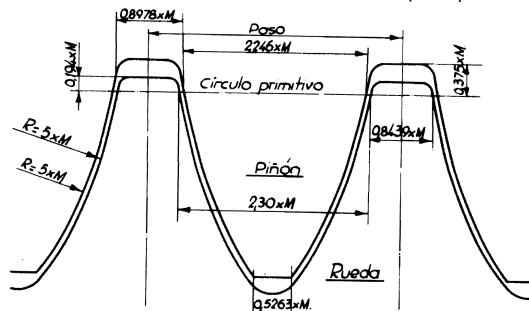
# Engranajes Bostock & Bramley



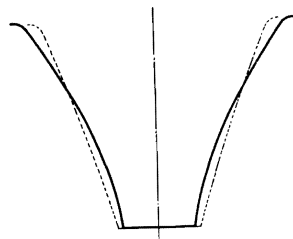
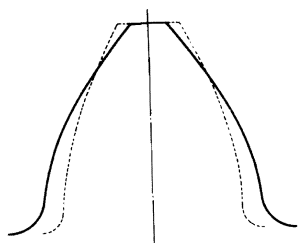
Sección normal en el perfil del diente para cremallera y ruedas.



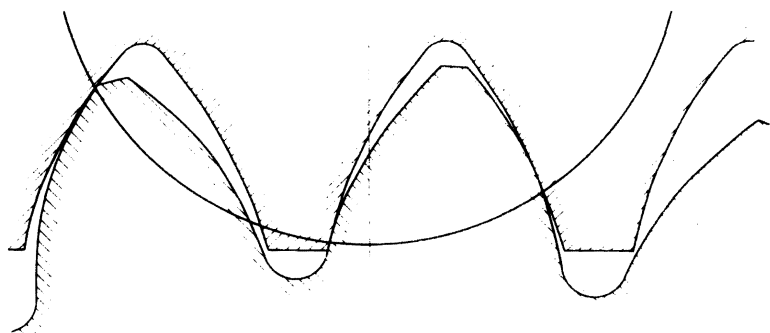
Sección normal en el perfil de los dientes para piñones.



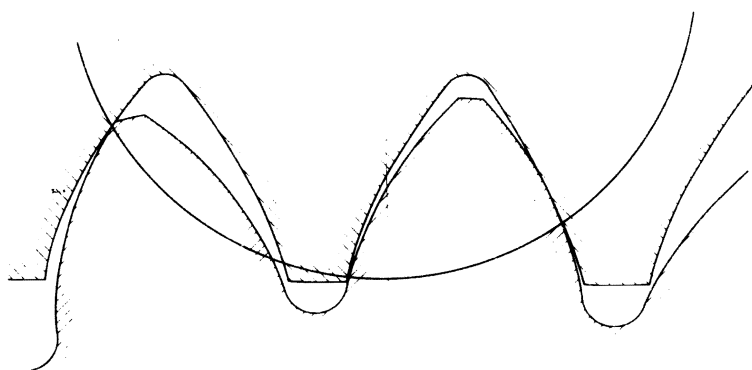
Sección normal de los dientes engranando.



Piñón de 30 dientes      Rueda de 180 dientes  
 Comparación entre dientes Bostock & Bramley, y diente  
 Normal de  $20^\circ$       (Línea ..... = diente Normal)



—      Deslizamiento  
 —      Rodadura  
 Piñón de 30 dientes con la cremallera



————— Deslizamiento  
 ————— Rodadura  
 Piñón = 30 dientes      Rueda = 180 dientes

## TABLA COMPARATIVA DE PASOS

Según el circular pitch, diametral pitch y el módulo:  $cp = \frac{\pi}{dp} = \frac{M\pi}{25,4}$

Circular pitch en pulgadas inglesas	Diametral pitch	MO-DULO	Paso en milímetros	Circular pitch en pulgadas inglesas	Diametral pitch	MO-DULO	Paso en milímetros
3	1,047	24,25	76,1986	15/16	3,351	7,579	23,8120
2 3/4	1,142	22,20	69,4887	7/8	3,590	7,074	22,2245
2 1/2	1,256	20,25	63,4988	13/16	3,867	6,569	20,6371
2 1/4	1,392	18,22	57,1489	3/4	4,189	6,075	19,0496
2	1,571	16,18	50,7990	11/16	4,569	5,558	17,4621
1 7/8	1,676	15,16	47,6241	5/8	5,026	5,053	15,8747
1 3/4	1,795	14,15	44,4491	9/16	5,585	4,547	14,2872
1 5/8	1,933	13,13	41,2742	1/2	6,283	4,050	12,6997
1 1/2	2,094	12,12	38,0993	7/16	7,181	3,537	11,1122
1 7/16	2,185	11,62	36,5118	3/8	8,378	3,031	9,5248
1 3/8	2,285	11,11	34,9243	5/16	10,053	2,526	7,9373
1 1/4	2,513	10,12	31,7494	1/4	12,566	2,02	6,3498
1 5/16	2,646	9,60	30,1619	3/16	16,755	1,515	4,7624
1 1/8	2,793	9,10	28,5744	1/8	25,132	1,01	3,1749
1 1/16	2,957	8,580	26,9870	1/16	50,265	0,505	1,5874
1	3,142	8,085	25,3995				

# TABLA COMPARATIVA DE PASOS

Según el diametral pitch, circular pitch y el módulo:  $dp = \frac{\pi}{cp} = \frac{25,4}{M}$

Diametral pitch	Circular pitch en pulgadas inglesas	MO-DULO	Paso en milímetros	Diametral pitch	Circular pitch en pulgadas inglesas	MO-DULO	Paso en milímetros
1	3,141	25,40	79,795	11	0,285	2,31	7,254
1 1/4	2,513	20,32	63,837	12	0,261	2,12	6,646
1 1/2	2,094	16,93	53,197	14	0,224	1,814	5,700
1 3/4	1,795	14,51	45,597	16	0,196	1,587	4,986
2	1,570	12,70	39,397	18	0,174	1,411	4,432
2 1/4	1,396	11,29	35,465	20	0,157	1,270	3,990
2 1/2	1,256	10,16	31,917	22	0,142	1,154	3,627
2 3/4	1,142	9,24	29,016	24	0,130	1,058	3,325
3	1,047	8,47	26,598	26	0,120	0,977	3,068
3 1/2	0,897	7,26	22,799	28	0,112	0,907	2,850
4	0,785	6,35	19,949	30	0,104	0,847	2,659
5	0,628	5,08	15,959	32	0,098	0,794	2,494
6	0,523	4,23	13,299	36	0,087	0,705	2,217
7	0,448	3,63	11,399	40	0,078	0,635	1,994
8	0,392	3,17	9,974	48	0,065	0,529	1,661
9	0,349	2,82	8,867	60	0,052	0,423	1,331
10	0,314	2,54	7,981	80	0,039	0,317	0,998

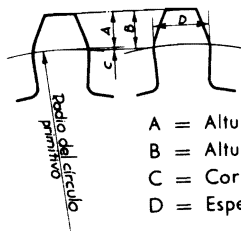
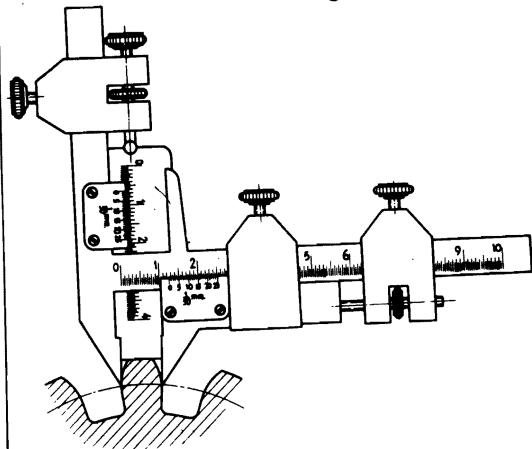
Fórmulas para engranajes según normas inglesa y americana, en función del diametral PITCH y circular PITCH.

Diametral PITCH, nombre bajo el que se comprende el número de dientes por pulgada inglesa en el diámetro primitivo. Ejemplo: A una rueda de 84 dientes que mida 14 pulgadas de diámetro primitivo le corresponde 6 dientes por pulgada; por consiguiente, el diametral PITCH es = 6.

Circular PITCH, se comprende el paso circular del diente en medida inglesa sobre el círculo primitivo. PITCH, traducido al español = PASO.

Fórmulas según el diametral PITCH		Fórmulas según el circular PITCH	
Para obtener	Fórmula	Para obtener	Fórmula
Diametral PITCH P	$P = \frac{N}{D}$	Circular PITCH P'	$P' = \frac{3,1416}{P}$
Circular PITCH P'	$P' = \frac{3,1416}{P}$	Diametral PITCH P	$P = \frac{3,1416}{P'}$
Número de dientes N	$N = P \times D$ $N = O \times P - 2$	Número de dientes N	$N = \frac{3,1416 \times D}{P'}$
PITCH DIAMETER (Diámetro primitivo) D	$D = O - 2S$ $D = \frac{N}{P}$	PITCH DIAMETER (Diámetro primitivo) D	$D = \frac{N \times P'}{3,1416}$
Diámetro EXTERIOR O	$O = D + 2S$ $O = \frac{N + 2}{P}$	Diámetro EXTERIOR O	$O = \frac{(N + 2) \times P'}{3,1416}$ $O = D + 2S$
Altura total del diente W	$W = \frac{2,157}{P}$	Altura total del diente W	$W = 0,8866 \times P'$
Altura de la cabeza S	$S = \frac{1}{P}$	Altura de la cabeza S	$S = \frac{P'}{3,1416}$
Espesor del diente T	$T = \frac{1,5708}{P}$	Espesor del diente T	$T = \frac{P'}{2}$
Distancia entre centros C	$C = \frac{N + n}{2P}$ $C = \frac{D + d}{2}$	Distancia entre centros C	$C = \frac{(N + n) \times P'}{6,2832}$

# Calibre especial para medir dientes de engranaje



- A = Altura normal.  
B = Altura corregida.  
C = Corrección.  
D = Espesor efectivo.

## Detalles para el uso del calibre especial para medir dientes de engranajes

TABLE PARA EL CALCULO DE VALORES  
PARA FIJAR LAS DIMENSIONES EN EL CALIBRE

Número de dientes	Para engranajes rectos según el sistema de Módulo		Número de dientes	Para engranajes rectos según el sistema de Módulo		Número de dientes	Para engranajes rectos según el sistema de Módulo	
	ab	bc		ab	bc		ab	bc
10	1.062	1.564	19	1.032	1.569	28-29	1.022	1.570
11	1.056	1.565	20	1.031	1.569	30-31	1.021	1.570
12	1.051	1.566	21	1.029	1.569	32-33	1.020	1.570
13	1.047	1.567	22	1.028	1.569	34-35	1.019	1.570
14	1.044	1.567	23	1.027	1.570	36-37	1.018	1.570
15	1.041	1.568	24	1.026	1.570	38-39	1.017	1.570
16	1.038	1.568	25	1.025	1.570	40-42	1.016	1.570
17	1.036	1.568	26	1.024	1.570	43-44	1.015	1.570
18	1.034	1.569	27	1.023	1.570	45-00	1.014	1.571

Los valores de esta tabla son para hacer la corrección por el número de dientes, hasta 45, siguiendo la diferencia entre la cuerda y el arco; a partir de 45 dientes, esta diferencia es insignificante, y, por tanto, dentro de la más exigente tolerancia.

Para determinar los valores de fijación en el calibre (altura de la cabeza, ab, y espesor, bc) cuando las ruedas se adaptan al sistema de Módulo, los valores ab y bc se multiplican por el Módulo con que se trata de construir el engranaje. EJEMPLO: Determinar la fijación del calibre para medir los dientes de una rueda de 25 dientes tallada con el Módulo 5.

ab = altura de la cabeza del diente; la tabla indica  $1.025 \times 5 = 5.125$ .  
bc = espesor del diente en el círculo primitivo; la tabla indica  $1.570 \times 5 = 7.850$ .

- N = Número de dientes.  
P = Paso.  
M = Módulo.  
Dp = Diámetro primitivo.  
e = Espacio entre dientes.  
S = Cuerda.  
F = Flecha del arco.  
L = Altura del diente a partir del diámetro primitivo = M.

### FORMULAS

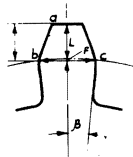
$$\beta = \frac{90}{N}$$

$$S = Dp \times \sin \frac{\beta}{2}$$

$$F = Dp (1 - \cos \frac{\beta}{2})$$

$$ab = L + F.$$

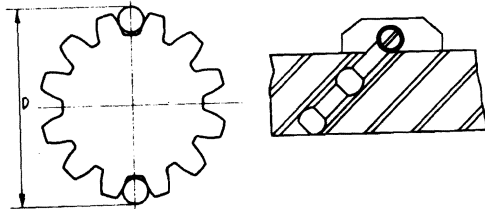
$$bc = S.$$



Para dentaduras interiores,  $ab = L - F$ .

## La medición de ruedas y piñones helicoidales

En los mecanismos de precisión se hace necesario un riguroso control de diámetros en zonas de contacto en los flancos de los dientes. Esto puede realizarse, a falta de aparatos especiales, con un sencillo procedimiento, y por medio de los rodillos esféricos, según se detalla a continuación:



Se recomienda que el sistema sea inverso, donde pueda operarse según el Módulo o Diametral Pitch inglés. Deben prepararse dos barras con unos discos esféricos que puedan sustituir a las bolas, y cuyo detalle se indica en el dibujo. Los diámetros más convenientes se determinarán por las siguientes fórmulas.

### PARA EL SISTEMA DE MODULO

$$\text{Diámetro en mm. de los rodillos esféricos} = \frac{1.750}{K} \times 25.4$$

### PARA EL SISTEMA DIAMETRAL PITCH

$$\text{Diámetro en pulgadas de los rodillos esféricos} = \frac{1.750}{\text{Diametral}}$$

El factor K será el que pertenezca al módulo que se utilice según tabla.

Después se procede a determinar la dimensión D sobre rodillos esféricos, cuya fórmula es:

### PARA EL SISTEMA DE MODULO PARA EL SISTEMA DIAMETRAL PITCH

$$D \text{ en mm.} = \frac{F}{K} \times 25.4 \quad D \text{ en pulgadas} = \frac{F}{\text{Diametral}}$$

El factor F será el que pertenezca, en función de número de dientes y ángulo de presión según tabla.

EJEMPLOS: Piñón de 26 dientes. Módulo 5. Ángulo de presión,  $14\frac{1}{2}^\circ$   
Factor K = 5,080 Factor F = 28,520

La conversión del módulo y diametral es la siguiente:

$$M = \text{Módulo} \quad DP = \text{Diametral Pitch}$$

$$M = \frac{25.4}{DP} \quad DP = \frac{25.4}{M}$$

Todos los cálculos precedentes se refieren a módulo y diametral normal.

Núm. de dientes	Dientes pares. Factor F.			Núm. de dientes	Dientes impares. Factor F.		
	Angulo de presión				Angulo de presión		
	14° 1/2°	20°	25°		14° 1/2°	20°	25°
10	12,415	12,413	12,431	9	11,256	11,258	11,277
12	14,436	12,428	14,442	11	13,307	13,302	13,318
14	16,454	16,440	16,450	13	15,348	15,335	15,347
16	18,468	18,450	18,458	15	17,376	17,359	17,368
18	20,482	20,458	20,463	17	19,400	19,378	19,384
20	22,493	22,465	22,468	19	21,420	21,394	21,398
22	24,502	24,470	24,472	21	23,437	23,406	23,409
24	26,512	26,475	26,475	23	25,452	25,417	25,419
26	28,520	28,481	28,479	25	27,464	27,427	27,427
28	30,526	30,484	30,482	27	29,476	29,435	29,433
30	32,532	32,487	32,484	29	31,485	31,442	31,439
32	34,536	34,491	34,486	31	33,495	33,449	33,444
34	36,542	36,494	36,488	33	35,503	35,454	35,448
36	38,547	38,496	38,489	35	37,511	37,460	37,453
38	40,553	40,499	40,491	37	39,516	39,463	39,455
40	42,557	42,502	42,492	39	41,523	41,467	41,458
42	44,561	44,503	44,493	41	43,529	43,472	43,463
52	54,576	54,510	54,498	43	45,534	45,475	45,465
				53	55,554	55,486	55,474

Módulo	Factor K	Módulo	Factor K	Módulo	Factor K	Módulo	Factor K
1	25,400	3	8,466	6	4,233	13	1,954
1.25	20,320	3.25	7,815	6.5	3,906	14	1,814
1.5	16,933	3.5	7,257	7	3,628	15	1,696
1.75	14,514	3.75	6,773	8	3,175	16	1,587
2	12,700	4	6,350	9	2,822	18	1,411
2.25	11,289	4.5	5,644	10	2,540	20	1,270
2.5	10,160	5	5,080	11	2,309	22	1,155
2.75	9,230	5.5	4,619	12	2,117	24	1,058
						25	1,016

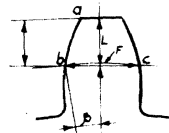
### ADVERTENCIA IMPORTANTE

Para espesores y alturas en los dientes de las ruedas helicoidales, en la corrección de ajuste del calibre, deben tomarse los valores a, b, c, por el número de dientes ficticio NF, según la fórmula:

$$NF = \frac{\text{Núm. de dientes}}{\cos^2 \alpha}$$

$$\alpha = \text{Ángulo de la hélice}$$

### EL USO DEL CALIBRE ESPECIAL PARA MEDIR DIENTES DE ENGRANAJE



# MECION DE LA DENTADURA DE UN ENGRANAJE POR MEDIO DE UN CALIBRE CORRIENTE

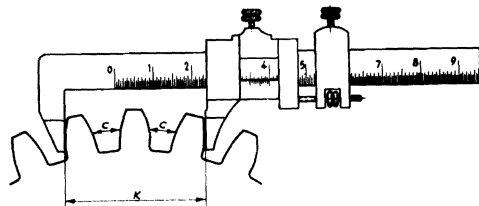


Tabla indicadora del número de espacios comprendidos en la medida K en función del número de dientes del engranaje y ángulo de presión.

## EJEMPLO PARA SU USO

Ángulo de presión, 20° Núm. de dientes, 45 Núm. de espacios, C = 4

NUMERO DE ESPACIOS C	ANGULO DE PRESION				
	14° 30'	17°	20°	22° 30'	25°
	NUMERO DE DIENTES DE ENGRANAJE				
1	12 = 25	12 = 21	12 = 18	12 = 16	12 = 14
2	26 = 37	22 = 32	19 = 27	17 = 24	15 = 21
3	38 = 50	33 = 42	28 = 36	25 = 32	22 = 29
4	51 = 62	43 = 53	37 = 45	33 = 40	30 = 35
5	63 = 75	54 = 64	46 = 54	41 = 48	37 = 43
6	76 = 87	65 = 74	55 = 63	49 = 56	44 = 51
7	88 = 100	75 = 85	64 = 72	57 = 64	52 = 58
8		86 = 96	73 = 81	65 = 72	59 = 65

M = Módulo. C = Espacios. Y = Núm. de espacios C.

N = Núm. de dientes del engranaje. α = Ángulo de presión.

α 1 = Ángulo de presión en radianes.

Fórmula general para cualquier ángulo de presión:

$$K = M \left[ \pi \left( Y + \frac{1}{2} \right) \cos \alpha + N \cos \alpha (\tan \alpha - \alpha) \right]$$

Fórmula para 14° 30' simplificada:

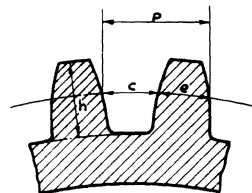
$$K = M [(3.04280 \times Y) + 1.5218 + (0.00514 \times N)]$$

Fórmula para 15° simplificada:

$$K = M [(3.03455 \times Y) + 1.5177 + (0.00594 \times N)]$$

Fórmula para 20° simplificada:

$$K = M [(2.952 \times Y) + 1.476 + (0.014 \times N)]$$



## Dimensiones del diente en los pasos normales del módulo

Módulo. . . . .	1	1,25	1,5	1,75	2	2,25	2,5	2,75	3	3,25
Paso. . . . . mm.	3,14	3,93	4,71	5,5	6,28	7,07	7,85	8,64	9,42	10,21
Espacio entre dientes. »										
Espesor del diente. »	1,57	1,97	2,36	2,75	3,14	3,54	3,93	4,32	4,71	5,11
Profundidad del diente. »	2,17	2,71	3,25	3,79	4,33	4,87	5,42	5,96	6,5	7,04
Módulo. . . . .	3,5	3,75	4	4,25	4,5	4,75	5	5,25	5,5	5,75
Peso. . . . . mm.	11	11,78	12,56	13,35	14,13	14,92	15,70	16,49	17,28	18,06
Espacio entre dientes. »	5,5	5,89	6,29	6,68	7,07	7,46	7,86	8,25	8,64	9,03
Espesor del diente. »	7,58	8,13	8,67	9,21	9,75	10,29	10,83	11,38	11,92	12,46
Profundidad del diente. »										
Módulo. . . . .	6	6,25	6,5	7	7,5	8	9	10	11	12
Paso. . . . . mm.	18,84	19,64	20,42	21,99	23,56	25,13	28,27	31,42	34,56	37,7
Espacio entre dientes. »	9,43	9,82	10,21	11	11,78	12,57	14,14	15,71	17,28	18,85
Espesor del diente. »	13	13,54	14,08	15,17	16,25	17,32	19,5	21,67	23,83	26
Profundidad del diente. »										
Módulo. . . . .	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Paso. . . . . mm.	40,84	43,98	47,12	50,27	53,41	56,55	59,69	62,83	65,97	69,12
Espacio entre dientes. »	20,42	21,99	23,56	25,13	26,70	28,27	29,85	31,42	32,98	34,56
Espesor del diente. »	28,17	30,33	32,5	34,67	36,83	39	41,17	43,33	45,5	47,67
Profundidad del diente. »										
Módulo. . . . .	25	28	30	32	35	38	40	50		
Paso. . . . . mm.	78,54	87,96	94,25	100,53	109,96	109,38	125,66	157,08		
Espesor del diente. »	39,27	43,98	47,12	50,26	54,98	59,69	62,83	78,54		
Profundidad del diente. »	53,9	60,4	64,7	69	75,5	81,9	86,3	107,8		



# Tallado de ruedas rectas con dentado evolvente

## JUEGO DE FRESAS

### 8 fresas por juego, utilizadas para Módulo 1-10

N.º 1 para ruedas de 12-13 dientes	N.º 5 para ruedas de 26-34 dientes
» 2 » 14-16 »	» 6 » 35-54 »
» 3 » 17-20 »	» 7 » 55-134 »
» 4 » 21-25 »	» 8 » 135-cremallera

### 15 fresas por juego, utilizadas para Módulo 11 y mayores

N.º 1 para ruedas de 12 dientes	N.º 4 1/2 para ruedas de 23-25 dientes
» 1 1/2 » 13 »	» 5 » 26-29 »
» 2 » 14 »	» 5 1/2 » 30-34 »
» 2 1/2 » 15-16 »	» 6 » 35-41 »
» 3 » 17-18 »	» 6 1/2 » 35-54 »
» 3 1/2 » 19-20 »	» 7 » 55-79 »
» 4 » 21-22 »	» 7 1/2 » 80-134 »

Núm. 8, para ruedas de 135 dientes hasta cremallera

## FRESAS PARA «DIAMETRAL PITCH»

Si el cálculo para engranajes se efectúa según Diametral o Circular Pitch, el número de fresas por juego es como sigue:

### 8 fresas por juego, utilizadas para Diametral Pitch 36-2 1/2

N.º 1 para ruedas de 135 dientes a cremallera	N.º 5 para ruedas de 21-25 dientes
» 2 » 55-134 dientes	» 6 » 17-20 »
» 3 » 35-54 »	» 7 » 14-16 »
» 4 » 26-34 »	» 8 » 12-13 »

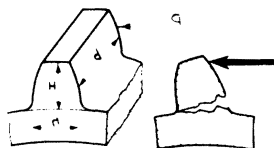
### 15 fresas por juego, utilizadas para Diametral Pitch 2 1/2 - 1

Núm. 1, para ruedas de 135 dientes a cremallera

N.º 1 1/2 para ruedas de 80-134 dientes	N.º 5 para ruedas de 21-25 dientes
» 2 » 55-79 »	» 5 1/2 » 19-20 »
» 2 1/2 » 42-54 »	» 6 » 17-18 »
» 3 » 35-41 »	» 6 1/2 » 15-16 »
» 3 1/2 » 30-34 »	» 7 » 14 »
» 4 » 26-29 »	» 7 1/2 » 13 »
» 4 1/2 » 23-25 »	» 8 » 12 »

Se advierte que las dos tablas últimas se dan a conocer porque en América (U. S. A.) e Inglaterra marcan las fresas con números a la inversa del sistema de Módulo.

## Resistencia del diente en los engranajes



El diente de un engranaje trabaja por resistencia a la flexión, y debe ser calculado como un sólido encastrado en la base, soportando en la extremidad de la cabeza el esfuerzo o carga; por tanto, se calculará como si un solo diente soportara el esfuerzo tangencial.

La más notable teoría sobre esta materia fue dada a conocer por

Mr. Wilfred Lewis, en Filadelfia, el 15 de octubre de 1892, y todo cuanto se ha investigado y modificado, está basado en los principios LEWIS. A continuación se dan los datos más elementales para resolver los cálculos en los casos corrientes de engranajes, dejando los de altos estudios de proyección y rendimientos máximos para aquellos que trabajan en el grado superior de la técnica; por tanto, nos limitaremos a estas fórmulas generales, que estimamos suficientes:

DESIGNACION	FORMULAS
P = Presión o esfuerzo tangencial para el diente en Kg.	$P = \frac{75 \times F}{V}$
V = Velocidad periférica o lineal en el diámetro primitivo en metros por segundo.	$V = \frac{DP \times \pi \times N}{60} = \frac{75 \times F}{P}$
F = Fuerza en C. V. (caballos de vapor) a transmitir.	
M = Módulo.	$W = \frac{b \times h^2}{6}$
h = Espesor del diente en la raíz.	
M = Altura del diente.	
b = Ancho del diente.	$M = \sqrt{\frac{P}{C \times 1.52}}$
W = Momento de resistencia de la sección rectangular.	(Véase tabla de valores C)
C = Carga de seguridad o coeficiente de trabajo por flexión en Kg. mm <sup>2</sup> .	
Dp = Diámetro primitivo (en metros).	$F = \frac{P \times V}{75}$
N = Número de revoluciones por minuto.	

## Resistencia del diente en los engranajes

Tabla para valores (C) coeficiente de trabajo a la flexión en la raíz del pie de los dientes

MATERIALES	C = Kgs. x mm <sup>2</sup>
Fundición 18 a 19 Kgs. mm <sup>2</sup> . . . . .	4 - 5
Acero moldeado. . . . .	9 - 10
Acero al carbono:	
C = 0,15 - 0,25 % . . . . .	14 - 17
C = 0,40 - 0,50 % . . . . .	24 - 27
Acero al níquel:	
Ni = 3,25 - 3,75 % . . . . .	27 - 31
Acero al cromo níquel:	
Cr = 0,45 Ni = 1 % . . . . .	24 - 28
Cr = 0,75 Ni = 1,5 % . . . . .	31 - 42
Bronce fosforoso . . . . .	5 - 6
Duraluminio. . . . .	10
Cuproaluminio . . . . .	16
Aluminio . . . . .	3
Materias plásticas, fenolita, etc. . . . .	1,5

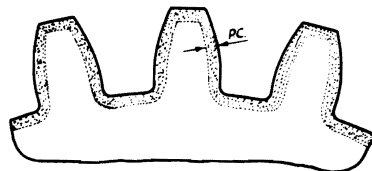
Valores C, basados en los límites de elasticidad de los diversos materiales a emplear, y están comprendidos entre 70 a 80 % de la resistencia a la tracción.

### FORMULA

$$\text{Aprox. } C = \frac{\text{Límite elástico}}{2}$$

## Tratamiento térmico de ruedas dentadas con dientes cementados

(Valedero inclusive para ruedas con dientes rectificadas)



PC = Profundidad de penetración de la cementación que deben tener los dientes

M = Módulo.

Módulo	PC mm.	Módulo	PC mm.
1	0,2	3 - 3,25	0,7
1,25 - 1,5	0,3	3,5	0,8
1,75	0,4	3,75 - 4	0,9
2 - 2,25	0,5	4,5 - 5	1
2,5 - 2,75	0,6	5,5 - 6	1,3

Del módulo 6 en adelante se aplicará la siguiente

### FORMULA

$$PC = \frac{M \times \pi}{2} \times \frac{15}{100} = 0,235 \times M$$

# Engranajes cilíndricos, tolerancias de fabricación para dentaduras fresadas o rectificadas

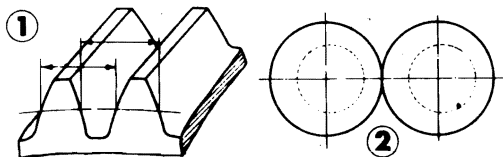
## CLASE ALTA PRECISION

### TOLERANCIA EN LA DENTADURA

DESIGNACION	MODULO			
	1 a 4	4,5 a 7	7 a 10	Mayor de 10
① Error de división. Suma de dos flancos de dientes.	De 0,005 a 0,008	De 0,008 a 0,010	De 0,010 a 0,012	De 0,012 a 0,015
② Excentricidad máxima entre el par de engranajes.	0,010	0,015	0,020	0,025
③ Holgura entre dientes ISA. E-9.	De 0,014 a 0,030	De 0,020 a 0,050	De 0,025 a 0,061	De 0,032 a 0,075
④ Error máximo sobre el flanco del diente, derecho o izquierdo.	0,003	0,005	0,008	0,010
⑤ Paralelismo del diente respecto al agujero.	De 0,002 a 0,003	De 0,003 a 0,005	De 0,005 a 0,008	De 0,008 a 0,012
⑥ Perpendicularidad de la cara del diente respecto al agujero.	0,010	0,020	0,030	0,040

### TOLERANCIA EN LA DISTANCIA ENTRE EJES Y DIAMETRO EXTERIOR

DESIGNACION	MODULO			
	1 a 3	3,25 a 5	5,5 a 10	Más de 10
Diámetro exterior ISA. b-11.	-0,14 -0,20	-0,14 -0,21	-0,15 -0,24	-0,15 -0,26
Distancia entre ejes ISA. E-8.	+0,028 +0,014	+0,038 +0,020	+0,047 +0,025	+0,059 +0,032



# Engranajes cilíndricos, tolerancias de fabricación para dentaduras fresadas o rectificadas

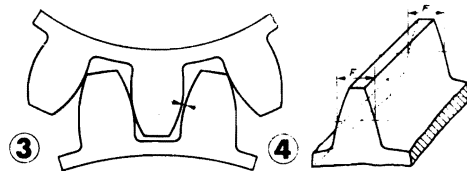
## CLASE PRECISION

### TOLERANCIA EN LA DENTADURA

DESIGNACION	MODULO			
	1 a 4	4,5 a 7	7 a 10	Mayor de 10
① Error de división. Suma de dos flancos de dientes.	De 0,015 a 0,020	De 0,02 a 0,03	De 0,03 a 0,04	De 0,05 a 0,06
② Excentricidad máxima entre el par de engranajes.	0,05	0,08	0,10	0,12
③ Holgura entre dientes ISA. D-10.	De 0,020 a 0,060	De 0,03 a 0,08	De 0,04 a 0,12	De 0,05 a 0,12
④ Error máximo sobre el flanco del diente, derecho o izquierdo.	0,006	0,008	0,010	0,012
⑤ Paralelismo del diente respecto al agujero.	De 0,006 a 0,008	De 0,008 a 0,010	De 0,010 a 0,015	De 0,015 a 0,020

### TOLERANCIA EN LA DISTANCIA ENTRE EJES Y DIAMETRO EXTERIOR

DESIGNACION	MODULO			
	1 a 3	3,25 a 5	5,5 a 10	Más de 10
Diámetro exterior ISA. b 11.	-0,14 -0,20	-0,14 -0,21	-0,15 -0,24	-0,15 -0,26
Distancia entre ejes ISA. E-9.	+0,039 +0,014	+0,050 +0,020	+0,061 +0,025	+0,075 +0,032



# Engranajes cilíndricos, tolerancias de fabricación para dentaduras fresadas o rectificadas

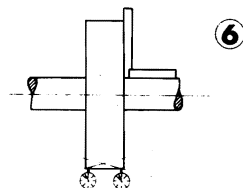
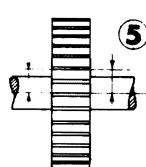
## CLASE CORRIENTE

### TOLERANCIA EN LA DENTADURA

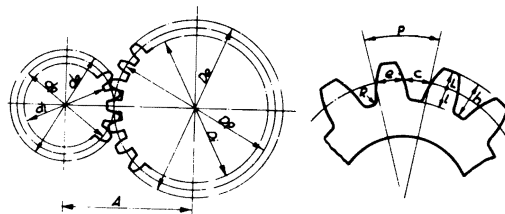
DESIGNACION	MODULO		
	3 a 5	5,5 a 10	Más de 10
① Error de división. Suma de dos flancos de dientes.	De 0,03 a 0,04	De 0,05 a 0,06	De 0,06 a 0,08
② Excentricidad máxima entre el par de engranajes.	0,1	0,15	0,20
③ Holgura entre dientes ISA. D-11.	De 0,03 a 0,1	De 0,04 a 0,13	De 0,05 a 0,16
④ Error máximo sobre el flanco del diente, derecho o izquierdo.	0,01	0,015	0,02
⑤ Paralelismo del diente respecto al agujero.	De 0,01 a 0,015	De 0,015 a 0,02	De 0,02 a 0,03

### TOLERANCIA EN LA DISTANCIA ENTRE EJES Y DIAMETRO EXTERIOR

DESIGNACION	MODULO		
	3 a 5	3,5 a 10	Más de 10
Diámetro exterior ISA. a-11.	-0,27 -0,33	-0,27 -0,34	-0,28 -0,37
Distancia entre ejes ISA. D-10.	+0,06 +0,03	+0,10 +0,04	+0,12 +0,05



# FORMULAS GENERALES para engranajes rectos según el sistema normal de Módulo



## DESIGNACION

P = Paso.  
M = Módulo.  
Dp = Diámetro primitivo.  
De = Diámetro exterior.  
Di = Diámetro interior.  
c = Espacio entre dientes.  
e = Espesor del diente.

h = Altura total del diente.  
L = Altura de la cabeza del diente.  
l = Altura del pie del diente.  
R = Radio del pie del diente.  
A = Distancia entre ejes o centros.

$$M = \frac{P}{\pi} = \frac{D_p}{N} = \frac{D_e}{N + 2}$$

$$e = \frac{P}{2} = M \times 1,5708.$$

$$P = M \times \pi.$$

$$h = M \times 2,167.$$

$$D_p = M \times N.$$

$$A = \frac{D_p + d_p}{2} = \frac{N + n}{2} \times M.$$

$$D_e = M \times (N + 2).$$

$$L = M.$$

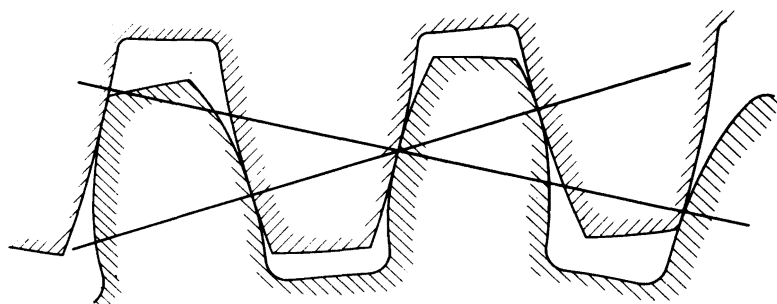
$$D_i = D_p - (2M \times 1,167).$$

$$l = M \times 1,167$$

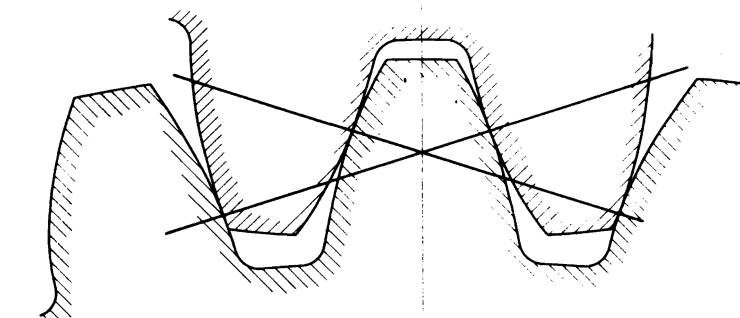
$$c = \frac{P}{2} = M \times 1,5708.$$

$$R = 0,3 \times M = \frac{c}{6}.$$

(Máximo.) (Mínimo.)



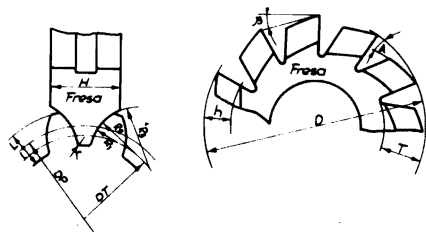
—— Deslizamiento  
 ——— Rodadura  
 Diente 15°. Perfil Normal



—— Deslizamiento  
 ——— Rodadura

Dentadura de dos piñones de 30 dientes engranando,  
 con ángulo de presión a 20°

# CONSTRUCCIÓN DE FRESAS TIPO SIMPLE para talla de engranajes según el sistema de Módulo



$$H = 3,6 \times M. \quad L = \text{Cabeza del diente} = \text{Módulo}. \quad e = \frac{\text{paso}}{2}.$$

$$M = \text{Módulo}. \quad f = \text{Pie del diente}. \quad r = 0,3 \times M.$$

$$DP \cong M \times N. \quad N = \text{Número de dientes de la rueda}.$$

$$DT \begin{cases} \text{Círculo de trazado de los} \\ \text{dientes.} \end{cases} \quad K = \text{Coseno del ángulo de presión.}$$

$$DT = K \times DP. \quad \text{Radios de trazado} = R_1, R_2, R_3.$$

## DATOS PARA DESTALONADO

$$A = \frac{D \times 3,1416 \times \text{Tg } \beta}{n}; \quad T = h + 1 \text{ Módulo}; \quad \beta = \begin{cases} 6^\circ \text{ Mínimo. } 10^\circ \text{ Máximo} \\ \text{Ángulo de incidencia.} \end{cases}$$

$n$  = Número de dientes cortantes de la fresa.

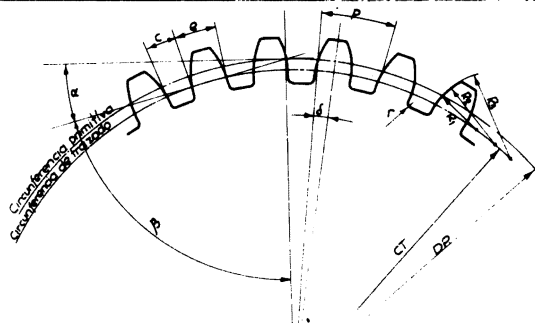
$h$  = Altura normal del diente en la fresa en función del ancho  $H$ .

## ANGULOS DE PRESION MAS USUALES

Ruedas con más de 25 dientes	$14 \frac{1}{2}^\circ$ a $20^\circ$ .
» de 23 a 25 dientes	$17 \frac{1}{2}^\circ$ a $20^\circ$ .
» » 18 a 22 » 20 »	$20^\circ$ a $22^\circ$ .
» » 14 a 17 » 22 »	$22 \frac{1}{2}^\circ$ .
» » 10 a 13 » 25 »	menos de 10 dientes 25 a $28^\circ$ .

Para trazados de los dientes véanse las fórmulas generales.

# CONSTRUCCIÓN DE LOS DIENTES para engranajes con menos de 30 dientes



## DESIGNACION

$P$  = Paso.  
 $M$  = Módulo.  
 $c$  = Espacio entre dientes.  
 $CT$  = Diámetro del círculo de trazado.  
 $R_1, R_2, R_3$  = Radios para el trazado del diente.

$\gamma$  = Ángulo de presión.  
 $\delta$  = Ángulo de flanco.  
 $e$  = Espesor del diente.  
 $DP$  = Diámetro primitivo.  
 $r$  = Radio de pie del diente.  
 $\beta$  = Ángulo de complemento.  
 $N$  = Número de dientes.

## FÓRMULAS

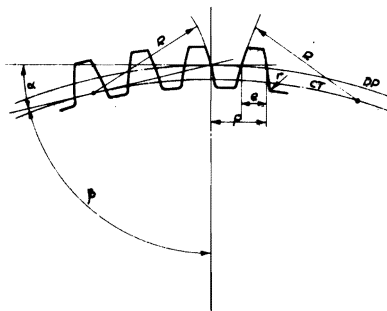
$$P = M \times 3,1416; \quad M = \frac{P}{3,1416} = \frac{DP}{N} = \frac{DE}{N + 2}; \quad DP = M \times N;$$

$$e = 0,5 \times P = DP \times \text{Sen } \delta; \quad c = 0,5 \times P \text{ (Holgura neutra)}; \quad \delta = \frac{90^\circ}{N};$$

Para $\gamma = 15^\circ$		$\gamma = 75^\circ$	
CT = 0,96592 $\times$ DP	$R_1 = 0,07 \times$ DP	$R_2 = 0,22 \times$ DP	$R_3 = 0,33 \times$ DP
Para $\gamma = 14^\circ \frac{1}{2}$		$\gamma = 75^\circ \frac{1}{2}$	
CT = 0,96815 $\times$ DP	$R_1 = 0,07 \times$ DP	$R_2 = 0,22 \times$ DP	$R_3 = 0,33 \times$ DP
Para $\gamma = 20^\circ$		$\gamma = 75^\circ$	
CT = 0,93969 $\times$ DP	$R_1 = 0,068 \times$ DP	$R_2 = 0,2140 \times$ DP	$R_3 = 0,321 \times$ DP
$r = 0,3 \times M$ (Máximo)		$\text{Cos } \gamma \times \text{DP} = \text{CT}$	

Para complementos usar fórmulas generales.

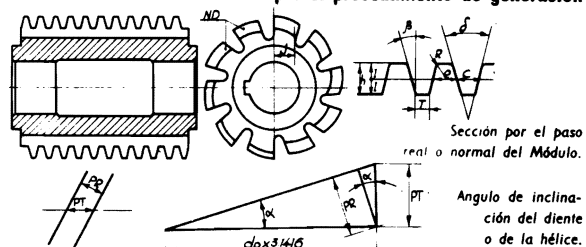
# Trazado de los dientes para engranajes con más de 30 dientes



DESIGNACION	FORMULAS
DP = Diámetro primitivo.	$P = M \times 3,1416.$
CT = Diámetro del círculo de trazado.	$M = \frac{P}{3,1416} = \frac{DP}{N} = \frac{DE}{N+2}.$
r = Radio del pie del diente.	$e = 0,5 \times P; \quad c = 0,5 \times P.$
R = Radio para trazado del diente.	$DP = M \times N.$
P = Paso.	Para $\alpha = 14 \frac{1}{2}^\circ; \quad \beta = 75 \frac{1}{2}^\circ.$
c = Espacio entre dientes.	$CT = 0,96815 \times DP.$
e = Espesor del diente.	Para $\alpha = 15^\circ; \quad \beta = 75^\circ.$
α = Ángulo de presión.	$CT = 0,96592 \times DP.$
β = Ángulo de complemento.	Para $\alpha = 20^\circ; \quad \beta = 70^\circ.$
N = Número de dientes.	$CT = 0,93969 \times DP.$
M = Módulo.	$R = \frac{DP}{8}.$
Holgura neutra.	$r = 0,3 \times M \text{ (Máximo).}$
	$\cos \alpha \times DP = CT.$

Para complementos usar fórmulas generales.

# Fresas para tallar engranajes rectos y helicoidales sobre máquinas automáticas de talla continua por el procedimiento de generación



DESIGNACION	FORMULAS
M = Módulo.	$M = \frac{P}{3,1416}.$
de = Diámetro exterior.	$de = dp + 2 \times \ell.$
dp = Diámetro primitivo.	$dp = de - 2 \times \ell.$
α = Ángulo de inclinación del filete o de la hélice.	$\ell = 1,167 \times M.$
PR = Paso real o normal del módulo.	$h = 2,334 \times M.$
PT = Paso del tornillo.	$R = 0,05 \times P.$
l = Alturas de la cabeza y pie del diente (en este caso ambas iguales).	$PR = M \times 3,1416.$
h = Altura total del diente.	$PT = \frac{PR}{\cos \alpha}, \text{ que será el paso:}$
e = Espesor del diente.	$\text{para roscar en el torno.}$
c = Espacio entre dientes.	$SP = dp \times 3,1416 \times \cotg \alpha.$
β = Ángulo en el flanco del diente.	$\text{Seno } \alpha = \frac{PR}{dp \times 3,1416} = \frac{M}{dp}.$
δ = Ángulo total entre flancos.	$\beta = \begin{cases} \text{Diente normal} = 14 \frac{1}{2}^\circ. \\ \text{reforzado} = 20^\circ. \end{cases}$
T = Ancho en el fondo del diente y ancho de la punta de la cuchilla para roscar.	$\delta = \begin{cases} \text{Diente normal} = 29^\circ. \\ \text{reforzado} = 40^\circ. \end{cases}$
SP = Paso de la espiral de corte.	$T = \left( \frac{PT \times \cotg \beta}{4} - \ell \right) \times$
ND = Número de dientes de la fresa.	$\times 2 \times \tg \beta.$
J = Ancho del diente cortante.	$ND = \frac{de \times 3}{2PT}.$
R = Radio en la cabeza del diente.	$J = h + 3 \text{ mm.}$

## TORNILLO SIN-FIN Y SU RUEDA

## DESIGNACION

M = Módulo.

n = Número de filetes o entradas.

P = Paso lineal.

$\alpha$  = Angulo de inclinación del filete o de la hélice.

de = Diámetro exterior.

dp = Diámetro primitivo.

d = Diámetro al fondo del hilo.

LR = Longitud de la parte roscada.

F = Extremos sin rosca.

h = Altura total del filete.

L = Altura de la cabeza del filete.

$\ell$  = Altura del pie del filete.

e = Espesor del filete.

c = Espacio entre filetes.

$\beta$  = Angulo en el flanco del filete.

T = Ancho en el fondo del filete y ancho de la punta de la cuchilla para roscar.

R = Radio en la cabeza del filete.

$\lambda$  = Angulo total entre flancos.

Sección del filete según eje

## FORMULAS

$$M = \frac{P}{3,1416}; \quad P = M \times 3,1416.$$

Paso para el torno si el tornillo tiene más de un filete o entrada =  $P \times n$ .

$$Tg \alpha = \frac{P}{dp \times 3,1416} = \frac{M}{dp}.$$

$$de = dp + 2M = dp + 2L.$$

$$dp = de - 2M = de - 2L.$$

$$d = de - 2h; \quad h = 2,167 \times M.$$

$$L = M; \quad l = 1,167 \times M.$$

$$e = \frac{P}{2}; \quad c = \frac{P}{2}.$$

$$\beta = \text{Filete normal } 14 \frac{1}{2}^\circ.$$

$$\beta = \text{Filete reforzado } 20^\circ.$$

$$\beta = \text{Filete para pasos largos } 30^\circ.$$

$$T = \left( \frac{P \times \cotg \beta}{4} - \ell \right) \times 2 \times \tg \beta.$$

$$LR =$$

$$P \times \left( 4,5 + \frac{N^\circ \text{ de dientes rueda}}{50} \right).$$

$$F = P; \quad R = 0,05 \times P.$$

**Nota.** — Como norma actual en los tornillos sin-fin de:

Filete simple y doble,  $\lambda = 29^\circ$ .

Filete triple y cuádruple,  $\lambda = 40^\circ$ .

Filetes para pasos largos,  $\lambda = 60^\circ$ .

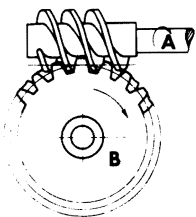
En algunos casos también se utilizan

$40^\circ$  para filete simple y doble.



## Tornillo sin-fin y su rueda

### Relaciones que existen en diversos casos



1.º Si el número de filetes y revoluciones por minuto de un tornillo sin-fin son conocidos, así como el número de dientes de la rueda.

Se determina el número de revoluciones de esta rueda por medio de la fórmula:

Revoluciones de la rueda =

$$= \frac{\text{N.º de revoluciones del sin-fin} \times \text{N.º de filetes}}{\text{N.º de dientes de la rueda}}$$

EJEMPLO:

Tornillo sin-fin A tiene doble filete y gira a 240 revoluciones, la rueda B tiene 80 dientes, el número de revoluciones de esta rueda será igual

$$\frac{240 \times 2}{80} = 6 \text{ revoluciones.}$$

2.º Calcular el número de dientes de una rueda a tornillo sin-fin para una velocidad determinada, conocidos el número de filetes del tornillo sin-fin, y el número de revoluciones por minuto del tornillo y la rueda.

FORMULA: N.º de dientes de la rueda =

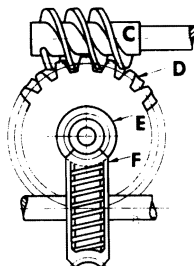
$$= \frac{\text{N.º de revoluciones del tornillo} \times \text{N.º de filetes}}{\text{N.º de revoluciones de la rueda}}$$

EJEMPLO:

El tornillo sin-fin A es de triple filete y gira a 360 revoluciones, la rueda B debe girar a 10 revoluciones, el número

de dientes será:  $\frac{360 \times 3}{10} = 108$  dientes.

3.º Velocidad de ruedas a tornillo sin-fin compuestas.



DATOS PARA  
EL CALCULO

C = Tornillo sin-fin motriz con filete simple, girando a 1600 revoluciones.

E = Tornillo sin-fin a doble filete.

D = Rueda de 80 dientes.

F = Rueda de 40 dientes.

Determinar el número de revoluciones de la rueda F.

$$\frac{1600 \times (1 \times 2)}{80 \times 40} = 1 \text{ revolución.}$$

La operación consiste en multiplicar el número de revoluciones del tornillo sin-fin motriz por el producto del número de filetes de los tornillos, y dividir por el producto del número de dientes de las ruedas.

4.º Velocidad de un tornillo sin-fin con las ruedas compuestas.

Se opera del modo siguiente:

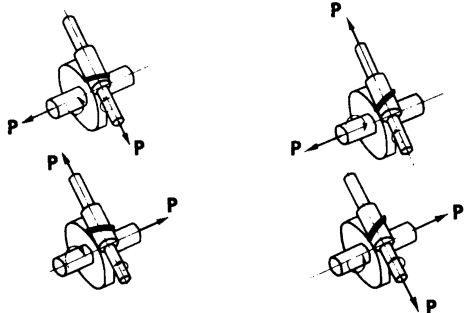
EJEMPLO:

Si los tornillos sin-fin C y E tienen doble filete, la rueda D 40 dientes, y la rueda P 20 dientes, el número de revoluciones del sin-fin motriz C será igual al resultado de

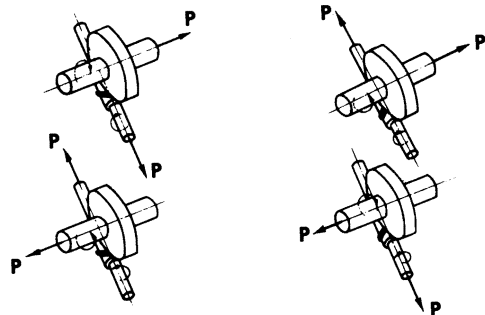
$$\frac{F \times D}{C \times E} = \frac{20 \times 40}{2 \times 2} = 200 \text{ revoluciones.}$$

# Empujes axiales (P) de tornillos sin-fin y sus ruedas girando en diversos sentidos

Sin-fin trabajando sobre la rueda.



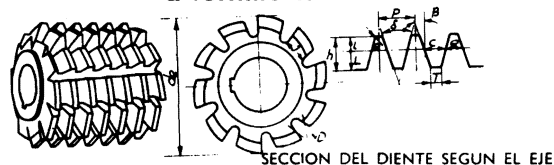
Sin-fin trabajando debajo de la rueda



Sin-fin con filetes roscados a izquierda.

Sin-fin con filetes roscados a derecha.

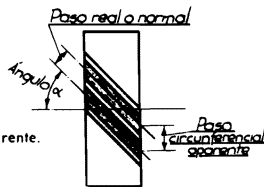
## Fresa sin-fin para tallar únicamente ruedas a tornillo sin-fin



DESIGNACION	FORMULAS
P = Paso.	$M = \frac{P}{3,1416}$ ; $P = M \times 3,1416$ .
M = Módulo.	de = Diámetro exterior del tornillo sin-fin + $\frac{1}{10}$ del paso.
de = Diámetro exterior.	dp = de - 2f.
dp = Diámetro primitivo.	$h = 2,167 \times M$ ; $f = 1,167 \times M$ ;
h = Altura del diente.	L = M.
L = Altura que corresponde a la cabeza, y en la fresa es a la inversa.	$e = \frac{P}{2}$ ; $c = \frac{P}{2}$ ; $R = 0,05 \times P$ .
f = Altura que corresponde al pie, y en la fresa es a la inversa.	J = h + 3 mm.
e = Espesor del diente.	<div> <math>\beta</math> </div> Diente o filete normal $14 \frac{1}{2}^\circ$ . Diente o filete reforzado $20^\circ$ . Diente para pasos largos $30^\circ$ .
c = Espacio entre dientes.	$\delta$ = Como norma actual:
R = Radio de la cabeza del diente.	Filete simple o doble $29^\circ$ .
J = Ancho del diente cortante.	Filete simple reforzado $40^\circ$ .
$\beta$ = Angulo en el flanco del diente.	Filete para pasos largos $60^\circ$ .
$\delta$ = Angulo total entre flancos.	Para filete simple $Tg \alpha = \frac{P}{dp \times \pi} = \frac{M}{dp}$ .
$\alpha$ = Angulo de inclinación del filete o de la hélice.	Para más de un filete $Tg \alpha = \frac{n \times f}{dp \times \pi}$ .
T = Ancho en el fondo del diente y ancho de la punta de la cuchilla para roscar.	SP = dp $\times$ 3,1416 $\times$ cotg $\alpha$ .
SP = Paso de la espiral de corte.	ND = $\frac{de \times 3}{2P}$ (aprox.).
ND = Número de dientes de la fresa.	$T = \left( \frac{P \times \cotg \beta}{4} - L \right) \times 2 \times Tg \beta$ .
n = Número de filetes o entradas.	
f = División milimétrica.	

**Nota.**—Terminada de tallar la espiral de corte SP en la fresa, hacer una plantilla del perfil del filete por la sección perpendicular a la hélice, esta plantilla servirá para destalonar.

# ENGRANAJES HELICOIDALES



$M$  = Módulo normal o real.  
 $M_a$  = Módulo del paso circunferencial aparente.  
 $P_r$  = Paso real o normal.  
 $P_a$  = Paso aparente.  
 $D_p$  = Diámetro primitivo.  
 $D_e$  = Diámetro exterior.  
 $h$  = Altura del diente.  
 $P$  = Paso de la hélice.  
 $N$  = Número de dientes.  
 $NF$  = Número de dientes ficticio para elegir la fresa (si se talla en fresadora universal).

## FORMULAS

$$M_a = \frac{M}{\cos \alpha} = \frac{D_p}{N}$$

$$P_a = \frac{P_r}{\cos \alpha} = \frac{D_p \times 3,1416}{N}$$

$$P_r = P_a \times \cos \alpha = 3,1416 \times M.$$

$$M = M_a \times \cos \alpha.$$

$$D_p = N \times M_a = \frac{N \times P_a}{3,1416}$$

$$D_e = D_p + 2M.$$

$$N = \frac{D_p}{M_a}$$

$$h = 2,167 \times M.$$

$$NF = \frac{N}{\cos^3 \alpha} = \frac{D_p}{M \times \cos^3 \alpha}$$

$$P = D_p \times 3,1416 \times \cotg \alpha.$$

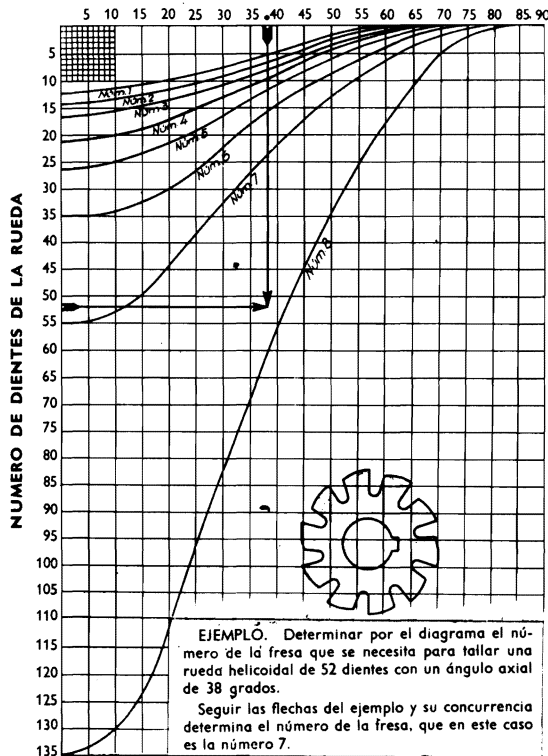
Para engranajes helicoidales a ejes paralelos, se recomiendan los ángulos siguientes:  $\alpha = 10^\circ$  para ruedas de pequeña velocidad;  $\alpha = 30^\circ$  para ruedas de elevada velocidad;  $\alpha = 45^\circ$  para ruedas de gran velocidad.

Ángulo usual para engranajes helicoidales con ejes perpendiculares.

Relación	ÁNGULO DE LA HELICE		Relación	ÁNGULO DE LA HELICE	
	Rueda motriz	Rueda receptora		Rueda motriz	Rueda receptora
1 : 1	45°	45°	1 : 3,5	74° 03'	15° 57'
1 : 1,5	56° 19'	33° 41'	1 : 4	75° 58'	14° 02'
1 : 2	63° 26'	26° 34'	1 : 4,5	77° 28'	12° 32'
1 : 2,5	68° 12'	21° 48'	1 : 5	78° 41'	11° 19'
1 : 3	71° 34'	18° 26'			

# Diagrama para calcular el número de la fresa para tallar ruedas helicoidales

GRADOS DEL ÁNGULO AXIAL DE LOS DIENTES DE LA RUEDA



# ANGULO DE LAS HELICES

P = Paso de la hélice.  
DP = Diámetro primitivo.

$$\text{Cotangente } \alpha = \frac{P}{DP \times 3,1416}$$

$$\text{Paso de la hélice} = DP \times 3,1416 \times \cotangente \alpha$$



P DP	Grados del ángulo	P DP	Grados del ángulo	P DP	Grados del ángulo	P DP	Grados del ángulo	P DP	Grados del ángulo
0.01	89° 49'	0.46	81° 40'	1.75	60° 54'	3.85	39° 14'	12.50	14° 7'
0.02	89° 38'	0.48	81° 19'	1.80	60° 13'	3.90	38° 53'	13.00	13° 38'
0.03	82° 27'	0.50	80° 58'	1.85	59° 32'	3.95	38° 31'	13.50	13° 8'
0.04	89° 16'	0.52	80° 36'	1.90	58° 52'	4.00	38° 10'	14.00	12° 39'
0.05	89° 5'	0.54	80° 14'	1.95	58° 11'	4.05	37° 48'	14.50	12° 13'
0.06	88° 54'	0.56	79° 53'	2.00	57° 31'	4.10	37° 28'	15.00	11° 50'
0.07	88° 43'	0.58	79° 32'	2.05	56° 53'	4.15	37° 7'	15.50	11° 27'
0.08	88° 32'	0.60	79° 11'	2.10	56° 15'	4.20	36° 48'	16.00	11° 6'
0.09	88° 21'	0.62	78° 50'	2.15	55° 37'	4.25	36° 27'	16.50	10° 46'
0.10	88° 11'	0.64	78° 29'	2.20	55° 0'	4.30	36° 8'	17.00	10° 28'
0.11	88° 0'	0.66	78° 8'	2.25	54° 24'	4.40	35° 30'	17.50	10° 5'
0.12	87° 49'	0.68	77° 47'	2.30	53° 48'	4.60	34° 19'	18.00	9° 54'
0.13	87° 38'	0.70	77° 26'	2.35	53° 12'	4.80	33° 12'	19.00	9° 23'
0.14	87° 27'	0.72	77° 5'	2.40	52° 37'	5.00	32° 8'	20.00	8° 56'
0.15	87° 16'	0.74	76° 44'	2.46	52° 3'	5.25	30° 54'	22.50	8° 0'
0.16	87° 5'	0.76	76° 23'	2.50	51° 30'	5.50	29° 44'	25.00	7° 10'
0.17	86° 54'	0.78	75° 3'	2.55	50° 56'	5.75	28° 40'	27.50	6° 33'
0.18	86° 43'	0.80	75° 43'	2.60	50° 23'	6.00	27° 38'	30.00	5° 59'
0.19	86° 32'	0.82	75° 22'	2.65	49° 52'	6.25	26° 41'	32.50	5° 32'
0.20	86° 21'	0.84	75° 1'	2.70	49° 22'	6.50	25° 49'	35.00	5° 7'
0.21	86° 11'	0.86	74° 40'	2.75	48° 39'	6.75	25° 0'	37.50	4° 47'
0.22	86° 0'	0.88	74° 20'	2.80	48° 16'	7.00	24° 10'	40.00	4° 29'
0.23	85° 49'	0.90	74° 0'	2.85	47° 47'	7.25	23° 26'	45.00	4° 0'
0.24	85° 38'	0.92	73° 40'	2.90	47° 17'	7.50	22° 44'	50.00	3° 36'
0.25	85° 27'	0.94	73° 20'	2.95	46° 48'	7.75	22° 4'	55.00	3° 17'
0.26	85° 16'	0.96	73° 0'	3.00	46° 19'	8.00	21° 26'	60.00	3° 0'
0.27	85° 5'	0.98	72° 40'	3.05	45° 50'	8.25	20° 51'	70.00	2° 34'
0.28	84° 54'	1.00	72° 21'	3.10	45° 23'	8.50	20° 17'	80.00	2° 15'
0.29	84° 43'	1.05	71° 32'	3.15	44° 56'	8.75	19° 45'	90.00	2° 0'
0.30	84° 32'	1.10	70° 43'	3.20	44° 28'	9.00	19° 15'	100.00	1° 48'
0.31	84° 21'	1.15	69° 55'	3.25	44° 0'	9.25	18° 47'	110.00	1° 39'
0.32	84° 10'	1.20	69° 8'	3.30	43° 36'	9.50	18° 20'	120.00	1° 30'
0.33	84° 0'	1.25	68° 20'	3.35	43° 10'	9.75	17° 53'	130.00	1° 23'
0.34	83° 49'	1.30	67° 32'	3.40	42° 44'	10.00	17° 27'	140.00	1° 17'
0.35	83° 38'	1.35	66° 46'	3.45	42° 20'	10.25	17° 2'	150.00	1° 12'
0.36	83° 27'	1.40	66° 0'	3.50	41° 57'	10.50	16° 39'	160.00	1° 7'
0.37	83° 16'	1.45	65° 15'	3.55	41° 32'	10.75	16° 16'	170.00	1° 3'
0.38	83° 5'	1.50	64° 36'	3.60	41° 7'	11.00	15° 55'	180.00	1° 0'
0.39	82° 54'	1.55	63° 43'	3.65	40° 44'	11.25	15° 36'	190.00	0° 57'
0.40	82° 43'	1.60	63° 0'	3.70	40° 21'	11.50	15° 17'	200.00	0° 54'
0.42	82° 22'	1.65	62° 18'	3.75	39° 58'	11.75	14° 58'		
0.44	82° 2'	1.70	61° 36'	3.80	39° 35'	12.00	14° 40'		

Esta tabla simplifica la operación para encontrar el valor en grados del ángulo de la hélice, pues basta dividir el paso de la hélice entre el diámetro primitivo y buscar en la tabla una cantidad igual al cociente hallado, de la cual se leerá el número de grados.

EJEMPLO: Paso de la hélice: 800 mm.  $\frac{800}{50} = 16 = 11° 6'$ .  
Diámetro primitivo = 50 mm.

## Cálculo de engranajes helicoidales en casos diversos

Ruedas helicoidales con diámetros iguales y número de dientes distinto, ángulo de los ejes 90°.

Como orientación para su cálculo, se indican estas sencillas reglas:

Ángulo de los dientes de una rueda =  $\alpha$ .

Ángulo de los dientes de otra rueda =  $\alpha_1$ .

en los cuales pondremos como norma:

$\alpha$  = Rueda de menor número de dientes.

$\alpha_1$  = Rueda de mayor número de dientes.

### FORMULA

$$\text{Tg } \alpha = \frac{\text{Relación de los números de r. p. m.}}{\text{Relación de los diámetros primitivos}}$$

$$\alpha_1 = 90^\circ - \alpha$$

Ejemplo: Calcular los ángulos de los dientes de dos ruedas con 12 y 24 dientes, Módulo 5, ejes a 90°. Diámetros primitivos iguales.

$$\text{Rueda 12 dientes } \text{Tg } \alpha = \frac{\left(\frac{24}{12}\right)}{1} = 2. \text{ (Ver tablas de tangentes.)}$$

$$\text{Rueda 24 dientes } \alpha_1 = 90^\circ - \alpha$$

Por tanto, tendremos: Rueda de 12 dientes 63° 26' ángulo.

Rueda de 24 dientes 26° 34' ángulo.

La relación del número de r. p. m. de la primera rueda a la segunda, será la inversa de la de los números de dientes, o sea  $\frac{24}{12}$ .

Las demás características se calcularán por las fórmulas generales.

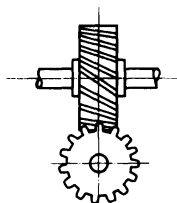
Ruedas helicoidales, con número de dientes y diámetros distintos, ángulo de los ejes 90°.

Calcular los ángulos de los dientes de dos ruedas de 30 y 36 dientes, siendo la relación del diámetro de la primera a la segunda de  $\frac{10}{8}$  y el ángulo de los ejes 90°.

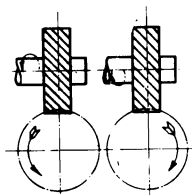
$$\text{Tg } \alpha = \frac{\text{Relación de los números de r. p. m.}}{\text{Relación de los diámetros primitivos}} = \frac{36}{8} = 4.5$$

(Véase tablas de tangentes.)

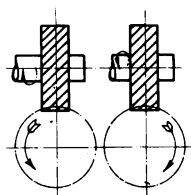
$$\alpha_1 = 90^\circ - \alpha; \quad \alpha = 56^\circ 19'; \quad \alpha_1 = 33^\circ 41'.$$



## DETALLE PARA APRECIAR EL SENTIDO DE GIRO DE RUEDAS HELICOIDALES CON EJES PERPENDICULARES

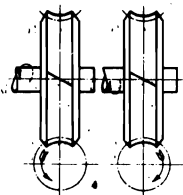


Ruedas talladas a mano derecha.

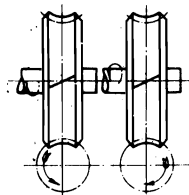


Ruedas talladas a mano izquierda.

## DETALLE PARA APRECIAR EL SENTIDO DE GIRO DE LAS RUEDAS A TORNILLO SIN-FIN



Ruedas talladas a mano derecha.

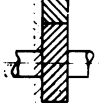


Ruedas talladas a mano izquierda.

Derecha.

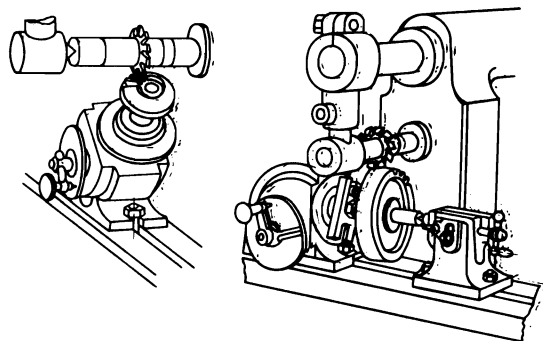
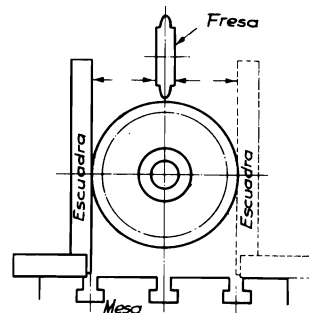


Izquierda.



Cuando dos ruedas helicoidales con ejes paralelos engranan entre sí, deben tallarse una a la derecha y otra a la izquierda.

## CENTRADÓ DE UNA RUEDA con la fresa en una máquina fresadora



# TALLA DE ENGRANAJES

Observaciones que deben seguirse  
para evitar la interferencia en los dientes

Interferencia se nombra a la figura que toman los dientes al ser tallados, y que consiste en una socavación que se produce en el pie del diente, esto es, cuando se talla con fresa sin-fin por el procedimiento de generación y en dentaduras rectas.

Para evitar la interferencia en la talla de un piñón que debe conservar su altura normal en los dientes y tallado con fresa sin-fin de serie, tendremos como valor teórico la siguiente fórmula:

$N_m$  = Número de dientes mínimo que puede tallarse.

$\alpha$  = Ángulo de presión de la fresa.

$N_m = \frac{2}{\text{seno}^2 \alpha}$  con lo cual se obtiene el resultado.

Para  $15^\circ$   $N_m = 30$ . Si bien en la práctica puede reducirse a  $5/6$  el número teórico, con lo cual resulta para  $15^\circ$   $N_m = 25$  y para  $20^\circ$   $N_m = 14$ .

Para obtener el perfil del diente sin interferencia se puede proceder de tres formas:

- 1.º Ampliación del ángulo de presión.
- 2.º Reducción de la altura del diente (Dentadura «Stub»).
- 3.º Sustituir la dentadura recta por la helicoidal.

La dentadura helicoidal permite reducir el número mínimo de dientes de un piñón, y solamente se nota la interferencia cuando el número de dientes es inferior a lo que determina la fórmula  $N_m \times \cos^2 \beta$  y se aclara que  $N_m$  pertenece al número mínimo de dientes admisible para un engranaje con dentadura recta, y que el valor de  $\beta$  es igual al ángulo de inclinación del diente en el rueda helicoidal.

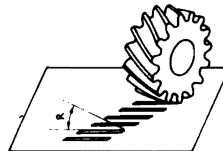
Ampliación del ángulo de presión en los engranajes helicoidales:

$$\text{Nuevo valor Tang } \gamma = \frac{\text{Tg } \gamma}{\cos \beta} \text{ (conocida).}$$

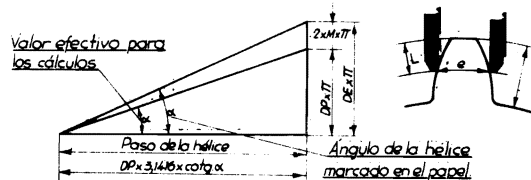
# CALCULO PARA RUEDAS HELICOIDALES

cuando se trata de tomar datos de una rueda como muestra o en estado deteriorada

Para determinar el ángulo de los dientes de una rueda helicoidal cuando se dispone de muestra o modelo, bastará el entintar ligeramente las cabezas de los dientes en su periferia utilizando un tampón de los empleados para sellos; verificada esta operación se pasará la rueda sobre un papel blanco y dejará marcado en el mismo las huellas del diente, lo cual permitirá hallar correctamente su ángulo.



Al tomar por las huellas marcadas en el papel el ángulo de la hélice, corresponderá al diámetro exterior de la rueda, debiendo considerarse como operación previa; el ángulo efectivo para las características del engranaje es el correspondiente al diámetro primitivo, por tanto, se procederá a realizar el trazado para determinar el valor del ángulo en grados según los datos siguientes:



Se puede también hallar el Módulo normal tomando como referencia la altura total del diente y comprobando después el espesor «e» fijando el calibre especial para dientes con la altura  $L = \text{Módulo normal}$ .

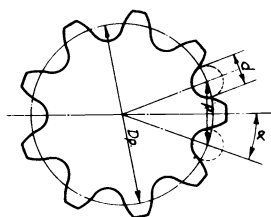
Fórmulas auxiliares para comprobación:

$$\text{Módulo normal } M = \frac{DE}{\left(\frac{N}{\cos \alpha} + 2\right)}; \quad DE = \left(\frac{N}{\cos \alpha} + 2\right) M.$$

$$\text{Paso de la hélice } P = DP \times \pi \times \cotg \alpha = \frac{\pi \times DP}{\text{Tg } \alpha}.$$

$$\text{Tg } \alpha = \frac{\pi \times DP}{P}; \quad DP = N \times \frac{M}{\cos \alpha}.$$

$$\text{Distancia entre ejes de las ruedas} = \frac{DP + dp}{2}.$$

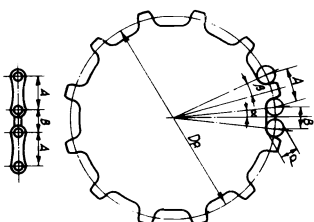


## TIPO SIMPLE

De = Diámetro exterior.  
 Dp = Diámetro primitivo.  
 Di = Diámetro interior.  
 d = Diámetro de los rodillos.  
 P = Distancia entre centros de los rodillos = Paso de la cadena.  
 N = Número de dientes.

## FORMULAS

$$De = Dp + d; \quad Dp = \frac{P}{\sin z}; \quad Di = Dp - d; \quad z = \frac{180^\circ}{N};$$



## TIPO DOBLE

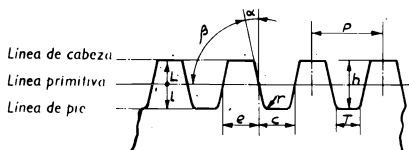
De = Diámetro exterior.  
 Dp = Diámetro primitivo.  
 Di = Diámetro interior.  
 A = Distancia entre centros de los rodillos.  
 B = Distancia entre ejes de los agujeros en el estabón de unión.  
 N = Número de dientes.

## FORMULAS

$$De = Dp + d; \quad Dp = \frac{A}{\sin z}; \quad Di = Dp - d;$$

$$z = \frac{180^\circ}{N}; \quad \text{Tang } z = \frac{B}{A + \cos z}.$$

## Cremallera



$$M = \frac{P}{3,1416} = \text{Módulo.}$$

$$P = \text{Paso} = M \times 3,1416.$$

$$h = \text{Altura total del diente} = M \times 2,167.$$

$$e = \text{Espesor del diente} = 0,5 \times P.$$

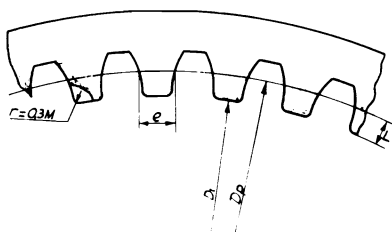
$$c = \text{Espacio entre dientes} = 0,5 \times P.$$

$$r = \text{Radio en el pie del diente} = 0,3 \times M (\text{máximo}).$$

$$T = \text{Ancho del fondo entre dientes} =$$

$$= \left( \frac{P \times \cotg z}{4} - L \right) \times 2 \times \tg z.$$

## Engranajes interiores



$$Dp = \text{Diámetro primitivo} = M \times N.$$

$$Di = \text{Diámetro interior} = M \times (N - 2).$$

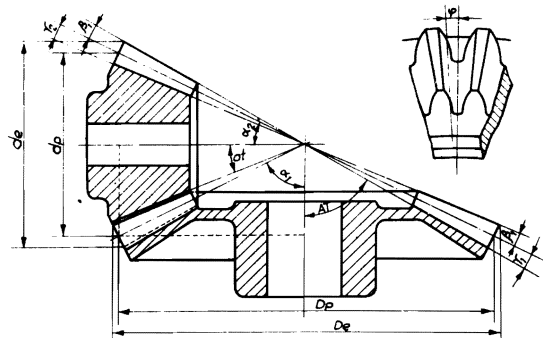
$$M = \text{Módulo}; \quad P = \text{Paso} = M \times 3,1416.$$

$$N = \text{Número de dientes.}$$

$$e = \text{Espesor del diente} = 0,5 \times P.$$

$$L = \text{Altura de la cabeza, medida entre el diámetro primitivo y el diámetro interior} = M.$$

El trazado de esta clase de engranajes se efectúa por igual procedimiento que los engranajes normales, con arcos en sentido contrario.



## DESIGNACION

### RUEDA

### PIÑON

M = Módulo.  
P = Paso.  
Dp = Diámetro primitivo.  
De = Diámetro exterior.  
N = Número de dientes.  
 $\gamma_1$  = Ángulo del primitivo.  
 $\gamma_1$  = Ángulo de la cabeza del diente.  
 $\gamma_1$  = Ángulo del pie.  
 $\gamma$  = Ángulo de espesor del diente.  
AT = Ángulo de talla.

M = Módulo.  
P = Paso.  
dp = Diámetro primitivo.  
de = Diámetro exterior.  
n = Número de dientes.  
 $\gamma_2$  = Ángulo del primitivo.  
 $\gamma_2$  = Ángulo de la cabeza del diente.  
 $\gamma_2$  = Ángulo del pie.  
 $\gamma$  = Ángulo de espesor del diente.  
at = Ángulo de talla.

## FORMULAS

$$M = \frac{P}{\pi} = \frac{D_p}{N} = \frac{D_e}{N + (2 \times \cos \gamma_1)}$$

$$M = \frac{P}{\pi} = \frac{d_p}{n} = \frac{d_e}{n + (2 \times \cos \gamma_2)}$$

$$D_p = N \times M.$$

$$d_p = n \times M.$$

$$D_e = (2M \times \cos \gamma_1) + D_p.$$

$$d_e = (2M \times \cos \gamma_2) + d_p.$$

$$\text{Tg } \gamma_1 = \frac{N}{n} = \frac{D_p}{d_p}.$$

$$\text{Tg } \gamma_2 = \frac{n}{N} = \frac{d_p}{D_p}.$$

$$\text{Tg } \gamma_1 = \frac{2 \times \text{Sen } \gamma_1}{N}.$$

$$\text{Tg } \gamma_2 = \frac{2 \times \text{Sen } \gamma_2}{n}.$$

$$\gamma = \frac{90^\circ}{\sqrt{N^2 + n^2}}.$$

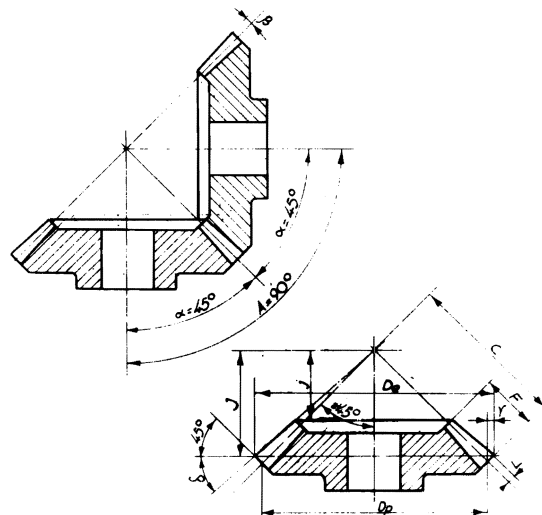
$$\gamma = \frac{90^\circ}{\sqrt{N^2 + n^2}}.$$

$$AT = \gamma_1 - \gamma_2.$$

$$at = \gamma_2 - \gamma_1.$$

El ángulo del pie se calcula por la tabla final de esta sección.

## ENGRANAJES CONICOS CON EJES A 90° Y NUMERO DE DIENTES IGUALES



## FORMULAS

$$\alpha = 45^\circ; J = \frac{D_e}{2} \times \text{tg } \delta; J = J \times \frac{c - F}{c}.$$

$$c = 0,707 \times D_p; Y = 0,707 \times L; N_i = 1,41 \times N.$$

$$F = \frac{c}{3}; D_e = 1,41422M + D_p; \text{Tg } \beta = \frac{1,41422}{N}.$$

$N_i$  = Número de dientes imaginario para elegir la fresa con que debe tallarse este juego de engranajes.



## ENGRANAJES CONICOS CON EJES EN ANGULO AGUDO

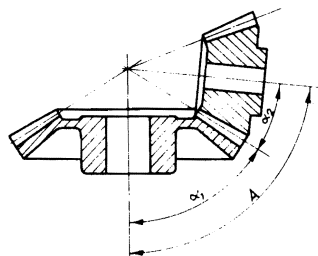
### FORMULAS

Para  $A < 90^\circ$ .

$$\operatorname{Tg} \alpha_2 = \frac{\operatorname{Sen} A}{\frac{N}{n} + \cos A}$$

$$\operatorname{Tg} \alpha_1 = \frac{\operatorname{Sen} A}{\frac{n}{N} + \cos A}$$

$$A = \alpha_1 + \alpha_2$$



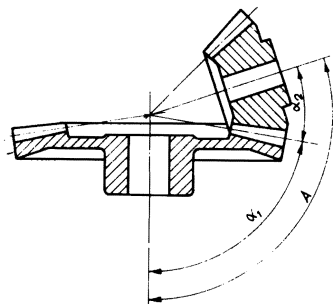
## ENGRANAJES CONICOS CON EJES EN ANGULO OBTUSO

### FORMULAS

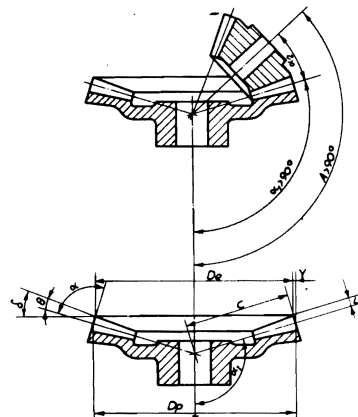
Para  $A > 90^\circ$ .

$$\operatorname{Tg} \alpha_2 = \frac{\operatorname{Sen} (180 - A)}{\frac{N}{n} - \cos (180 - A)}$$

$$\operatorname{Tg} \alpha_1 = \frac{\operatorname{Sen} (180 - A)}{\frac{n}{N} - \cos (180 - A)}$$



## Engranajes cónicos tipo interior



### FORMULAS

$$\operatorname{Tg} \alpha = \frac{\operatorname{Sen} (180 - A)}{\cos (180 - A) \frac{n}{N}}$$

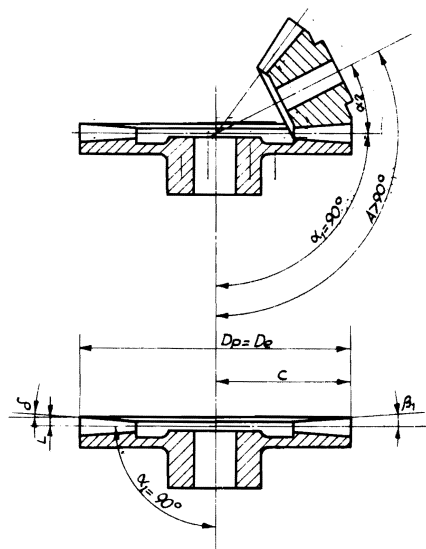
$$De = Dp - 2Y; \quad Y = L \times \cos (180 - \alpha_2).$$

$$\operatorname{Tg} \alpha_2 = \frac{\operatorname{Sen} (180 - A)}{\frac{N}{n} - \cos (180 - A)}$$

$$\delta = \alpha_1 + 4 - 90; \quad C = \frac{Dp}{2 \operatorname{Sen} (180 - \alpha_2)}$$

Número de dientes imaginario para elegir la fresa con que debe tallarse la rueda:  $Ni = \frac{N}{\cos (180 - \alpha_2)}$

# Engranaje cónico tipo corona



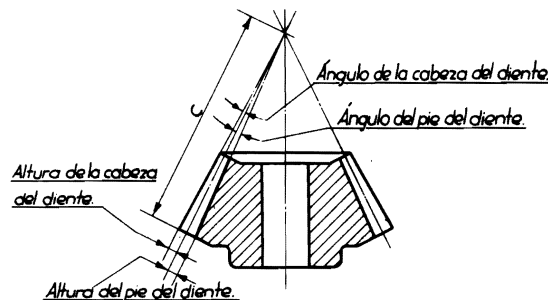
## FORMULAS

$$\text{Sen } \alpha_2 = \frac{n}{N}; \quad A = 90^\circ + \alpha_2; \quad C = \frac{D_p}{2}.$$

Angulo normal de la cabeza del diente  $\delta = \beta_1$ .

Número de dientes (imaginario) para elegir la fresa con que debe tallarse la corona = Cremallera - (Infinito).

# ENGRANAJES CONICOS



Cuando los ejes de los engranajes cónicos no están en ángulo recto, o cuando la altura del diente sea mayor o menor que las dimensiones normales, procédase de la manera siguiente:

Primeramente se calculará el ángulo de la cabeza del diente por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{Tang. del ángulo de la cabeza del diente} = \frac{\text{Altura de la cabeza}}{C}$$

Conocido el valor del ángulo de la cabeza del diente, se obtiene directamente el valor del ángulo del pie del diente por medio de la tabla que se incluye para dientes normales.

Ejemplo: Angulo de la cabeza del diente =  $2^\circ 45'$ .

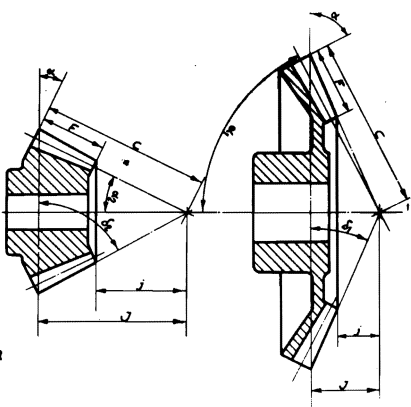
Buscar el número de grados en la columna horizontal, y los minutos en la vertical opuesta; la intersección de ambas nos dará el valor en grados del ángulo del pie del diente que en este caso es  $3^\circ 11'$ .

# Angulo del pie del diente en función del ángulo de la cabeza

MINU- TOS	GRADOS						MINU- TOS	GRADOS					
	0	1	2	3	4	5		0	1	2	3	4	5
0	0°	1°	2°	3°	4°	5°	30	0°	1°	2°	3°	4°	5°
1	0°	1°	2°	3°	4°	5°	31	0°	1°	2°	3°	4°	5°
2	0°	1°	2°	3°	4°	5°	32	0°	1°	2°	3°	4°	5°
3	0°	1°	2°	3°	4°	5°	33	0°	1°	2°	3°	4°	5°
4	0°	1°	2°	3°	4°	5°	34	0°	1°	2°	3°	4°	5°
5	0°	1°	2°	3°	4°	5°	35	0°	1°	2°	3°	4°	5°
6	0°	1°	2°	3°	4°	5°	36	0°	1°	2°	3°	4°	5°
7	0°	1°	2°	3°	4°	5°	37	0°	1°	2°	3°	4°	5°
8	0°	1°	2°	3°	4°	5°	38	0°	1°	2°	3°	4°	5°
9	0°	1°	2°	3°	4°	5°	39	0°	1°	2°	3°	4°	5°
10	0°	1°	2°	3°	4°	5°	40	0°	1°	2°	3°	4°	5°
11	0°	1°	2°	3°	4°	5°	41	0°	1°	2°	3°	4°	5°
12	0°	1°	2°	3°	4°	5°	42	0°	1°	2°	3°	4°	5°
13	0°	1°	2°	3°	4°	5°	43	0°	1°	2°	3°	4°	5°
14	0°	1°	2°	3°	4°	5°	44	0°	1°	2°	3°	4°	5°
15	0°	1°	2°	3°	4°	5°	45	0°	1°	2°	3°	4°	5°
16	0°	1°	2°	3°	4°	5°	46	0°	1°	2°	3°	4°	5°
17	0°	1°	2°	3°	4°	5°	47	0°	1°	2°	3°	4°	5°
18	0°	1°	2°	3°	4°	5°	48	0°	1°	2°	3°	4°	5°
19	0°	1°	2°	3°	4°	5°	49	0°	1°	2°	3°	4°	5°
20	0°	1°	2°	3°	4°	5°	50	0°	1°	2°	3°	4°	5°
21	0°	1°	2°	3°	4°	5°	51	0°	1°	2°	3°	4°	5°
22	0°	1°	2°	3°	4°	5°	52	0°	1°	2°	3°	4°	5°
23	0°	1°	2°	3°	4°	5°	53	0°	1°	2°	3°	4°	5°
24	0°	1°	2°	3°	4°	5°	54	0°	1°	2°	3°	4°	5°
25	0°	1°	2°	3°	4°	5°	55	0°	1°	2°	3°	4°	5°
26	0°	1°	2°	3°	4°	5°	56	0°	1°	2°	3°	4°	5°
27	0°	1°	2°	3°	4°	5°	57	0°	1°	2°	3°	4°	5°
28	0°	1°	2°	3°	4°	5°	58	0°	1°	2°	3°	4°	5°
29	0°	1°	2°	3°	4°	5°	59	0°	1°	2°	3°	4°	5°

## ENGRANAJES CONICOS

### Fórmulas para el trazado



$$J = \frac{D_e}{2} \times \operatorname{tg} \delta_1$$

$$J = \frac{d_e}{2} \times \operatorname{tg} \delta_2$$

$$i = J \times \frac{C - F}{C}$$

$$i = J \times \frac{C - F}{C}$$

$$C = \frac{D_p}{2 \times \operatorname{sen} z_1}$$

$$C = \frac{d_p}{2 \times \operatorname{sen} z_2}$$

$$F = \text{Paso} \times 2,5 \text{ (Normal)}$$

$$F = \text{Paso} \times 2,5 \text{ (Normal)}$$

$$F = \frac{C}{3} \text{ (Máximo)}$$

$$F = \frac{C}{3} \text{ (Máximo)}$$

Para valores de  $z_1$ ,  $z_2$ ,  $\delta_1$  y  $\delta_2$  véanse tablas.

# ANGULOS DEL CONO DEL DIAMETRO PRIMITIVO $\alpha_1 \alpha_2$

		NUMERO DE DIENTES DE LA RUEDA											
		72	71	70	69	68	67	66	65	64	63	62	61
12	80-33°	80-25°	80-16°	80-8°	79-59°	79-51°	79-42°	79-32°	79-23°	79-13°	79-3°	78-52°	
13	79-46°	79-37°	79-29°	79-20°	79-11°	79-1°	78-51°	78-41°	78-31°	78-20°	78-10°	77-58°	
14	79-01°	78-51°	78-41°	78-32°	78-22°	78-11°	77-51°	77-41°	77-30°	77-20°	77-10°	76-57°	
15	78-14°	78-4°	77-54°	77-44°	77-34°	77-23°	77-12°	76-52°	76-42°	76-31°	76-21°	76-11°	
16	77-28°	77-18°	77-7°	76-57°	76-45°	76-34°	76-22°	76-10°	75-58°	75-45°	75-32°	75-18°	
17	76-43°	76-32°	76-21°	76-10°	75-58°	75-45°	75-33°	75-21°	75-8°	74-54°	74-40°	74-25°	
18	75-58°	75-46°	75-35°	75-23°	75-10°	74-58°	74-45°	74-31°	74-17°	74-3°	73-49°	73-33°	
19	74-73°	74-59°	74-45°	74-31°	74-17°	74-3°	73-49°	73-33°	73-17°	72-51°	72-35°	72-18°	
20	73-49°	73-33°	73-17°	72-51°	72-35°	72-18°	71-52°	71-36°	71-20°	70-54°	70-38°	70-21°	
21	72-51°	72-35°	72-18°	71-52°	71-36°	71-20°	70-54°	70-38°	70-21°	69-54°	69-38°	69-21°	
22	71-52°	71-36°	71-20°	70-54°	70-38°	70-21°	69-54°	69-38°	69-21°	68-54°	68-38°	68-21°	
23	70-54°	70-38°	70-21°	69-54°	69-38°	69-21°	68-54°	68-38°	68-21°	67-54°	67-38°	67-21°	
24	69-54°	69-38°	69-21°	68-54°	68-38°	68-21°	67-54°	67-38°	67-21°	66-54°	66-38°	66-21°	
25	68-54°	68-38°	68-21°	67-54°	67-38°	67-21°	66-54°	66-38°	66-21°	65-54°	65-38°	65-21°	
26	67-54°	67-38°	67-21°	66-54°	66-38°	66-21°	65-54°	65-38°	65-21°	64-54°	64-38°	64-21°	
27	66-54°	66-38°	66-21°	65-54°	65-38°	65-21°	64-54°	64-38°	64-21°	63-54°	63-38°	63-21°	
28	65-54°	65-38°	65-21°	64-54°	64-38°	64-21°	63-54°	63-38°	63-21°	62-54°	62-38°	62-21°	
29	64-54°	64-38°	64-21°	63-54°	63-38°	63-21°	62-54°	62-38°	62-21°	61-54°	61-38°	61-21°	
30	63-54°	63-38°	63-21°	62-54°	62-38°	62-21°	61-54°	61-38°	61-21°	60-54°	60-38°	60-21°	
31	62-54°	62-38°	62-21°	61-54°	61-38°	61-21°	60-54°	60-38°	60-21°	59-54°	59-38°	59-21°	
32	61-54°	61-38°	61-21°	60-54°	60-38°	60-21°	59-54°	59-38°	59-21°	58-54°	58-38°	58-21°	
33	60-54°	60-38°	60-21°	59-54°	59-38°	59-21°	58-54°	58-38°	58-21°	57-54°	57-38°	57-21°	
34	59-54°	59-38°	59-21°	58-54°	58-38°	58-21°	57-54°	57-38°	57-21°	56-54°	56-38°	56-21°	
35	58-54°	58-38°	58-21°	57-54°	57-38°	57-21°	56-54°	56-38°	56-21°	55-54°	55-38°	55-21°	
36	57-54°	57-38°	57-21°	56-54°	56-38°	56-21°	55-54°	55-38°	55-21°	54-54°	54-38°	54-21°	
37	56-54°	56-38°	56-21°	55-54°	55-38°	55-21°	54-54°	54-38°	54-21°	53-54°	53-38°	53-21°	
38	55-54°	55-38°	55-21°	54-54°	54-38°	54-21°	53-54°	53-38°	53-21°	52-54°	52-38°	52-21°	

Los grados de arriba corresponden a la rueda y los grados de abajo al piñón

# ANGULOS DEL CONO DEL DIAMETRO PRIMITIVO $\alpha_1 \alpha_2$

		NUMERO DE DIENTES DE LA RUEDA											
		60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49
12	78-41°	78-30°	78-19°	78-7°	77-54°	77-42°	77-28°	77-15°	77-0°	76-46°	76-30°	76-14°	
13	77-46°	77-34°	77-22°	77-9°	76-56°	76-42°	76-28°	76-12°	75-58°	75-42°	75-26°	75-8°	
14	76-51°	76-38°	76-25°	76-12°	75-58°	75-44°	75-30°	75-14°	74-58°	74-42°	74-26°	74-8°	
15	75-56°	75-43°	75-30°	75-15°	74-51°	74-37°	74-22°	74-6°	73-50°	73-34°	73-18°	72-59°	
16	74-61°	74-48°	74-35°	74-20°	74-6°	73-50°	73-34°	73-18°	72-52°	72-36°	72-20°	71-55°	
17	73-66°	73-53°	73-40°	73-24°	73-9°	72-49°	72-31°	72-13°	71-54°	71-34°	71-13°	70-52°	
18	72-71°	72-58°	72-45°	72-29°	72-11°	71-53°	71-34°	71-15°	70-54°	70-33°	70-12°	69-50°	
19	71-76°	71-63°	71-50°	71-33°	71-15°	70-57°	70-37°	70-17°	69-56°	69-34°	69-12°	68-48°	
20	70-81°	70-68°	70-55°	70-38°	70-19°	69-59°	69-39°	69-19°	68-57°	68-35°	68-12°	67-48°	
21	69-86°	69-73°	69-60°	69-43°	69-24°	69-04°	68-44°	68-24°	68-03°	67-41°	67-18°	66-48°	
22	68-91°	68-78°	68-65°	68-48°	68-29°	68-09°	67-49°	67-28°	67-07°	66-45°	66-22°	65-58°	
23	67-96°	67-83°	67-70°	67-53°	67-34°	67-14°	66-54°	66-33°	66-12°	65-50°	65-27°	65-03°	
24	66-101°	66-88°	66-75°	66-58°	66-39°	66-19°	65-59°	65-38°	65-17°	64-55°	64-32°	64-08°	
25	65-106°	65-93°	65-80°	65-63°	65-44°	65-24°	65-04°	64-43°	64-22°	64-00°	63-37°	63-13°	
26	64-111°	64-98°	64-85°	64-68°	64-49°	64-29°	64-09°	63-48°	63-27°	63-05°	62-42°	62-18°	
27	63-116°	63-103°	63-90°	63-73°	63-54°	63-34°	63-14°	62-53°	62-32°	62-10°	61-47°	61-23°	
28	62-121°	62-108°	62-95°	62-78°	62-59°	62-39°	62-19°	61-58°	61-37°	61-15°	60-52°	60-28°	
29	61-126°	61-113°	61-100°	60-83°	60-64°	60-44°	60-24°	60-03°	59-42°	59-20°	58-57°	58-33°	
30	60-131°	60-118°	60-105°	60-88°	60-69°	60-49°	60-29°	60-08°	59-47°	59-25°	59-02°	58-38°	
31	59-136°	59-123°	59-110°	59-93°	59-74°	59-54°	59-34°	59-13°	58-52°	58-30°	58-07°	57-43°	
32	58-141°	58-128°	58-115°	58-98°	58-79°	58-59°	58-39°	58-18°	57-57°	57-35°	57-12°	56-48°	
33	57-146°	57-133°	57-120°	57-103°	57-84°	57-64°	57-44°	57-23°	57-02°	56-40°	56-17°	55-53°	
34	56-151°	56-138°	56-125°	56-108°	56-89°	56-69°	56-49°	56-28°	56-07°	55-45°	55-22°	54-58°	
35	55-156°	55-143°	55-130°	55-113°	55-94°	55-74°	55-54°	55-33°	55-12°	54-50°	54-27°	54-03°	
36	54-161°	54-148°	54-135°	54-118°	54-99°	54-79°	54-59°	54-38°	54-17°	53-55°	53-32°	53-08°	
37	53-166°	53-153°	53-140°	53-123°	53-104°	53-84°	53-64°	53-43°	53-22°	53-00°	52-37°	52-13°	
38	52-171°	52-158°	52-145°	52-128°	52-109°	52-89°	52-69°	52-48°	52-27°	52-05°	51-42°	51-18°	

Los grados de arriba corresponden a la rueda y los grados de abajo al piñón.

# ANGULOS DEL CONO DEL DIAMETRO PRIMITIVO $\alpha_1$ $\alpha_2$

		NUMERO DE DIENTES DE LA RUEDA											
		48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37
12	75° 58'	75° 41'	75° 23'	75° 4'	74° 45'	74° 25'	74° 3'	73° 41'	73° 18'	72° 54'	72° 28'	72° 2'	
13	74° 2'	74° 19'	74° 17'	74° 15'	74° 15'	74° 15'	74° 15'	73° 11'	73° 11'	73° 11'	73° 11'	73° 11'	
14	73° 4'	73° 42'	74° 13'	73° 53'	73° 32'	73° 32'	73° 32'	73° 32'	73° 32'	73° 32'	73° 32'	73° 32'	
15	72° 15'	72° 15'	72° 15'	72° 15'	72° 15'	72° 15'	72° 15'	72° 15'	72° 15'	72° 15'	72° 15'	72° 15'	
16	71° 34'	71° 34'	71° 34'	71° 34'	71° 34'	71° 34'	71° 34'	71° 34'	71° 34'	71° 34'	71° 34'	71° 34'	
17	70° 30'	70° 30'	70° 30'	70° 30'	70° 30'	70° 30'	70° 30'	70° 30'	70° 30'	70° 30'	70° 30'	70° 30'	
18	69° 26'	69° 3'	68° 38'	68° 12'	67° 45'	67° 17'	66° 18'	65° 46'	65° 14'	64° 39'	64° 4'	64° 4'	
19	68° 25'	67° 59'	67° 34'	67° 6'	66° 38'	66° 10'	65° 39'	65° 8'	64° 34'	64° 2'	63° 26'	62° 49'	
20	67° 23'	66° 57'	66° 30'	66° 2'	65° 33'	65° 3'	64° 32'	64° 26'	64° 26'	64° 26'	64° 26'	64° 26'	
21	66° 22'	65° 55'	65° 28'	64° 59'	64° 29'	63° 58'	63° 26'	62° 53'	62° 18'	61° 42'	61° 3'	60° 25'	
22	65° 23'	64° 56'	64° 29'	64° 0'	63° 30'	63° 0'	62° 21'	61° 47'	61° 11'	60° 34'	59° 56'	59° 15'	
23	64° 24'	63° 57'	63° 30'	63° 1'	62° 24'	61° 52'	61° 15'	60° 42'	60° 6'	59° 28'	58° 50'	58° 9'	
24	63° 26'	62° 59'	62° 32'	62° 3'	61° 16'	60° 43'	60° 15'	59° 39'	59° 2'	58° 23'	57° 44'	57° 2'	
25	62° 29'	61° 59'	61° 29'	60° 57'	60° 24'	59° 50'	59° 14'	58° 38'	58° 0'	57° 20'	56° 40'	55° 57'	
26	61° 31'	61° 0'	60° 31'	59° 59'	59° 25'	58° 50'	58° 14'	57° 37'	56° 58'	56° 19'	55° 37'	54° 54'	
27	60° 38'	60° 7'	59° 35'	59° 2'	58° 35'	57° 53'	57° 16'	56° 38'	55° 18'	54° 33'	53° 53'	53° 6'	
28	59° 45'	59° 13'	58° 40'	58° 7'	57° 32'	56° 56'	56° 19'	55° 40'	54° 19'	53° 37'	52° 53'	52° 5'	
29	58° 52'	58° 19'	57° 46'	57° 12'	56° 37'	56° 0'	55° 23'	54° 44'	53° 52'	53° 22'	52° 51'	52° 5'	
30	57° 8'	57° 27'	56° 53'	56° 19'	55° 43'	55° 5'	54° 37'	53° 56'	53° 16'	52° 26'	51° 42'	50° 58'	
31	56° 15'	55° 42'	55° 11'	54° 34'	53° 58'	53° 21'	52° 42'	52° 2'	51° 20'	50° 38'	49° 54'	49° 5'	
32	55° 30'	54° 56'	54° 21'	53° 45'	53° 18'	52° 39'	52° 0'	51° 19'	50° 36'	49° 52'	49° 11'	48° 14'	
33	54° 41'	54° 7'	53° 32'	52° 56'	52° 18'	51° 40'	51° 0'	50° 20'	49° 38'	48° 55'	48° 11'	47° 25'	
34	53° 54'	53° 20'	52° 44'	52° 8'	51° 30'	50° 51'	50° 12'	49° 29'	48° 46'	48° 5'	47° 21'	46° 35'	
35	53° 8'	52° 33'	51° 57'	51° 21'	50° 43'	50° 4'	49° 24'	48° 41'	47° 58'	47° 15'	46° 32'	45° 47'	
36	52° 23'	51° 47'	51° 12'	50° 35'	49° 56'	49° 17'	48° 37'	47° 54'	47° 11'	46° 28'	45° 45'	44° 61'	
37	51° 38'	50° 61'	50° 25'	49° 48'	49° 9'	48° 29'	47° 46'	46° 63'	45° 20'	44° 37'	43° 54'	43° 11'	
38	50° 53'	50° 3'	49° 27'	48° 50'	48° 11'	47° 32'	46° 52'	46° 9'	45° 26'	44° 43'	44° 0'	43° 17'	

Los grados de arriba corresponden a la rueda y los grados de abajo al piñón.

# ANGULOS DEL CONO DEL DIAMETRO PRIMITIVO $\alpha_1$ $\alpha_2$

		NUMERO DE DIENTES DE LA RUEDA											
		36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25
12	71° 34'	71° 5'	70° 34'	70° 1'	69° 26'	68° 50'	68° 12'	67° 31'	66° 48'	66° 2'	65° 14'	64° 22'	
13	70° 26'	70° 9'	69° 37'	69° 5'	68° 30'	67° 53'	67° 15'	66° 31'	65° 51'	65° 6'	64° 17'	63° 26'	
14	69° 45'	68° 12'	67° 37'	67° 0'	66° 23'	65° 42'	65° 0'	64° 14'	63° 26'	62° 36'	61° 42'	60° 45'	
15	68° 45'	67° 12'	66° 37'	66° 0'	65° 23'	64° 42'	64° 0'	63° 14'	62° 26'	61° 36'	60° 42'	59° 2'	
16	67° 23'	66° 00'	65° 25'	64° 53'	64° 12'	63° 30'	62° 48'	62° 0'	61° 16'	60° 26'	59° 32'	58° 32'	
17	66° 2'	64° 26'	63° 51'	63° 19'	62° 47'	62° 0'	61° 25'	60° 43'	59° 51'	58° 59'	58° 11'	57° 14'	
18	65° 43'	64° 6'	63° 26'	62° 45'	62° 1'	61° 23'	60° 38'	59° 51'	58° 59'	58° 11'	57° 14'	56° 19'	
19	64° 26'	62° 47'	62° 6'	61° 23'	60° 38'	59° 51'	58° 59'	58° 11'	57° 14'	56° 19'	55° 18'	54° 15'	
20	63° 26'	62° 47'	62° 6'	61° 23'	60° 38'	59° 51'	58° 59'	58° 11'	57° 14'	56° 19'	55° 18'	54° 15'	
21	62° 10'	60° 31'	59° 50'	59° 12'	58° 30'	57° 48'	57° 0'	56° 16'	55° 24'	54° 32'	53° 32'	52° 32'	
22	61° 0'	59° 19'	58° 38'	57° 56'	57° 14'	56° 32'	55° 50'	55° 8'	54° 16'	53° 34'	52° 52'	52° 10'	
23	60° 57'	60° 15'	59° 32'	58° 47'	58° 0'	57° 10'	56° 19'	55° 28'	54° 37'	53° 46'	52° 55'	52° 14'	
24	59° 45'	58° 30'	57° 15'	56° 30'	55° 45'	55° 0'	54° 10'	53° 25'	52° 40'	51° 55'	51° 10'	50° 25'	
25	58° 34'	57° 19'	56° 4'	55° 19'	54° 34'	53° 49'	53° 0'	52° 15'	51° 30'	50° 45'	49° 60'	48° 15'	
26	57° 23'	56° 8'	55° 23'	54° 38'	53° 53'	53° 8'	53° 0'	52° 15'	51° 30'	50° 45'	49° 60'	48° 15'	
27	56° 12'	55° 27'	54° 42'	53° 57'	53° 12'	52° 27'	51° 42'	50° 57'	50° 12'	49° 27'	48° 42'	47° 57'	
28	55° 1'	54° 16'	53° 31'	52° 46'	52° 0'	51° 15'	50° 30'	49° 45'	48° 60'	47° 15'	46° 30'	45° 45'	
29	54° 0'	53° 5'	52° 20'	51° 35'	50° 50'	50° 5'	49° 20'	48° 35'	47° 50'	47° 5'	46° 20'	45° 35'	
30	53° 0'	52° 5'	51° 20'	50° 35'	49° 50'	49° 5'	48° 20'	47° 35'	46° 50'	46° 5'	45° 20'	44° 35'	
31	52° 0'	51° 5'	50° 20'	49° 35'	48° 50'	48° 5'	47° 20'	46° 35'	45° 50'	45° 5'	44° 20'	43° 35'	
32	51° 0'	50° 5'	49° 20'	48° 35'	47° 50'	47° 5'	46° 20'	45° 35'	44° 50'	44° 5'	43° 20'	42° 35'	
33	50° 0'	49° 5'	48° 20'	47° 35'	46° 50'	46° 5'	45° 20'	44° 35'	43° 50'	43° 5'	42° 20'	41° 35'	
34	49° 0'	48° 5'	47° 20'	46° 35'	45° 50'	45° 5'	44° 20'	43° 35'	42° 50'	42° 5'	41° 20'	40° 35'	
35	48° 0'	47° 5'	46° 20'	45° 35'	44° 50'	44° 5'	43° 20'	42° 35'	41° 50'	41° 5'	40° 20'	39° 35'	
36	47° 0'	46° 5'	45° 20'	44° 35'	43° 50'	43° 5'	42° 20'	41° 35'	40° 50'	40° 5'	39° 20'	38° 35'	

Los grados de arriba corresponden a la rueda y los grados de abajo al piñón.

# ANGULOS DEL CONO DEL DIAMETRO PRIMITIVO $\alpha_1 \alpha_2$

		NUMERO DE DIENTES DE LA RUEDA											
		24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13
12	63-26'	62-27'	61-23'	60-15'	59-2'	57-44'	56-19'	54-47'	53-7'	51-20'	49-34'	47-17'	45-43'
13	61-33'	60-31'	59-25'	58-14'	56-58'	55-37'	53-41'	51-33'	49-5'	47-7'	45-53'	43-5'	41-53'
14	59-45'	58-40'	57-32'	56-19'	55-0'	53-37'	52-8'	50-32'	48-48'	46-58'	45-5'	43-5'	41-53'
15	57-0'	56-53'	55-43'	54-28'	53-7'	51-42'	50-12'	48-35'	46-51'	45-5'	43-5'	41-53'	39-48'
16	54-41'	53-32'	52-18'	51-0'	49-38'	48-11'	46-38'	45-5'	43-16'	42-5'	40-5'	38-5'	36-5'
17	51-38'	50-26'	49-11'	47-52'	46-28'	45-5'	43-32'	42-5'	40-5'	38-5'	36-5'	34-5'	32-5'
18	48-48'	47-36'	46-20'	45-5'	43-36'	42-5'	40-5'	38-5'	36-5'	34-5'	32-5'	30-5'	28-5'
19	45-5'	44-43'	43-24'	42-17'	41-1'	39-48'	38-22'	37-18'	36-14'	35-10'	34-6'	33-2'	31-59'
20	42-5'	41-47'	40-28'	39-24'	38-20'	37-18'	36-14'	35-10'	34-6'	33-2'	31-59'	30-5'	28-5'
21	39-48'	38-41'	37-24'	36-20'	35-18'	34-16'	33-14'	32-12'	31-10'	30-8'	29-6'	28-4'	27-2'
22	36-53'	35-46'	34-30'	33-26'	32-24'	31-22'	30-20'	29-18'	28-16'	27-14'	26-12'	25-10'	24-8'
23	33-58'	32-51'	31-34'	30-30'	29-28'	28-26'	27-24'	26-22'	25-20'	24-18'	23-16'	22-14'	21-12'
24	31-59'	30-52'	29-35'	28-31'	27-29'	26-27'	25-25'	24-23'	23-21'	22-19'	21-17'	20-15'	19-13'

Los grados de arriba corresponden a la rueda y los grados de abajo al piñón.

# ANGULO DE LA CARA DEL DIENTE $\delta_1 \delta_2$

		NUMERO DE DIENTES DE LA RUEDA											
		72-	71	70	69	68	67	66	65	64	63	62	61
12	7-53'	8-7'	8-14'	8-21'	8-28'	8-35'	8-43'	8-51'	8-59'	9-7'	9-17'	9-27'	9-37'
13	8-40'	8-48'	8-54'	9-2'	9-9'	9-16'	9-24'	9-32'	9-40'	9-48'	9-56'	10-4'	10-11'
14	9-26'	9-34'	9-42'	9-50'	9-58'	10-6'	10-14'	10-22'	10-30'	10-38'	10-46'	11-5'	11-13'
15	10-12'	10-21'	10-30'	10-38'	10-47'	10-55'	11-6'	11-16'	11-24'	11-32'	11-40'	12-5'	12-13'
16	10-58'	11-7'	11-17'	11-26'	11-35'	11-44'	11-54'	12-7'	12-17'	12-27'	12-37'	13-5'	13-13'
17	11-44'	11-54'	12-1'	12-13'	12-24'	12-34'	12-46'	12-56'	13-7'	13-17'	13-27'	14-5'	14-13'
18	12-29'	12-40'	12-50'	13-7'	13-17'	13-27'	13-37'	13-47'	13-57'	14-7'	14-17'	15-5'	15-13'
19	13-14'	13-25'	13-36'	13-48'	14-1'	14-11'	14-24'	14-36'	14-48'	15-1'	15-11'	16-5'	16-13'
20	13-59'	14-11'	14-23'	14-34'	14-46'	15-1'	15-11'	15-23'	15-35'	15-47'	16-1'	16-11'	16-19'
21	14-43'	14-55'	15-8'	15-21'	15-33'	15-46'	15-58'	16-13'	16-28'	16-43'	16-58'	17-13'	17-21'
22	15-27'	15-40'	15-53'	16-6'	16-20'	16-33'	16-47'	17-2'	17-16'	17-31'	17-46'	18-13'	18-21'
23	16-12'	16-24'	16-38'	16-51'	17-5'	17-20'	17-34'	17-50'	18-5'	18-20'	18-36'	18-54'	18-62'
24	16-55'	17-9'	17-22'	17-37'	17-51'	18-6'	18-21'	18-37'	18-53'	19-9'	19-26'	19-44'	19-52'
25	17-39'	17-52'	18-6'	18-21'	18-36'	18-52'	19-7'	19-24'	19-40'	19-57'	20-14'	20-32'	20-40'
26	18-21'	18-36'	18-51'	19-6'	19-22'	19-37'	19-53'	20-10'	20-26'	20-43'	21-2'	21-21'	21-29'
27	19-3'	19-19'	19-34'	19-49'	20-6'	20-22'	20-38'	20-56'	21-13'	21-32'	21-50'	22-10'	22-18'
28	19-46'	20-1'	20-17'	20-32'	20-50'	21-1'	21-23'	21-41'	22-2'	22-18'	22-37'	22-56'	23-5'
29	20-27'	20-43'	20-59'	21-16'	21-33'	21-50'	22-8'	22-27'	22-45'	23-5'	23-25'	23-44'	24-4'
30	21-9'	21-25'	21-42'	22-5'	22-24'	22-42'	23-10'	23-30'	23-50'	24-14'	24-34'	24-54'	25-17'
31	22-31'	22-48'	23-6'	23-23'	23-40'	23-59'	24-18'	24-38'	24-58'	25-18'	25-39'	26-1'	26-19'
32	23-15'	23-32'	23-49'	24-7'	24-24'	24-41'	25-1'	25-21'	25-42'	26-2'	26-24'	26-44'	27-7'
33	23-56'	24-13'	24-30'	24-47'	25-5'	25-23'	25-42'	26-3'	26-24'	26-44'	27-7'	27-29'	28-13'
34	24-29'	24-48'	25-6'	25-25'	25-44'	26-4'	26-24'	26-45'	27-5'	27-26'	27-48'	28-10'	28-33'
35	25-2'	25-22'	25-41'	26-5'	26-24'	26-45'	27-5'	27-26'	27-48'	28-10'	28-33'	28-56'	29-5'
36	25-47'	26-6'	26-25'	26-44'	27-4'	27-25'	27-45'	28-7'	28-29'	28-51'	29-15'	29-38'	30-13'
37	26-23'	26-42'	27-1'	27-20'	27-39'	28-1'	28-21'	28-43'	29-7'	29-29'	30-11'	30-34'	31-1'

Los grados de arriba corresponden a la rueda y los grados de abajo al piñón.

# ANGULO DE LA CARA DEL DIENTE

## NUMERO DE DIENTES DE LA RUEDA

	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49
12	9° 26' 76° 48'	9° 35' 76° 35'	9° 45' 76° 23'	9° 55' 76° 11'	10° 6' 75° 54'	10° 16' 75° 42'	10° 28' 75° 30'	10° 39' 75° 18'	10° 52' 75° 6'	11° 11' 74° 54'	11° 15' 74° 42'	11° 30' 74° 30'
13	10° 21' 75° 53'	10° 31' 75° 41'	10° 42' 75° 29'	10° 53' 75° 17'	11° 4' 75° 5'	11° 16' 74° 54'	11° 28' 74° 42'	11° 42' 74° 30'	11° 54' 74° 18'	12° 8' 74° 6'	12° 20' 73° 54'	12° 37' 73° 42'
14	11° 16' 74° 45'	11° 27' 74° 33'	11° 39' 74° 21'	11° 50' 74° 9'	12° 2' 73° 57'	12° 16' 73° 45'	12° 29' 73° 33'	12° 43' 73° 21'	12° 57' 73° 9'	13° 11' 72° 57'	13° 26' 72° 45'	13° 42' 72° 33'
15	12° 11' 74° 7'	12° 22' 73° 55'	12° 35' 73° 43'	12° 48' 73° 31'	13° 1' 73° 19'	13° 16' 73° 7'	13° 31' 72° 55'	13° 46' 72° 43'	14° 1' 72° 31'	14° 14' 72° 19'	14° 30' 72° 7'	14° 47' 71° 55'
16	13° 5' 73° 13'	13° 18' 72° 56'	13° 30' 72° 44'	13° 45' 72° 32'	14° 1' 72° 20'	14° 15' 72° 8'	14° 30' 72° 0'	14° 45' 71° 48'	15° 1' 71° 36'	15° 15' 71° 24'	15° 30' 71° 12'	15° 47' 70° 59'
17	15° 59' 72° 21'	16° 11' 72° 9'	16° 26' 71° 57'	16° 40' 71° 45'	16° 55' 71° 33'	17° 10' 71° 21'	17° 25' 71° 9'	17° 40' 70° 57'	17° 55' 70° 45'	18° 10' 70° 33'	18° 25' 70° 21'	18° 40' 70° 9'
18	18° 42' 71° 28'	18° 54' 71° 16'	19° 10' 71° 4'	19° 25' 70° 52'	19° 40' 70° 40'	19° 55' 70° 28'	20° 10' 70° 16'	20° 25' 70° 4'	20° 40' 69° 52'	20° 55' 69° 40'	21° 10' 69° 28'	21° 25' 69° 16'
19	21° 44' 70° 30'	21° 59' 70° 18'	22° 15' 70° 6'	22° 30' 69° 54'	22° 45' 69° 42'	23° 0' 69° 30'	23° 15' 69° 18'	23° 30' 69° 6'	23° 45' 68° 54'	24° 0' 68° 42'	24° 15' 68° 30'	24° 30' 68° 18'
20	24° 37' 69° 45'	24° 52' 69° 33'	25° 8' 69° 21'	25° 23' 69° 9'	25° 38' 68° 57'	25° 53' 68° 45'	26° 8' 68° 33'	26° 23' 68° 21'	26° 38' 68° 9'	26° 53' 67° 57'	27° 8' 67° 45'	27° 23' 67° 33'
21	27° 28' 68° 54'	27° 43' 68° 42'	27° 58' 68° 30'	28° 13' 68° 18'	28° 28' 68° 6'	28° 43' 67° 54'	28° 58' 67° 42'	29° 13' 67° 30'	29° 28' 67° 18'	29° 43' 67° 6'	29° 58' 66° 54'	30° 13' 66° 42'
22	30° 18' 68° 54'	30° 33' 68° 42'	30° 48' 68° 30'	31° 3' 68° 18'	31° 18' 68° 6'	31° 33' 67° 54'	31° 48' 67° 42'	32° 3' 67° 30'	32° 18' 67° 18'	32° 33' 67° 6'	32° 48' 66° 54'	33° 3' 66° 42'
23	33° 18' 68° 4'	33° 33' 67° 52'	33° 48' 67° 40'	34° 3' 67° 28'	34° 18' 67° 16'	34° 33' 67° 4'	34° 48' 66° 52'	35° 3' 66° 40'	35° 18' 66° 28'	35° 33' 66° 16'	35° 48' 66° 4'	36° 3' 65° 52'
24	36° 25' 66° 25'	36° 40' 66° 13'	36° 55' 66° 1'	37° 10' 65° 49'	37° 25' 65° 37'	37° 40' 65° 25'	37° 55' 65° 13'	38° 10' 65° 1'	38° 25' 64° 49'	38° 40' 64° 37'	38° 55' 64° 25'	39° 10' 64° 13'
25	40° 51' 65° 37'	41° 6' 65° 25'	41° 21' 65° 13'	41° 36' 65° 1'	41° 51' 64° 49'	42° 6' 64° 37'	42° 21' 64° 25'	42° 36' 64° 13'	42° 51' 64° 1'	43° 6' 63° 49'	43° 21' 63° 37'	43° 36' 63° 25'
26	44° 49' 64° 49'	45° 4' 64° 37'	45° 19' 64° 25'	45° 34' 64° 13'	45° 49' 64° 1'	46° 4' 63° 49'	46° 19' 63° 37'	46° 34' 63° 25'	46° 49' 63° 13'	47° 4' 62° 51'	47° 19' 62° 39'	47° 34' 62° 27'
27	49° 21' 64° 1'	50° 16' 63° 49'	50° 31' 63° 37'	50° 46' 63° 25'	51° 1' 63° 13'	51° 26' 62° 51'	51° 41' 62° 39'	51° 56' 62° 27'	52° 11' 62° 15'	52° 26' 62° 3'	52° 41' 61° 51'	52° 56' 61° 39'
28	54° 13' 63° 15'	54° 28' 63° 3'	54° 43' 62° 51'	54° 58' 62° 39'	55° 13' 62° 27'	55° 28' 62° 15'	55° 43' 62° 3'	55° 58' 61° 51'	56° 13' 61° 39'	56° 28' 61° 27'	56° 43' 61° 15'	56° 58' 61° 3'
29	59° 13' 62° 28'	59° 28' 62° 16'	59° 43' 62° 4'	59° 58' 61° 52'	60° 13' 61° 40'	60° 28' 61° 28'	60° 43' 61° 16'	60° 58' 61° 4'	61° 13' 60° 52'	61° 28' 60° 40'	61° 43' 60° 28'	61° 58' 60° 16'
30	64° 51' 61° 43'	65° 16' 61° 31'	65° 31' 61° 19'	65° 46' 61° 7'	66° 1' 60° 55'	66° 26' 60° 43'	66° 41' 60° 31'	66° 56' 60° 19'	67° 11' 60° 7'	67° 26' 59° 55'	67° 41' 59° 43'	67° 56' 59° 31'
31	70° 28' 60° 58'	70° 43' 60° 46'	70° 58' 60° 34'	71° 13' 60° 22'	71° 28' 60° 10'	71° 43' 59° 58'	71° 58' 59° 46'	72° 13' 59° 34'	72° 28' 59° 22'	72° 43' 59° 10'	72° 58' 58° 58'	73° 13' 58° 46'
32	76° 23' 60° 15'	76° 38' 60° 3'	76° 53' 59° 51'	77° 8' 59° 39'	77° 23' 59° 27'	77° 38' 59° 15'	77° 53' 59° 3'	78° 8' 58° 51'	78° 23' 58° 39'	78° 38' 58° 27'	78° 53' 58° 15'	79° 8' 58° 3'
33	82° 11' 59° 31'	82° 26' 59° 19'	82° 41' 59° 7'	82° 56' 58° 55'	83° 11' 58° 43'	83° 26' 58° 31'	83° 41' 58° 19'	83° 56' 58° 7'	84° 11' 57° 55'	84° 26' 57° 43'	84° 41' 57° 31'	84° 56' 57° 19'
34	88° 16' 58° 48'	88° 31' 58° 36'	88° 46' 58° 24'	89° 1' 58° 12'	89° 16' 57° 59'	89° 31' 57° 47'	89° 46' 57° 35'	90° 1' 57° 23'	90° 16' 57° 11'	90° 31' 56° 59'	90° 46' 56° 47'	91° 1' 56° 35'
35	94° 26' 58° 6'	94° 41' 57° 54'	94° 56' 57° 42'	95° 11' 57° 30'	95° 26' 57° 18'	95° 41' 57° 6'	95° 56' 56° 54'	96° 11' 56° 42'	96° 26' 56° 30'	96° 41' 56° 18'	96° 56' 56° 6'	97° 11' 55° 54'
36	100° 21' 57° 24'	100° 36' 57° 12'	100° 51' 57° 0'	101° 6' 56° 48'	101° 21' 56° 36'	101° 36' 56° 24'	101° 51' 56° 12'	102° 6' 56° 0'	102° 21' 55° 48'	102° 36' 55° 36'	102° 51' 55° 24'	103° 6' 55° 12'
37	106° 42' 56° 42'	106° 57' 56° 30'	107° 12' 56° 18'	107° 27' 56° 6'	107° 42' 55° 54'	107° 57' 55° 42'	108° 12' 55° 30'	108° 27' 55° 18'	108° 42' 55° 6'	108° 57' 54° 54'	109° 12' 54° 42'	109° 27' 54° 30'
38	112° 37' 56° 2'	112° 52' 55° 50'	113° 7' 55° 38'	113° 22' 55° 26'	113° 37' 55° 14'	113° 52' 55° 2'	114° 7' 54° 50'	114° 22' 54° 38'	114° 37' 54° 26'	114° 52' 54° 14'	115° 7' 54° 2'	115° 22' 53° 50'

Los grados de arriba corresponden a la rueda y los grados de abajo al piñón.

# ANGULO DE LA CARA DEL DIENTE $\delta_1 \delta_2$

## NUMERO DE DIENTES DE LA RUEDA

	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37
12	11° 43' 73° 39'	11° 58' 73° 30'	12° 13' 73° 22'	12° 29' 73° 15'	12° 45' 73° 11'	13° 1' 73° 51'	13° 19' 73° 37'	13° 37' 73° 33'	13° 57' 73° 30'	14° 18' 73° 27'	14° 39' 73° 24'	15° 1' 73° 21'
13	12° 31' 72° 11'	12° 46' 72° 0'	13° 13' 71° 52'	13° 29' 71° 45'	13° 46' 71° 41'	14° 13' 71° 37'	14° 31' 71° 33'	14° 50' 71° 30'	15° 11' 71° 27'	15° 32' 71° 24'	15° 53' 71° 21'	16° 25' 71° 18'
14	13° 59' 71° 21'	14° 15' 71° 10'	14° 33' 71° 0'	14° 51' 70° 51'	15° 10' 70° 47'	15° 30' 69° 26'	15° 51' 69° 22'	16° 13' 69° 19'	16° 34' 69° 16'	16° 56' 69° 13'	17° 24' 69° 10'	17° 52' 69° 07'
15	15° 51' 70° 23'	15° 23' 69° 59'	15° 42' 69° 54'	16° 1' 69° 49'	16° 22' 69° 45'	16° 43' 69° 41'	17° 5' 69° 37'	17° 28' 69° 33'	17° 53' 69° 30'	18° 18' 69° 27'	18° 44' 69° 24'	19° 11' 69° 21'
16	16° 11' 69° 19'	16° 30' 69° 14'	16° 50' 68° 28'	17° 10' 68° 28'	17° 32' 67° 34'	17° 56' 66° 36'	18° 18' 66° 42'	18° 42' 65° 33'	19° 9' 65° 33'	19° 35' 64° 59'	20° 32' 64° 23'	20° 32' 64° 23'
17	17° 15' 68° 15'	17° 36' 67° 57'	17° 57' 67° 23'	18° 20' 66° 54'	18° 43' 66° 54'	19° 6' 65° 58'	19° 31' 65° 27'	19° 56' 64° 54'	20° 24' 64° 20'	20° 51' 63° 45'	21° 21' 63° 45'	21° 53' 62° 61'
18	18° 20' 67° 12'	18° 41' 66° 47'	19° 1' 66° 19'	19° 22' 65° 51'	19° 50' 65° 21'	20° 18' 64° 55'	20° 42' 64° 18'	21° 9' 63° 45'	21° 37' 63° 43'	22° 6' 62° 34'	22° 38' 61° 56'	23° 9' 61° 56'
19	19° 22' 66° 12'	19° 45' 66° 12'	20° 8' 65° 16'	20° 34' 64° 36'	20° 59' 64° 15'	21° 24' 63° 31'	21° 52' 62° 38'	22° 20' 62° 36'	22° 49' 61° 20'	23° 20' 60° 53'	23° 52' 60° 14'	24° 26' 59° 34'
20	20° 25' 65° 11'	20° 49' 64° 43'	21° 13' 64° 13'	21° 33' 63° 43'	22° 5' 63° 11'	22° 32' 62° 38'	23° 30' 62° 4'	24° 1' 61° 30'	24° 32' 60° 53'	25° 6' 60° 14'	25° 40' 59° 34'	26° 50' 58° 55'
21	21° 27' 64° 11'	21° 52' 64° 11'	22° 17' 63° 13'	22° 37' 62° 41'	23° 10' 62° 8'	23° 38' 61° 0'	24° 39' 61° 0'	25° 10' 59° 46'	25° 43' 59° 46'	26° 18' 58° 1'	26° 53' 57° 27'	27° 28' 56° 58'
22	22° 17' 63° 13'	22° 43' 63° 13'	23° 19' 62° 11'	23° 39' 61° 40'	24° 15' 61° 40'	24° 44' 60° 32'	25° 14' 59° 54'	25° 46' 58° 41'	26° 19' 58° 41'	26° 53' 58° 1'	27° 27' 57° 19'	28° 5' 56° 58'
23	23° 27' 62° 15'	23° 54' 61° 18'	24° 31' 61° 13'	24° 49' 60° 51'	25° 28' 60° 51'	25° 57' 59° 31'	26° 28' 58° 18'	26° 52' 58° 18'	27° 26' 57° 28'	28° 0' 56° 56'	28° 36' 56° 14'	29° 14' 55° 55'
24	24° 26' 61° 18'	24° 53' 60° 47'	25° 21' 60° 15'	25° 41' 59° 41'	26° 21' 59° 1'	26° 51' 58° 31'	27° 22' 57° 53'	27° 53' 57° 15'	28° 24' 56° 35'	28° 55' 55° 53'	29° 26' 55° 11'	30° 0' 54° 54'
25	25° 24' 60° 22'	25° 52' 59° 50'	26° 20' 59° 18'	26° 40' 58° 48'	27° 22' 58° 19'	27° 52' 57° 32'	28° 23' 56° 54'	28° 54' 56° 15'	29° 25' 55° 34'	29° 56' 54° 52'	30° 27' 54° 12'	30° 58' 39° 51'
26	26° 21' 59° 27'	26° 49' 58° 55'	27° 17' 58° 23'	27° 37' 57° 51'	28° 21' 57° 19'	28° 54' 56° 47'	29° 27' 55° 58'	29° 59' 55° 16'	30° 30' 54° 34'	31° 1' 53° 52'	31° 32' 53° 10'	32° 3' 52° 28'
27	27° 17' 58° 33'	27° 46' 58° 0'	28° 16' 57° 26'	28° 37' 56° 51'	29° 21' 56° 15'	29° 54' 55° 38'	30° 27' 54° 59'	30° 59' 54° 17'	31° 30' 53° 32'	32° 1' 52° 50'	32° 32' 52° 8'	33° 3' 51° 56'
28	28° 12' 57° 42'	28° 42' 57° 8'	29° 13' 56° 32'	29° 34' 55° 57'	30° 18' 55° 20'	30° 51' 54° 42'	31° 24' 53° 52'	31° 56' 53° 12'	32° 27' 52° 39'	33° 0' 51° 56'	33° 31' 51° 11'	34° 3' 50° 35'
29	29° 5' 56° 49'	29° 37' 56° 15'	30° 8' 55° 40'	30° 30' 55° 4'	31° 13' 54° 27'	31° 46' 53° 48'	32° 19' 53° 52'	32° 51' 52° 51'	33° 24' 51° 44'	33° 56' 51° 18'	34° 28' 50° 46'	35° 0' 49° 20'
30	29° 58' 55° 58'	30° 15' 55° 24'	30° 42' 54° 48'	31° 1' 54° 12'	31° 44' 53° 34'	32° 17' 52° 54'	32° 50' 52° 15'	33° 23' 51° 33'	33° 56' 50° 50'	34° 29' 50° 17'	35° 1' 49° 20'	35° 44' 48° 20'
31	30° 52' 55° 8'	31° 24' 54° 32'	31° 56' 53° 57'	32° 28' 53° 21'	33° 1' 52° 52'	33° 44' 52° 13'	34° 17' 51° 23'	34° 50' 50° 41'	35° 23' 49° 57'	35° 56' 49° 13'	36° 29' 48° 28'	37° 1' 47° 46'
32	31° 42' 54° 20'	32° 14' 53° 48'	32° 46' 53° 13'	33° 21' 52° 31'	33° 54' 51° 52'	34° 31' 51° 12'	35° 8' 50° 32'	35° 35' 50° 50'	36° 2' 49° 59'	36° 27' 49° 32'	37° 6' 48° 46'	37° 40' 48° 46'
33	32° 32' 53° 20'	33° 54' 52° 56'	34° 28' 52° 20'	35° 1' 51° 42'	35° 38' 50° 54'	36° 15' 50° 14'	36° 42' 49° 35'	37° 32' 48° 52'	38° 11' 48° 12'	38° 53' 47° 32'	39° 35' 46° 46'	40° 18' 46° 46'
34	32° 44' 52° 44'	34° 8' 52° 8'	35° 17' 51° 32'	35° 51' 50° 50'	36° 27' 50° 14'	37° 22' 49° 35'	37° 42' 48° 57'	38° 22' 48° 12'	39° 4' 47° 27'	39° 44' 46° 43'	40° 18' 45° 57'	40° 41' 45° 57'
35	34° 57' 51° 53'	35° 22' 51° 30'	36° 5' 50° 59'	36° 41' 50° 21'	37° 16' 49° 42'	37° 53' 49° 0'	38° 32' 48° 27'	39° 32' 47° 37'	39° 52' 46° 52'	40° 34' 46° 07'	41° 15' 45° 22'	41° 44' 44° 44'
36	35° 43' 50° 29'	36° 18' 50° 52'	37° 15' 49° 15'	37° 27' 48° 34'	38° 4' 47° 54'	38° 42' 47° 16'	39° 20' 46° 34'	39° 20' 45° 52'	40° 0' 45° 10'	40° 22' 44° 28'	40° 42' 43° 46'	41° 0' 43° 04'
37	36° 29' 49° 37'	37° 3' 49° 37'	38° 14' 48° 14'	38° 14' 47° 32'	39° 28' 46° 51'	39° 28' 46° 9'	40° 5' 45° 27'	40° 5' 44° 45'	41° 28' 44° 2'	41° 48' 43° 20'	42° 52' 42° 38'	43° 0' 41° 54'
38	37° 15' 48° 45'	37° 59' 47° 59'	38° 51' 46° 51'	38° 51' 46° 9'	40° 15' 45° 27'	40° 15' 44° 45'	41° 42' 43° 3'	41° 42' 42° 21'	42° 52' 41° 28'	43° 0' 40° 44'	43° 52' 40° 0'	44° 0' 39° 18'

# ANGULO DE LA CARA DEL DIENTE $\delta_1 \delta_2$

NUMERO DE DIENTES DEL PIÑON

		NUMERO DE DIENTES DE LA RUEDA											
		36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25
12	15-24	15-49	16-15	16-43	17-13	17-43	18-15	18-51	19-27	20-5	20-46	21-31	
13	16-51	17-59	18-23	18-46	19-13	19-43	20-23	20-51	21-27	22-3	22-46	23-15	
14	17-17	18-23	19-16	19-46	20-16	20-46	21-23	21-51	22-27	23-3	23-46	24-15	
15	18-17	19-45	20-16	20-46	21-16	21-46	22-23	22-51	23-27	24-3	24-46	25-15	
16	19-47	20-51	21-23	21-51	22-23	22-51	23-27	23-51	24-27	25-3	25-46	26-15	
17	20-11	21-23	22-9	22-45	23-15	23-45	24-23	24-51	25-27	26-3	26-46	27-15	
18	21-31	22-33	23-33	24-10	24-50	25-31	26-14	26-59	27-47	28-37	29-30	30-26	
19	22-47	23-51	24-23	25-10	26-14	27-10	28-13	29-13	30-13	31-13	32-13	33-13	
20	23-43	24-18	25-46	26-51	27-46	28-22	29-46	30-43	31-40	32-36	33-36	34-36	
21	24-15	25-37	26-51	27-51	28-51	29-46	30-31	31-21	32-13	33-8	34-5	35-6	
22	25-11	26-33	27-51	28-51	29-46	30-31	31-21	32-13	33-8	34-5	35-6	36-36	
23	26-16	27-34	28-51	29-46	30-31	31-21	32-13	33-8	34-5	35-6	36-36	37-36	
24	27-30	28-51	29-46	30-31	31-21	32-13	33-8	34-5	35-6	36-36	37-36	38-36	
25	28-43	29-46	30-31	31-21	32-13	33-8	34-5	35-6	36-36	37-36	38-36	39-36	
26	29-53	30-31	31-21	32-13	33-8	34-5	35-6	36-36	37-36	38-36	39-36	40-36	
27	30-53	31-21	32-13	33-8	34-5	35-6	36-36	37-36	38-36	39-36	40-36	41-36	
28	31-47	32-13	33-8	34-5	35-6	36-36	37-36	38-36	39-36	40-36	41-36	42-36	
29	32-43	33-8	34-5	35-6	36-36	37-36	38-36	39-36	40-36	41-36	42-36	43-36	
30	33-43	34-5	35-6	36-36	37-36	38-36	39-36	40-36	41-36	42-36	43-36	44-36	
31	34-43	35-6	36-36	37-36	38-36	39-36	40-36	41-36	42-36	43-36	44-36	45-36	
32	35-43	36-36	37-36	38-36	39-36	40-36	41-36	42-36	43-36	44-36	45-36	46-36	
33	36-43	37-36	38-36	39-36	40-36	41-36	42-36	43-36	44-36	45-36	46-36	47-36	
34	37-43	38-36	39-36	40-36	41-36	42-36	43-36	44-36	45-36	46-36	47-36	48-36	
35	38-43	39-36	40-36	41-36	42-36	43-36	44-36	45-36	46-36	47-36	48-36	49-36	
36	39-43	40-36	41-36	42-36	43-36	44-36	45-36	46-36	47-36	48-36	49-36	50-36	

Los grados de arriba corresponden a la rueda y los grados de abajo al piñon.

# ANGULO DE LA CARA DEL DIENTE $\delta_1 \delta_2$

NUMERO DE DIENTES DEL PIÑON

		NUMERO DE DIENTES DE LA RUEDA											
		24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13
12	22-18	23-8	24-3	25-2	26-3	27-11	28-25	29-43	30-42	31-11	32-44	33-26	34-16
13	23-15	24-9	25-6	26-8	27-8	28-14	29-25	30-42	31-4	32-34	33-10	34-55	35-48
14	24-15	25-9	26-6	27-8	28-14	29-25	30-42	31-4	32-34	33-10	34-55	35-48	36-48
15	25-18	26-9	27-6	28-8	29-14	30-25	31-42	32-4	33-34	34-10	35-55	36-48	37-48
16	26-8	27-5	28-4	29-9	30-20	31-33	32-52	33-17	34-17	35-50	36-28	37-15	38-15
17	27-58	28-58	29-0	30-6	31-6	32-19	33-36	34-56	35-56	36-23	37-57	38-38	39-38
18	28-58	29-58	30-6	31-6	32-19	33-36	34-56	35-56	36-23	37-57	38-38	39-38	40-38
19	29-43	30-44	31-50	32-58	33-12	34-12	35-31	36-54	37-54	38-23	39-57	40-38	41-38
20	30-43	31-44	32-50	33-58	34-12	35-12	36-31	37-54	38-54	39-23	40-57	41-38	42-38
21	31-26	32-28	33-35	34-47	35-6	36-6	37-21	38-45	39-45	40-15	41-51	42-38	43-38
22	32-43	33-34	34-47	35-15	36-15	37-15	38-15	39-15	40-15	41-15	42-15	43-15	44-15
23	33-43	34-34	35-15	36-15	37-15	38-15	39-15	40-15	41-15	42-15	43-15	44-15	45-15
24	34-43	35-34	36-15	37-15	38-15	39-15	40-15	41-15	42-15	43-15	44-15	45-15	46-15
25	35-43	36-34	37-15	38-15	39-15	40-15	41-15	42-15	43-15	44-15	45-15	46-15	47-15
26	36-43	37-34	38-15	39-15	40-15	41-15	42-15	43-15	44-15	45-15	46-15	47-15	48-15
27	37-43	38-34	39-15	40-15	41-15	42-15	43-15	44-15	45-15	46-15	47-15	48-15	49-15
28	38-43	39-34	40-15	41-15	42-15	43-15	44-15	45-15	46-15	47-15	48-15	49-15	50-15
29	39-43	40-34	41-15	42-15	43-15	44-15	45-15	46-15	47-15	48-15	49-15	50-15	51-15
30	40-43	41-34	42-15	43-15	44-15	45-15	46-15	47-15	48-15	49-15	50-15	51-15	52-15
31	41-43	42-34	43-15	44-15	45-15	46-15	47-15	48-15	49-15	50-15	51-15	52-15	53-15
32	42-43	43-34	44-15	45-15	46-15	47-15	48-15	49-15	50-15	51-15	52-15	53-15	54-15
33	43-43	44-34	45-15	46-15	47-15	48-15	49-15	50-15	51-15	52-15	53-15	54-15	55-15
34	44-43	45-34	46-15	47-15	48-15	49-15	50-15	51-15	52-15	53-15	54-15	55-15	56-15
35	45-43	46-34	47-15	48-15	49-15	50-15	51-15	52-15	53-15	54-15	55-15	56-15	57-15
36	46-43	47-34	48-15	49-15	50-15	51-15	52-15	53-15	54-15	55-15	56-15	57-15	58-15

Los grados de arriba corresponden a la rueda y los grados de abajo al piñon.

Los valores de los ángulos dados para el trazado de la cara del diente, sirve igualmente para la inclinación del carro del torno en la operación del torneado del cono.



## TALLA DE ENGRANAJES CONICOS

No se puede obtener en los engranajes cónicos una dentadura exactamente teórica sino por el procedimiento de acepillado en máquinas especiales, y para casos diversos donde no es necesario una gran precisión o se carece de elementos apropiados, pueden tallarse en la máquina fresadora y terminarse a lima; para elegir la fresa que efectúa el trabajo son los datos que se indican a continuación.

En las ruedas cónicas la fresa no se calcula por el número de dientes real, sino como si se tratase de una rueda recta, donde el radio corresponde a la generatriz  $ab$  del cono complementario de la rueda y  $bc$  del piñón.

### FORMULAS

$D_i, d_i$  = Diámetros imaginarios.

$N_i, n_i$  = Número de dientes imaginarios para  $D_i, d_i$ , por los que la fresa debe elegirse.

### EJEMPLO

Para determinar el número de las fresas para tallar un juego de engranajes cónicos de las características siguientes:

Módulo, 9; rueda de 40 dientes; diámetro primitivo, 360; piñón, 30 dientes; diámetro primitivo, 270.

$$D_p = 9 \times 40 = 360;$$

### RUEDA

$$ab = \frac{360}{2 \times 0,60019};$$

$$\text{Tg } \alpha_i = \frac{360}{270} = \frac{N}{n} = 1,333;$$

$$N_i = \frac{2 \times 300}{9} = 66,6 \text{ dientes}$$

$$\text{Tg } 1,333 = \text{Grados } 53^\circ 7';$$

$$\text{sen } 53^\circ 7' = 0,79987;$$

$$\cos 53^\circ 7' = 0,60019;$$

$$\text{ó } N_i = \frac{40}{0,60019} = 66,6 \text{ dientes.}$$

Resultado: Para la rueda de 40 dientes se empleará una fresa módulo 9, número 7, para 55 a 134 dientes.

### PIÑON

$$dp = 9 \times 30 = 270.$$

$$n_i = \frac{2 \times 169}{9} = 37,5 \text{ dientes}$$

$$bc = \frac{270}{2 \times 0,79987} = 168,777 \text{ mm.}; \quad \text{ó } n_i = \frac{30}{0,79987} = 37,5 \text{ dientes.}$$

Resultado: Para el piñón de 30 dientes se empleará una fresa módulo 9, núm. 6, para 35 ó 54 dientes.

No debe tallarse en la fresadora piñones cónicos que tengan menos de 25 dientes, y cuya longitud del diente sea mayor de  $\frac{1}{4}$  de la generatriz del cono del círculo primitivo.

A continuación se dan unas tablas para la elección de la fresa con que se deben tallar los engranajes cónicos.

Estas tablas están adaptadas a las fresas de construcción inglesa y americana, y para usarlas, en el sistema de Módulo, se busca su equivalencia.

### EJEMPLO

Rueda 40 dientes.

Piñón 30 dientes.

La tabla indica: Rueda fresa núm. 2.

Piñón fresa núm. 3.

La equivalencia según la tabla por numeración americana e inglesa:

Fresa núm. 2: 55 a 134 dientes. Fresa núm. 3: 35 a 54 dientes.

Según el sistema del Módulo:

Fresa núm. 6: 35 a 54 dientes. Fresa núm. 7: 55 a 134 dientes.

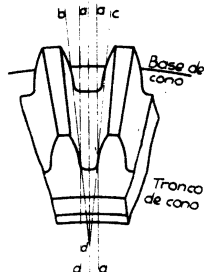
## PROCEDIMIENTO DE TALLA

Como ya se dijo, no se pueden tallar los engranajes cónicos exactamente, no siendo en máquinas especiales, pero para la talla por aproximación observar las reglas siguientes:

1.ª Operación de desbaste; tomar una fresa cuyo espesor corresponda al espacio entre la corona del tronco de cono a a; antes de fresar, inclinar el cabezal divisor donde está montado el piñón a tallar, de forma que el fondo de los dientes sea fresado horizontalmente; se determina el ángulo de la generatriz del cono y se fija el cabezal; procédase al fresado en desbaste.

2.ª Terminada esta operación anterior, se fresará cónicamente la mitad del diente, terminando así el perfil cuya guía será en la base del tronco de cono, donde es necesario fresar lo más correctamente posible los dos flancos  $cd$  y  $bd$ , desplazando el piñón girando a derecha e izquierda respectivamente, para dar al diente su perfil y espesor conveniente, el giro será hacia un flanco y otro, estando la fresa en posición central  $\frac{1}{4}$  del paso del diente.

Para los piñones pequeños no es necesario fresar en tres veces; dos pasadas son suficientes para los flancos  $bd$  y  $cd$ .



### Tabla para determinar el número de la fresa para tallar engranajes cónicos

[illegible]

La primera cifra corresponde a la rueda; la segunda, al piñón.

**Tabla para determinar el número de la fresa  
para tallar engranajes cónicos**

		PIÑÓN																															
RUEDA		31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50												
		31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50												
	31	3-3																															
	32	3-3	3-3																														
	33	3-3	3-3	3-3																													
	34	3-3	3-3	3-3	3-3																												
	35	3-3	3-3	3-3	3-3	3-3																											
	36	2-3	3-3	3-3	3-3	3-3	3-3																										
	37	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	3-3	3-3																									
	38	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	3-3	3-3	3-3																								
	39	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-2																							
	40	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-2	2-2																						
	41	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-2	2-2	2-2																					
	42	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-2	2-2	2-2	2-2																				
	43	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2																			
	44	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2																		
	45	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2																	
	46	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2																
	47	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2															
	48	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2														
	49	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2													
	50	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2												
	51	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2												
	52	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2												
	53	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2												
	54	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2												
	55	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2												

La primera cifra corresponde a la rueda; la segunda, al piñón.

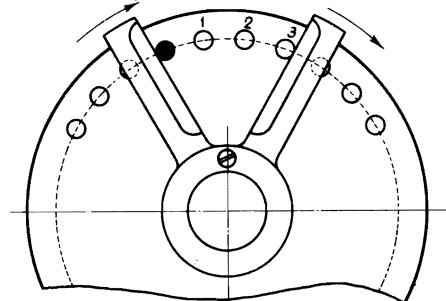
## CABEZAL DIVISOR

### DIVISION NORMAL

T = Número de divisiones a construir.

V = Relación del cabezal divisor y la manivela.

X = Vueltas de la manivela.



### FORMULA

$$V = \frac{40}{T}; \quad X = \frac{V}{T} = \frac{40}{T^2}$$

Cuando forma el cálculo una fracción, se tiene que el número quebrado aumentará o disminuirá hasta que el denominador sea igual al número de los orificios de uno de los discos.

### EJEMPLO

Factor conocido: T = 13.

Factor desconocido: X.

$$X = \frac{40}{13} = 3 \frac{1}{13} = 3 \frac{3}{39}$$

Para una división son necesarias tres vueltas de la manivela y  $\frac{3}{39}$  de revolución de la manivela.

Los  $\frac{3}{39}$  de revolución, es hacer girar la manivela tomando tres orificios del disco 39.

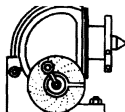
### PUESTA EN PUNTO DEL PLATO DIVISOR

Colocada la clavija de la manivela en el círculo correspondiente de orificios del disco, se procederá a introducir la clavija en un orificio (siempre girando en el sentido marcado por las flechas), según se indica en la figura: la clavija quedará fija en el orificio marcado en negro, y a partir de esta primera posición se contarán los orificios que sea menester girar además de las vueltas de la manivela que resulte del cálculo.

Procedase al ajuste de los dos brazos en ángulo para que dentro de ellos queden comprendidos los orificios necesarios, la primera posición de la clavija no se contará, y su sencillo manejo queda explicado en la figura de esta página.

Norma para dividir en grados.  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Una vuelta de la manivela } 9^\circ. \\ 6 \text{ orificios del círculo } 54 = 1^\circ. \\ \text{Un orificio del círculo } 54 = 10 \text{ minutos.} \end{array} \right.$

# CABEZAL DIVISOR



# DIVISION NORMAL

RELACION  $\frac{1}{4}$

Oficinas / Disco 1 - 24-25-28-30-34-37-38-39-41-42-43.  
/ Disco 2 - 46-47-49-51-53-54-57-58-59-62-66.

NÚMERO DE DIVISIONES	NÚMERO DE OFICIOS DEL DISCO	VUELTAS	OFICIOS	NÚMERO DE DIVISIONES	NÚMERO DE OFICIOS DEL DISCO	OFICIOS	NÚMERO DE DIVISIONES	NÚMERO DE OFICIOS DEL DISCO	OFICIOS	NÚMERO DE DIVISIONES	NÚMERO DE OFICIOS DEL DISCO	OFICIOS
2		20	..	44	66	60	104	39	15	205	41	8
3	24	13	8	45	54	48	105	42	16	210	42	8
4		10	..	46	46	40	106	53	20	212	53	10
5		8	..	47	47	40	108	54	20	215	48	8
6	24	4	16	48	24	20	110	46	24	216	54	10
7	28	5	20	49	49	40	112	28	10	220	46	12
8		5	..	50	25	20	114	57	20	224	28	5
9	54	4	24	51	51	40	115	46	16	228	57	10
10		4	..	52	39	30	116	58	20	230	46	8
11	66	3	42	53	53	40	118	59	20	232	58	10
12	24	3	8	54	54	40	120	66	22	235	47	8
13	39	3	3	55	66	48	124	62	20	236	59	10
14	49	2	42	56	28	20	125	25	8	240	66	11
15	24	2	16	57	57	40	130	30	12	245	49	8
16	24	2	12	58	58	40	132	66	20	248	62	10
17	34	2	12	59	59	40	135	54	16	250	25	4
18	54	2	12	60	42	28	136	34	10	255	51	8
19	38	2	4	62	62	40	140	28	8	260	39	6
20		2	..	64	24	15	144	54	15	264	66	10
21	62	1	88	65	39	24	145	58	16	270	54	8
22	66	1	54	66	66	40	148	37	10	272	34	5
23	46	1	34	68	34	20	150	30	8	280	28	4
24	24	1	16	70	28	16	152	88	10	290	58	6
25	25	1	15	72	54	80	155	62	16	296	87	5
26	39	1	21	74	37	20	156	89	10	300	30	4
27	54	1	26	75	30	16	160	28	7	304	38	5
28	42	1	18	76	38	20	164	41	10	310	62	8
29	58	1	22	78	39	20	165	66	16	312	39	5
30	24	1	8	80	34	17	168	42	10	320	24	3
31	62	1	18	82	41	20	170	34	8	328	41	5
32	28	1	7	84	42	20	172	43	10	330	66	8
33	66	1	14	85	34	16	176	46	15	336	42	6
34	34	1	6	86	43	20	180	54	12	340	34	4
35	28	1	4	88	66	30	184	46	10	344	43	5
36	54	1	6	90	54	24	185	37	8	360	54	6
37	37	1	3	92	46	20	188	47	10	363	46	5
38	38	1	2	94	47	20	190	38	8	370	37	4
39	39	1	1	95	38	16	192	24	5	376	47	5
40		1	..	96	24	10	195	39	8	380	38	4
41	41	..	40	98	49	20	196	49	10	390	39	4
42	42	..	40	100	25	10	200	30	6	392	49	5
43	43	..	40	102	51	20	204	51	10	400	30	3

# DIVISION DIFERENCIAL

Es una ampliación de la división normal y se emplea para las divisiones en que esta forma de división no puede realizarse, especialmente para números primos superiores a 50 y sus múltiplos.

Solamente puede emplearse para tallar ruedas con dientes dirigidos en sentido axial, no pudiéndose utilizar para las ruedas helicoidales.

T = Número de divisiones a construir por cada vuelta de la pieza

T' = Número de divisiones elegidas por aproximación por cada vuelta de la pieza, que ha de ser próximo a T y poder hacerse con la división normal

L = Número de orificios del disco elegido.

f = Número de orificios para una división.

V = Número de vueltas de la manivela del cabezal divisor por una vuelta completa de la pieza. Normalmente V = 40. Relación 40:1.

X = Relación de transmisión de las ruedas de cambio entre el cabezal y el disco divisor.

A = Rueda en el cabezal conductora.

B = Rueda conducida.

C = Rueda conductora.

D = Rueda del plato divisor conducida.

Para encontrar X para un cierto número de divisiones T se tienen que elegir los factores L y f, es necesario que en la circunferencia de orificios haya factores iguales con el mismo número divisor, o con una de las ruedas de cambio. V x L tiene que ser siempre menor que T x f, aunque también puede ser mayor, pero para simplificar se seguirá la indicación de menor.

## FORMULA

$$V = \frac{40}{1}, D = 48, \frac{A \times C}{B \times D} = X = \frac{(T \times f) - (V \times L)}{L}$$

## EJEMPLO

Factor conocido T = 51. Factor desconocido X.  $\frac{A \times C}{B \times D}$

Tómese L = 17 y f = 14.

$$\frac{A \times C}{B \times D} = X = \frac{(51 \times 14) - (40 \times 17)}{17} = \frac{34}{17} = \frac{72 \times 80}{60 \times 48}$$

Tendrán el mismo sentido de rotación la manivela y el disco, si T' > T, y rotación en sentido contrario si T' < T.

Por tanto:

Relación simple: cuando T' es mayor que T se necesita montar una rueda intermedia, y cuando T' es menor que T se necesita montar dos ruedas intermedias.

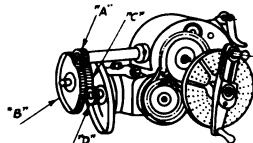
Relación doble: cuando T' es mayor que T NO se necesita montar rueda intermedia, y cuando T' es menor que T se necesita montar una rueda intermedia.

# CABEZAL DIVISOR UNIVERSAL

Relacion 40 1

## DIVISION DIFERENCIAL

Ruedas de cambio 24 - 28 - 30 - 32 - 36 - 37 - 40 - 48 - (3 x) - 49 - 56 - 60 - 64 -  
66 - 68 - 72 - (2 x) - 76 - 78 - 80 - 84 - 86 - 90 - 96 - 100



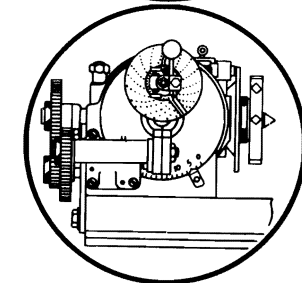
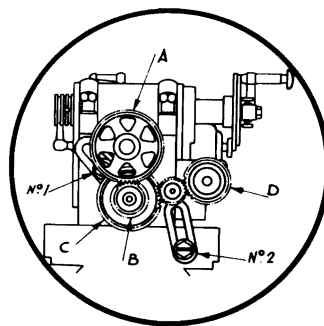
NUMERO DIVISIONES T CIRCULO DE ORIFICIOS	VUELTAS MANIVELA	A	B	C	D	NUMERO DIVISIONES T CIRCULO DE ORIFICIOS	VUELTAS MANIVELA	A	B	C	D		
51	17	14 17	72	60	80	48	112	16	6 16	72	60	80	48
53	20	16 20	64	40	72	48	113	16	6 16	72	48	76	48
57	21	15 21	40	84	72	48	114	19	7 19	72	60	80	48
59	49	35 49	72	56	80	48	117	39	15 39	84	28	80	48
61	39	26 39	36	90	80	48	118	16	6 16	84	28	68	48
63	39	26 39	72	60	80	48	119	17	6 17	72	60	80	48
67	16	10 16	72	64	80	48	121	33	12 33	80	30	72	48
69	20	12 20	56	60	72	48	122	39	13 39	48	60	40	48
71	20	12 20	64	40	78	48	123	39	13 39	40	60	72	48
73	21	12 21	64	56	72	48	125	39	13 39	60	30	40	48
77	21	12 21	80	30	72	48	126	39	13 39	72	60	80	48
79	15	8 15	64	60	96	48	127	39	13 39	84	30	40	48
81	27	14 27	72	60	80	48	129	39	13 39	72	40	80	48
83	20	10 20	60	40	48	48	131	16	5 16	40	64	72	48
87	29	14 29	72	60	80	48	133	19	6 19	72	60	80	48
89	21	10 21	80	28	40	48	134	16	5 16	72	64	80	48
91	39	18 39	72	60	80	48	137	16	5 16	72	48	90	48
93	27	12 27	48	60	80	48	138	23	7 23	72	60	80	48
96	21	9 21	64	56	48	48	139	17	5 17	36	68	80	48
97	27	12 27	84	36	64	48	141	47	14 47	72	60	80	48
99	33	14 33	72	60	80	48	142	17	5 17	72	68	80	48
101	49	20 49	60	49	48	48	143	39	12 39	80	30	72	48
102	17	7 17	72	60	80	48	146	49	14 49	64	28	36	48
103	20	8 20	48	60	72	48	147	49	14 49	72	60	80	48
106	20	8 20	64	40	72	48	149	49	14 49	72	49	84	48
107	20	8 20	72	30	56	48	151	18	5 18	56	48	80	48
109	16	6 16	49	84	72	48	153	17	5 17	84	60	80	48
111	37	14 37	72	60	80	48	154	15	4 15	64	60	48	48

NUMERO DIVISIONES T CIRCULO DE ORIFICIOS	VUELTAS MANIVELA	A	B	C	D	NUMERO DIVISIONES T CIRCULO DE ORIFICIOS	VUELTAS MANIVELA	A	B	C	D		
157	15	4 15	64	30	84	48	214	20	4 20	84	60	64	48
158	15	4 15	64	40	48	48	217	21	4 21	48	84	80	48
159	15	4 15	64	40	72	48	218	16	3 16	49	56	72	48
161	23	6 23	72	30	60	48	219	21	4 21	64	30	72	48
162	15	4 15	64	40	72	48	221	39	8 39	96	60	80	48
163	20	5/20	60	40	24	48	222	37	7 37	72	66	80	48
166	20	5/20	60	48	48	48	223	33	6 33	36	40	48	48
167	20	5/20	56	40	72	48	224	21	4 21	64	36	80	48
169	20	5/20	60	84	72	48	225	27	5 27	72	36	40	48
171	21	5/21	36	36	80	48	226	27	5/27	80	66	40	48
173	20	5/20	72	40	78	48	227	33	6/33	56	66	72	48
174	29	7/29	72	32	60	48	228	33	6/33	64	28	72	48
175	20	5/20	72	24	80	48	229	21	4 21	76	60	64	48
176	20	5/20	72	28	64	48	231	33	6/33	72	66	80	48
177	20	5/20	84	30	68	48	233	33	6 33	78	60	96	48
178	20	5/20	90	28	72	48	234	39	7 39	72	68	80	48
179	20	5 20	84	32	76	48	236	17	3 17	64	24	84	48
181	20	5/20	96	90	84	48	237	27	5 27	80	60	56	48
182	27	6 27	24	60	80	48	238	17	3 17	72	24	80	48
183	27	6 27	48	60	40	48	239	16	3 16	84	68	66	48
186	27	6 27	48	60	80	48	241	17	3 17	86	30	96	48
187	27	6 27	56	40	80	48	242	33	6/33	80	84	72	48
189	27	6 27	64	37	60	48	243	18	3 18	28	60	72	48
191	37	8 37	64	40	36	48	244	18	3 18	48	60	40	48
192	27	6 27	64	35	80	48	246	18	3 18	40	40	72	48
193	27	6 27	64	24	78	48	247	18	3 18	80	40	28	48
194	27	6 27	64	24	56	48	249	18	3 18	48	36	60	48
197	27	6 27	68	30	64	48	250	18	3 18	72	49	40	48
198	27	6 27	90	30	64	48	251	49	8 49	64	60	36	48
199	27	6 27	76	78	80	48	252	18	3/18	72	49	80	48
201	39	8/39	64	78	72	48	253	49	8 49	64	60	48	48
202	39	8/39	64	80	84	48	254	18	3/18	84	48	80	48
203	20	4/20	32	40	72	48	255	18	3/18	72	40	80	48
204	20	4/20	32	60	48	48	256	18	3/18	64	49	80	48
206	20	4/20	48	60	72	48	257	49	8 49	64	60	72	48
207	20	4/20	56	60	72	48	258	43	7 43	72	32	80	48
208	20	4/20	64	40	72	48	259	18	3/18	76	24	64	48
209	20	4/20	72	60	48	48	261	29	5 29	80	30	72	48
211	20	4/20	66	40	96	48	262	18	3 18	80	49	66	48
212	20	4/20	64	40	72	48	263	49	8 49	72	78	96	48
213	20	4/20	64	40	78	48	265	39	6 39	40	78	72	48

NÚMERO DIVISIONES T	CÍRCULO DE ORIFICIOS	VUELTAS MANIVELA	A	B	C	D	NÚMERO DIVISIONES T	CÍRCULO DE ORIFICIOS	VUELTAS MANIVELA	A	B	C	D
266	39	6/39	48	78	72	48	314	15	2/15	64	60	84	48
267	39	6/39	56	66	72	48	315	15	2/15	72	60	80	48
268	33	5/33	48	66	40	48	316	15	2/15	64	60	96	48
269	33	5/33	40	66	60	48	317	15	2/15	68	40	96	48
271	33	5/33	60	66	56	48	318	15	2/15	64	32	72	48
272	33	5/33	48	66	80	48	319	29	4/29	96	40	64	48
273	33	5/33	60	66	72	48	321	15	2/15	84	48	64	48
274	33	5/33	60	36	80	48	322	23	3/23	64	78	72	48
275	33	5/33	72	66	40	48	323	39	5/39	66	30	80	48
276	33	5/33	72	66	80	48	324	15	2/15	72	32	64	48
277	33	5/33	78	66	80	48	325	15	2/15	80	30	64	48
278	33	5/33	80	60	84	48	326	15	2/15	78	40	64	48
279	27	4/27	48	60	80	48	327	15	2/15	96	64	72	48
281	20	3/20	72	60	86	48	329	16	2/16	48	37	72	48
282	27	4/27	64	84	80	48	331	37	5/37	100	40	84	48
283	49	7/49	84	84	72	48	332	16	2/16	48	30	60	48
284	49	7/49	32	48	72	48	333	15	2/15	96	48	66	48
285	27	4/27	64	84	80	48	334	16	2/16	56	24	72	48
286	49	7/49	48	60	72	48	335	15	2/15	84	48	64	48
287	49	7/49	40	84	72	48	336	16	2/16	64	56	72	48
288	49	7/49	48	56	96	48	337	16	2/16	68	40	84	48
289	49	7/49	48	36	72	48	338	16	2/16	60	48	72	48
291	27	4/27	84	49	84	48	339	16	2/16	72	32	76	48
292	49	7/49	56	56	72	48	341	16	2/16	72	36	56	48
293	49	7/49	64	60	78	48	342	16	2/16	66	30	72	48
294	49	7/49	72	56	80	48	343	15	2/15	96	32	86	48
295	49	7/49	72	49	80	48	345	16	2/16	80	68	60	48
297	49	7/49	68	28	84	48	346	17	2/17	32	68	72	48
298	49	7/49	72	24	48	48	347	17	2/17	48	86	56	48
299	39	5/39	96	48	72	48	348	43	5/43	24	86	80	48
301	43	6/43	64	28	72	48	349	43	5/43	30	68	80	48
302	21	3/21	56	37	64	48	350	17	2/17	48	28	80	48
303	37	5/37	56	28	30	48	351	39	5/39	48	68	80	48
304	49	7/49	72	28	64	48	352	17	2/17	64	68	72	48
305	49	7/49	80	28	60	48	353	17	2/17	64	68	78	48
306	49	7/49	78	60	64	48	354	17	2/17	64	68	84	48
307	15	2/15	56	60	48	48	355	17	2/17	72	68	80	48
308	15	2/15	64	60	48	48	356	17	2/17	64	48	96	48
309	15	2/15	48	37	72	48	357	17	2/17	64	68	72	48
311	37	5/37	90	60	40	48	358	17	2/17	72	68	96	48
313	15	2/15	64	60	78	48	359	17	2/17	76	68	96	48

Número de Divisiones T	Círculo de Orificios	Vueltas de la Manivela	Rueda D	Soporte núm. 1		Rueda A	Ruedas Intermedias	
				Rueda C	Rueda B		Soporte núm. 1	Soporte núm. 2
2		20						
3	39	13 <sup>1 5</sup> / <sub>39</sub>						
4		10						
5		8						
6	39	6 <sup>2 6</sup> / <sub>39</sub>						
7	49	5 <sup>3 5</sup> / <sub>49</sub>						
8		5						
9	27	4 <sup>1 2</sup> / <sub>27</sub>						
10		4						
11	33	3 <sup>2 1</sup> / <sub>33</sub>						
12	39	3 <sup>1 3</sup> / <sub>39</sub>						
13	39	3 <sup>3</sup> / <sub>39</sub>						
14	49	2 <sup>4 2</sup> / <sub>49</sub>						
15	39	2 <sup>2 6</sup> / <sub>39</sub>						
16	20	2 <sup>10</sup> / <sub>20</sub>						
17	17	2 <sup>1 7</sup> / <sub>17</sub>						
18	27	2 <sup>6</sup> / <sub>27</sub>						
19	19	2 <sup>2</sup> / <sub>19</sub>						
20		2						
21	21	1 <sup>1 9</sup> / <sub>21</sub>						
22	33	1 <sup>2 7</sup> / <sub>33</sub>						
23	23	1 <sup>1 7</sup> / <sub>23</sub>						
24	39	1 <sup>2 6</sup> / <sub>39</sub>						
25	20	1 <sup>1 2</sup> / <sub>20</sub>						
26	39	1 <sup>2 1</sup> / <sub>39</sub>						
27	27	1 <sup>1 3</sup> / <sub>27</sub>						
28	49	1 <sup>2 1</sup> / <sub>49</sub>						
29	29	1 <sup>1 1</sup> / <sub>29</sub>						

## Cabezal Divisor Universal BROWN & SHARPE



Número de Divisiones T	Círculo de Orificios	Vueltas de la Manivela	Rueda  D	Soporte núm. 1		Rueda  A	Ruedas Intermedias	
				Rueda  C	Rueda  B		Soporte núm. 1	Soporte núm. 2
30	39	1 $\frac{13}{39}$						
31	31	1 $\frac{9}{31}$						
32	20	1 $\frac{5}{20}$						
33	33	1 $\frac{7}{33}$						
34	17	1 $\frac{3}{17}$						
35	49	1 $\frac{7}{49}$						
36	27	1 $\frac{3}{27}$						
37	37	1 $\frac{3}{37}$						
38	19	1 $\frac{1}{19}$						
39	39	1 $\frac{1}{39}$						
40		1						
41	41	$\frac{40}{41}$						
42	21	$\frac{20}{21}$						
43	43	$\frac{40}{43}$						
44	33	$\frac{50}{33}$						
45	27	$\frac{24}{27}$						
46	23	$\frac{20}{23}$						
47	47	$\frac{40}{47}$						
48	18	$\frac{15}{18}$						
49	49	$\frac{40}{49}$						
50	20	$\frac{16}{20}$						
51	17	$\frac{14}{17}$	24			48	24	44
52	39	$\frac{30}{39}$						
53	49	$\frac{35}{49}$	56	40	24	72		
54	27	$\frac{20}{27}$						
55	33	$\frac{24}{33}$						
56	49	$\frac{35}{49}$						

Número de Divisiones T	Círculo de Orificios	Vueltas de la Manivela	Rueda D	Soporte núm. 1		Rueda A	Ruedas Intermedias	
				Rueda C	Rueda B		Soporte núm. 1	Soporte núm. 2
57	21	$\frac{15}{21}$	56			40	24	44
58	29	$\frac{20}{29}$						
59	39	$\frac{26}{39}$	48			32	44	
60	39	$\frac{26}{39}$						
61	39	$\frac{26}{39}$	48			32	24	44
62	31	$\frac{20}{31}$						
63	39	$\frac{26}{39}$	24			48	24	44
64	16	$\frac{10}{16}$						
65	39	$\frac{24}{39}$						
66	33	$\frac{20}{33}$						
67	21	$\frac{12}{21}$	28			48	44	
68	17	$\frac{10}{17}$						
69	20	$\frac{12}{20}$	40			56	24	44
70	49	$\frac{28}{49}$						
71	18	$\frac{10}{18}$	72			40	24	
72	27	$\frac{15}{27}$						
73	21	$\frac{12}{21}$	28			48	24	44
74	37	$\frac{20}{37}$						
75	15	$\frac{6}{15}$						
76	19	$\frac{10}{19}$						
77	20	$\frac{10}{20}$	32			48	44	
78	39	$\frac{20}{39}$						
79	20	$\frac{10}{20}$	48			24	44	
80	20	$\frac{10}{20}$						
81	20	$\frac{10}{20}$	48			24	24	44
82	41	$\frac{20}{41}$						
83	20	$\frac{10}{20}$	32			48	24	44

Número de Divisiones T	Círculo de Orificios	Vuelas de la Manivela	Rueda D	Soporte núm. 1		Rueda A	Ruedas Intermedias	
				Rueda C	Rueda B		Soporte núm. 1	Soporte núm. 2
84	21	$\frac{10}{21}$						
85	17	$\frac{8}{17}$						
86	43	$\frac{20}{43}$						
87	15	$\frac{7}{15}$	40			24	24	44
88	33	$\frac{15}{33}$						
89	18	$\frac{8}{18}$	72			32	44	
90	27	$\frac{12}{27}$						
91	39	$\frac{18}{39}$	24			48	24	44
92	23	$\frac{10}{23}$						
93	18	$\frac{8}{18}$	24			32	24	44
94	47	$\frac{20}{47}$						
95	19	$\frac{8}{19}$						
96	21	$\frac{9}{21}$	28			32	24	44
97	20	$\frac{8}{20}$	40			48	44	
98	49	$\frac{20}{49}$						
99	20	$\frac{8}{20}$	56	28	40	32		
100	20	$\frac{8}{20}$						
101	20	$\frac{8}{20}$	72	24	40	48		24
102	20	$\frac{8}{20}$	40			32	24	44
103	20	$\frac{8}{20}$	40			48	24	44
104	39	$\frac{15}{39}$						
105	21	$\frac{8}{21}$						
106	43	$\frac{16}{43}$	86	24	24	48		
107	20	$\frac{8}{20}$	40	56	32	64		24
108	27	$\frac{10}{27}$						
109	16	$\frac{6}{16}$	32			28	24	44
110	33	$\frac{12}{33}$						

Número de Divisiones T	Círculo de Orificios	Vuelas de la Manivela	Rueda D	Soporte núm. 1		Rueda A	Ruedas Intermedias	
				Rueda C	Rueda B		Soporte núm. 1	Soporte núm. 2
111	39	$\frac{13}{39}$	24			72	32	
112	39	$\frac{13}{39}$	24			64	44	
113	39	$\frac{13}{39}$	24			56	44	
114	39	$\frac{13}{39}$	24			48	44	
115	23	$\frac{8}{23}$						
116	29	$\frac{10}{29}$						
117	39	$\frac{13}{39}$	24			24	56	
118	39	$\frac{13}{39}$	48			32	44	
119	39	$\frac{13}{39}$	72			24	44	
120	39	$\frac{13}{39}$						
121	39	$\frac{13}{39}$	72			24	24	44
122	39	$\frac{13}{39}$	48			32	24	44
123	39	$\frac{13}{39}$	24			24	24	44
124	31	$\frac{10}{31}$						
125	39	$\frac{13}{39}$	24			40	24	44
126	39	$\frac{13}{39}$	24			48	24	44
127	39	$\frac{13}{39}$	24			56	24	44
128	16	$\frac{5}{16}$						
129	39	$\frac{13}{39}$	24			72	24	44
130	39	$\frac{12}{39}$						
131	20	$\frac{6}{20}$	40			28	44	
132	33	$\frac{10}{33}$						
133	21	$\frac{6}{21}$	24			48	44	
134	21	$\frac{6}{21}$	28			48	44	
135	27	$\frac{5}{27}$						
136	17	$\frac{5}{17}$						
137	21	$\frac{6}{21}$	28			24	56	



Número de Divisiones T	Círculo de Orificios	Vueltas de la Manivela	Rueda  D	Soporte núm. 1		Rueda  A	Ruedas Intermedias	
				Rueda  C	Rueda  B		Soporte núm. 1	Soporte núm. 2
138	21	$\frac{6}{21}$	56			32	44	
139	21	$\frac{6}{21}$	56	32	48	24		
140	49	$\frac{14}{49}$						
141	18	$\frac{5}{18}$	48			40	44	
142	21	$\frac{6}{21}$	56			32	24	44
143	21	$\frac{6}{21}$	28			24	24	44
144	18	$\frac{5}{18}$						
145	29	$\frac{8}{29}$						
146	21	$\frac{6}{21}$	28			48	24	44
147	21	$\frac{6}{21}$	24			48	24	44
148	37	$\frac{10}{37}$						
149	21	$\frac{6}{21}$	28			72	24	44
150	15	$\frac{4}{15}$						
151	20	$\frac{5}{20}$	32			72	44	
152	19	$\frac{5}{19}$						
153	20	$\frac{5}{20}$	32			56	44	
154	20	$\frac{5}{20}$	32			48	44	
155	31	$\frac{8}{31}$						
156	39	$\frac{10}{39}$						
157	20	$\frac{5}{20}$	32			24	56	
158	20	$\frac{5}{20}$	48			24	44	
159	20	$\frac{5}{20}$	64	32	56	28		
160	20	$\frac{5}{20}$						
161	20	$\frac{5}{20}$	64	32	56	28		24
162	20	$\frac{5}{20}$	48			24	24	44
163	20	$\frac{5}{20}$	32			24	24	44
164	41	$\frac{10}{41}$						

Número de Divisiones T	Círculo de Orificios	Vueltas de la Manivela	Rueda  D	Soporte núm. 1		Rueda  A	Ruedas Intermedias	
				Rueda  C	Rueda  B		Soporte núm. 1	Soporte núm. 2
165	33	$\frac{8}{33}$						
166	20	$\frac{5}{20}$	32			48	24	44
167	20	$\frac{5}{20}$	32			56	24	44
168	21	$\frac{5}{21}$						
169	20	$\frac{5}{20}$	32			72	24	44
170	17	$\frac{4}{17}$						
171	21	$\frac{5}{21}$	56			40	24	44
172	43	$\frac{10}{43}$						
173	18	$\frac{4}{18}$	72	56	32	64		
174	18	$\frac{4}{18}$	24			32	56	
175	18	$\frac{4}{18}$	72	40	32	64		
176	18	$\frac{4}{18}$	72	24	24	64		
177	18	$\frac{4}{18}$	72			48	24	
178	18	$\frac{4}{18}$	72			32	44	
179	18	$\frac{4}{18}$	72	24	48	32		
180	18	$\frac{4}{18}$						
181	18	$\frac{4}{18}$	72	24	48	32		24
182	18	$\frac{4}{18}$	72			32	24	44
183	18	$\frac{4}{18}$	48			32	24	44
184	23	$\frac{5}{23}$						
185	37	$\frac{8}{37}$						
186	18	$\frac{4}{18}$	48			64	24	44
187	18	$\frac{4}{18}$	72	48	24	56		24
188	47	$\frac{10}{47}$						
189	18	$\frac{4}{18}$	32			64	24	44
190	19	$\frac{4}{19}$						
191	20	$\frac{4}{20}$	40			72	24	

Número de Divisiones T	Círculo de Oficios	Vueltas de la Manivela	Rueda  D	Soporte núm. 1		Rueda  A	Ruedas Intermedias	
				Rueda  C	Rueda  B		Soporte núm. 1	Soporte núm. 2
192	20	$\frac{4}{20}$	40			64	44	
193	20	$\frac{4}{20}$	40			56	44	
194	20	$\frac{4}{20}$	40			48	44	
195	39	$\frac{8}{39}$						
196	49	$\frac{10}{49}$						
197	20	$\frac{4}{20}$	40			24	56	
198	20	$\frac{4}{20}$	56	28	40	32		
199	20	$\frac{4}{20}$	100	40	64	32		
200	20	$\frac{4}{20}$						
201	20	$\frac{4}{20}$	72	24	40	24		24
202	20	$\frac{4}{20}$	72	24	40	48		24
203	20	$\frac{4}{20}$	40			24	24	44
204	20	$\frac{4}{20}$	40			32	24	44
205	41	$\frac{8}{41}$						
206	20	$\frac{4}{20}$	40			48	24	44
207	20	$\frac{4}{20}$	40			56	24	44
208	20	$\frac{4}{20}$	40			64	24	44
209	20	$\frac{4}{20}$	40			72	24	44
210	21	$\frac{4}{21}$						
211	16	$\frac{3}{16}$	64			28	44	
212	43	$\frac{8}{43}$	86	24	24	48		
213	27	$\frac{5}{27}$	72			40	44	
214	20	$\frac{4}{20}$	40	56	32	64		24
215	43	$\frac{8}{43}$						
216	27	$\frac{5}{27}$						
217	21	$\frac{4}{21}$	48			64	24	44
218	16	$\frac{3}{16}$	64			56	24	44

Número de Divisiones T	Círculo de Orificios	Vueltas de la Manivela	Rueda  D	Soporte núm. 1		Rueda  A	Ruedas Intermedias	
				Rueda	Rueda		Soporte núm. 1	Soporte núm. 2
				C	B			
219	21	$\frac{4}{21}$	28			48	24	44
220	33	$\frac{6}{33}$						
221	17	$\frac{3}{17}$	24			24	56	
222	18	$\frac{3}{18}$	24			72	44	
223	43	$\frac{8}{43}$	86	48	24	64		24
224	18	$\frac{3}{18}$	24			64	44	
225	27	$\frac{5}{27}$	24			40	24	44
226	18	$\frac{3}{18}$	24			56	44	
227	49	$\frac{8}{49}$	56	64	28	72		
228	18	$\frac{3}{18}$	24			48	44	
229	18	$\frac{3}{18}$	24			44	48	
230	23	$\frac{4}{23}$						
231	18	$\frac{3}{18}$	32			48	44	
232	29	$\frac{5}{29}$						
233	18	$\frac{3}{18}$	48			56	44	
234	18	$\frac{3}{18}$	24			24	56	
235	47	$\frac{8}{47}$						
236	18	$\frac{3}{18}$	48			32	44	
237	18	$\frac{3}{18}$	48			24	44	
238	18	$\frac{3}{18}$	72			24	24	
239	18	$\frac{3}{18}$	72	24	64	32		
240	18	$\frac{3}{18}$						
241	18	$\frac{3}{18}$	72	24	64	32		24
242	18	$\frac{3}{18}$	72			24	24	44
243	18	$\frac{3}{18}$	64			32	24	44
244	18	$\frac{3}{18}$	48			32	24	44
245	49	$\frac{8}{49}$						

Número de Divisiones T	Círculo de Orificios	Vueltas de la Manivela	Rueda  D	Soporte núm. 1		Rueda  A	Ruedas Intermedias	
				Rueda  C	Rueda  B		Soporte núm. 1	Soporte núm. 2
246	18	$\frac{3}{18}$	24			24	24	44
247	18	$\frac{3}{18}$	48			56	24	44
248	31	$\frac{5}{31}$						
249	18	$\frac{3}{18}$	32			48	24	44
250	18	$\frac{3}{18}$	24			40	24	44
251	18	$\frac{3}{18}$	48	44	32	64		24
252	18	$\frac{3}{18}$	24			48	24	44
253	33	$\frac{5}{33}$	24			40	56	
254	18	$\frac{3}{18}$	24			56	24	44
255	18	$\frac{3}{18}$	48	40	24	72		24
256	18	$\frac{3}{18}$	24			64	24	44
257	49	$\frac{8}{49}$	56	48	28	64		24
258	43	$\frac{7}{43}$	32			64	24	44
259	21	$\frac{8}{21}$	24			72	44	
260	39	$\frac{6}{39}$						
261	29	$\frac{4}{29}$	48	64	24	72		
262	20	$\frac{3}{20}$	40			28	44	
263	49	$\frac{3}{49}$	56	64	28	72		24
264	33	$\frac{5}{33}$						
265	21	$\frac{3}{21}$	56	40	24	72		
266	21	$\frac{3}{21}$	32			64	44	
267	27	$\frac{4}{27}$	72			32	44	
268	21	$\frac{3}{21}$	28			48	44	
269	20	$\frac{3}{20}$	64	32	40	28		24
270	27	$\frac{4}{27}$						
271	21	$\frac{3}{21}$	56			72	24	
272	21	$\frac{3}{21}$	56			64	24	

Número de Divisiones T	Círculo de Orificios	Vueltes de la Manivela	Rueda  D	Soporte núm. 1		Rueda  A	Ruedas Intermedias	
				Rueda	Rueda		Soporte núm. 1	Soporte núm. 2
				C	B			
273	21	$\frac{3}{21}$	24			24	56	
274	21	$\frac{3}{21}$	56			48	44	
275	21	$\frac{3}{21}$	56			40	44	
276	21	$\frac{3}{21}$	56			32	44	
277	21	$\frac{3}{21}$	56			24	44	
278	21	$\frac{3}{21}$	56	32	48	24		
279	27	$\frac{4}{27}$	24			32	24	44
280	49	$\frac{7}{49}$						
281	21	$\frac{3}{21}$	72	24	56	24		24
282	43	$\frac{6}{43}$	86	24	24	56		
283	21	$\frac{3}{21}$	56			24	24	44
284	21	$\frac{3}{21}$	56			32	24	44
285	21	$\frac{3}{21}$	56			40	24	44
286	21	$\frac{3}{21}$	56			48	24	44
287	21	$\frac{3}{21}$	24			24	24	44
288	21	$\frac{3}{21}$	28			32	24	44
289	21	$\frac{3}{21}$	56			72	24	44
290	29	$\frac{4}{29}$						
291	15	$\frac{2}{15}$	40			48	44	
292	21	$\frac{3}{21}$	28			48	24	44
293	15	$\frac{2}{15}$	48	32	40	56		
294	21	$\frac{3}{21}$	24			48	24	44
295	15	$\frac{2}{15}$	48			32	44	
296	37	$\frac{5}{37}$						
297	33	$\frac{4}{33}$	28	48	24	56		
298	21	$\frac{3}{21}$	28			72	24	44
299	23	$\frac{3}{23}$	24			24	56	

Número de Divisiones T	Círculo de Orificios	Vueltas de la Manivela	Rueda  D	Soporte núm. 1		Rueda  A	Ruedas Intermedias	
				Rueda  C	Rueda  B		Soporte núm. 1	Soporte núm. 2
300	15							
301	43	$\frac{4}{43}$	24			48	24	44
302	16	$\frac{2}{16}$	32			72	24	
303	15	$\frac{2}{15}$	72	24	40	48		24
304	16	$\frac{2}{16}$	24			48	44	
305	15	$\frac{2}{15}$	48			32	24	44
306	15	$\frac{2}{15}$	40			32	24	44
307	15	$\frac{2}{15}$	72	48	40	56		24
308	16	$\frac{2}{16}$	32			48	44	
309	15	$\frac{2}{15}$	40			48	24	44
310	31	$\frac{4}{31}$						
311	16	$\frac{2}{16}$	64	24	24	72		
312	39	$\frac{5}{39}$						
313	16	$\frac{2}{16}$	32			28	56	
314	16	$\frac{2}{16}$	32			24	56	
315	16	$\frac{2}{16}$	64			40	24	
316	16	$\frac{2}{16}$	64			32	44	
317	16	$\frac{2}{16}$	64			24	44	
318	16	$\frac{2}{16}$	56	28	48	24		
319	29	$\frac{4}{29}$	48	64	24	72		24
320	16	$\frac{2}{16}$						
321	16	$\frac{2}{16}$	72	24	64	24		24
322	23	$\frac{3}{23}$	32			64	24	44
323	16	$\frac{2}{16}$	64			24	24	44
324	16	$\frac{2}{16}$	64			32	24	44
325	16	$\frac{2}{16}$	64			40	24	44
326	16	$\frac{2}{16}$	32			24	24	44

Número de Divisiones T	Círculo de Orificios	Vueltas de la Manivela	Rueda  D	Soporte núm. 1		Rueda  A	Ruedas Intermedias	
				Rueda  C	Rueda  B		Soporte núm. 1	Soporte núm. 2
			327	16	$\frac{2}{16}$	32		
328	41	$\frac{5}{41}$						
329	16	$\frac{2}{16}$	64	24	24	72		24
330	33	$\frac{4}{33}$						
331	16	$\frac{2}{16}$	64	44	24	48		24
332	16	$\frac{2}{16}$	32			48	24	44
333	18	$\frac{2}{18}$	24			72	44	
334	16	$\frac{2}{16}$	32			56	24	44
335	33	$\frac{4}{33}$	72	48	44	40		24
336	16	$\frac{2}{16}$	32			64	24	44
337	43	$\frac{5}{43}$	86	40	32	56		
338	16	$\frac{2}{16}$	32			72	24	44
339	18	$\frac{2}{18}$	24			56	44	
340	17	$\frac{2}{17}$						
341	43	$\frac{5}{43}$	86	24	32	40		
342	18	$\frac{2}{18}$	32			64	44	
343	15	$\frac{2}{15}$	40	64	24	86		24
344	43	$\frac{5}{43}$						
345	18	$\frac{2}{18}$	24			40	56	
346	18	$\frac{2}{18}$	72	56	32	64		
347	43	$\frac{5}{43}$	86	24	32	40		24
348	18	$\frac{2}{18}$	24			32	56	
349	18	$\frac{2}{18}$	72	44	24	48		
350	18	$\frac{2}{18}$	72	40	32	64		
351	18	$\frac{2}{18}$	24			24	56	
352	18	$\frac{2}{18}$	72	24	24	64		
353	18	$\frac{2}{18}$	72			56	24	

Número de Divisiones T	Círculo de Orificios	Vueltas de la Manivela	Rueda D	Soporte núm. 1		Rueda A	Ruedas Intermedias	
				Rueda C	Rueda B		Soporte núm. 1	Soporte núm. 2
			354	18	$\frac{2}{10}$	72		
355	18	$\frac{2}{10}$	72			40	24	
356	18	$\frac{2}{10}$	72			32	24	
357	18	$\frac{2}{10}$	72			24	44	
358	18	$\frac{2}{10}$	72	32	48	24		
359	43	$\frac{5}{43}$	86	48	32	100		24
360	18	$\frac{2}{10}$						
361	19	$\frac{2}{19}$	32			64	44	
362	18	$\frac{2}{10}$	72	28	56	32		24
363	18	$\frac{2}{10}$	72			24	24	44
364	18	$\frac{2}{10}$	72			32	24	44
365	20	$\frac{2}{20}$	32	48	24	56		
366	18	$\frac{2}{10}$	48			32	24	44
367	18	$\frac{2}{10}$	72			56	24	24
368	18	$\frac{2}{10}$	72	24	24	64		24
369	41	$\frac{4}{41}$	32	56	28	64		
370	37	$\frac{4}{37}$						
371	21	$\frac{2}{21}$	32	56	24	64		
372	18	$\frac{2}{10}$	48			64	24	44
373	20	$\frac{2}{20}$	40	48	32	72		
374	18	$\frac{2}{10}$	72	64	32	56		24
375	18	$\frac{2}{10}$	24			40	24	44
376	47	$\frac{5}{47}$						
377	29	$\frac{3}{29}$	24			24	56	
378	18	$\frac{2}{10}$	32			64	24	44
379	20	$\frac{2}{20}$	48	56	40	72		
380	19	$\frac{2}{19}$						

Número de Divisiones T	Círculo de Orificios	Vueltas de la Manivela	Rueda  D	Soporte núm. 1		Rueda  A	Ruedas Intermedias	
				Rueda  C	Rueda  B		Soporte núm. 1	Soporte núm. 2
381	18	$\frac{2}{18}$	24			56	24	44
382	20	$\frac{2}{20}$	40			72	24	
383	20	$\frac{2}{20}$	40			68	44	
384	20	$\frac{2}{20}$	40			64	44	
385	20	$\frac{2}{20}$	32			48	44	
386	20	$\frac{2}{20}$	40			56	44	
387	43	$\frac{4}{43}$	32	56	28	64		
388	20	$\frac{2}{20}$	40			48	44	
389	20	$\frac{2}{20}$	40			44	56	
390	39	$\frac{4}{39}$						
391	20	$\frac{2}{20}$	48	24	40	72		
392	49	$\frac{5}{49}$						
393	20	$\frac{2}{20}$	40			28	44	
394	20	$\frac{2}{20}$	40			24	56	
395	20	$\frac{2}{20}$	64			32	44	
396	20	$\frac{2}{20}$	56	28	40	32		
397	20	$\frac{2}{20}$	64	24	40	32		
398	20	$\frac{2}{20}$	100	40	64	32		
399	21	$\frac{2}{21}$	32			64	44	
400	20	$\frac{2}{20}$						
401	21	$\frac{2}{21}$	56	32	24	76		
402	21	$\frac{2}{21}$	28			48	44	
403	20	$\frac{2}{20}$	64	24	40	32		24
404	20	$\frac{2}{20}$	72	24	40	48		24
405	20	$\frac{2}{20}$	64			32	24	44
406	20	$\frac{2}{20}$	40			24	24	44
407	20	$\frac{2}{20}$	40			28	24	44

Número de Divisiones T	Círculo de Oficios	Vueltas de la Manivela	Rueda  D	Soporte núm. 1		Rueda  A	Ruedas Intermedias	
				Rueda  C	Rueda  B		Soporte núm. 1	Soporte núm. 2
408	20	$\frac{2}{20}$	40			32	24	44
409	20	$\frac{2}{20}$	40	24	32	48		24
410	41	$\frac{4}{41}$						
411	21	$\frac{2}{21}$	28			24	56	
412	20	$\frac{2}{20}$	40			48	24	44
413	21	$\frac{2}{21}$	48			32	44	
414	21	$\frac{2}{21}$	56			32	44	
415	20	$\frac{2}{20}$	32			48	24	44
416	20	$\frac{2}{20}$	40			74	24	44
417	21	$\frac{2}{21}$	56	32	48	24		
418	20	$\frac{2}{20}$	40			72	24	44
419	33	$\frac{3}{33}$	44	28	24	72		
420	21	$\frac{2}{21}$						
421	20	$\frac{2}{20}$	48	56	40	72		24
422	20	$\frac{2}{20}$	40	44	32	64		24
423	21	$\frac{2}{21}$	72	24	56	48		24
424	43	$\frac{4}{43}$	86	24	24	48		
425	21	$\frac{2}{21}$	72	48	56	40		24
426	21	$\frac{2}{21}$	56			32	24	44
427	20	$\frac{2}{20}$	40	48	32	72		24
428	20	$\frac{2}{20}$	40	56	32	64		24
429	21	$\frac{2}{21}$	28			24	24	44
430	43	$\frac{4}{43}$						
431	21	$\frac{2}{21}$	72	44	28	48		24
432	20	$\frac{2}{20}$	40	56	28	64		24
433	20	$\frac{2}{20}$	40	44	24	72		24
434	21	$\frac{2}{21}$	48			64	24	44

Número de Divisiones T	Círculo de Oficios	Vueltas de la Manivela	Rueda D	Soporte núm. 1		Rueda A	Ruedas Intermedias	
				Rueda C	Rueda B		Soporte núm. 1	Soporte núm. 2
435	21	$\frac{2}{21}$	28			40	24	44
436	20	$\frac{2}{20}$	40	48	24	72		24
437	23	$\frac{2}{23}$	32	7		64	44	
438	21	$\frac{2}{21}$	28			48	24	44
439	43	$\frac{4}{43}$	86	34	24	72		24
440	33	$\frac{3}{33}$						
441	21	$\frac{2}{21}$	32			64	24	44
442	20	$\frac{2}{20}$	40	56	24	72		24
443	20	$\frac{2}{20}$	40	48	24	86		24
444	21	$\frac{2}{21}$	56	48	24	64		24
445	33	$\frac{3}{33}$	64	32	44	40		24
446	33	$\frac{3}{33}$	44			24	24	48
447	21	$\frac{2}{21}$	28			72	24	44
448	20	$\frac{2}{20}$	40	64	24	72		24
449	33	$\frac{3}{33}$	64	32	44	72		24
450	33	$\frac{3}{33}$	44			40	24	32
451	33	$\frac{3}{33}$	24			24	24	44
452	33	$\frac{3}{33}$	44			48	24	40
453	33	$\frac{3}{33}$	44			52	24	40
454	49	$\frac{4}{49}$	56	64	28	72		
455	49	$\frac{4}{49}$	28	40	32	64		
456	21	$\frac{2}{21}$	56	64	24	72		24
457	33	$\frac{3}{33}$	44			68	24	40
458	33	$\frac{3}{33}$	44			72	24	24
459	27	$\frac{2}{27}$	24	48	24	72		
460	23	$\frac{2}{23}$						
461	33	$\frac{3}{33}$	44	28	24	72		24

Número de Divisiones T	Círculo de Oficios	Vueltas de la Manivela	Rueda  D	Soporte núm. 1		Rueda  A	Ruedas Intermedias	
				Rueda  C	Rueda  B		Soporte núm. 1	Soporte núm. 2
			462	33	$\frac{3}{33}$	32		
463	21	$\frac{2}{21}$	56	64	24	86		24
464	33	$\frac{3}{33}$	44	48	28	56		24
465	33	$\frac{3}{33}$	44	24	24	100		24
466	49	$\frac{4}{49}$	56	48	28	64		
467	33	$\frac{3}{33}$	44	48	32	72		24
468	39	$\frac{3}{39}$	28	48	24	56		
469	49	$\frac{4}{49}$	28			48	44	
470	47	$\frac{4}{47}$						
471	49	$\frac{4}{49}$	56	32	28	76		
472	49	$\frac{4}{49}$	56	32	28	72		
473	33	$\frac{3}{33}$	48	64	32	72		24
474	49	$\frac{4}{49}$	56	32	28	64		
475	49	$\frac{4}{49}$	56	40	28	48		
476	49	$\frac{4}{49}$	56			64	24	
477	27	$\frac{2}{27}$	24	48	24	56		
478	49	$\frac{4}{49}$	56	24	28	64		
479	49	$\frac{4}{49}$	56	32	28	44		
480	49	$\frac{4}{49}$	56	32	28	40		
481	37	$\frac{3}{37}$	24			24	56	
482	33	$\frac{3}{33}$	44	56	24	72		24
483	49	$\frac{4}{49}$	56			32	44	
484	49	$\frac{4}{49}$	56	24	28	32		
485	23	$\frac{2}{23}$	46	24	24	100		24
486	27	$\frac{2}{27}$	32	56	28	64		
487	39	$\frac{3}{39}$	24	72	52	44		
488	33	$\frac{3}{33}$	44	64	24	72		24

Número de Divisiones T	Círculo de Oficios	Vueltas de la Manivela	Rueda D	Soporte núm. 1		Rueda A	Ruedas Intermedias	
				Rueda C	Rueda B		Soporte núm. 1	Soporte núm. 2
489	23	$\frac{2}{23}$	46	58	32	64		24
490	49	$\frac{4}{49}$						
491	33	$\frac{3}{33}$	44	68	24	72		24
492	41	$\frac{3}{41}$	28	48	24	56		
493	29	$\frac{2}{29}$	32	64	24	72		
494	39	$\frac{3}{39}$	32			64	44	
495	27	$\frac{2}{27}$	32	40	24	64		
496	49	$\frac{4}{49}$	56	24	28	32		24
497	49	$\frac{4}{49}$	56			32	24	44
498	27	$\frac{2}{27}$	48	56	24	64		
499	49	$\frac{4}{49}$	56	24	28	48		24
500	49	$\frac{4}{49}$	56	32	28	40		24
501	49	$\frac{4}{49}$	56	32	28	44		24
502	49	$\frac{4}{49}$	56	32	28	48		24
503	23	$\frac{2}{23}$	46	64	32	86		24
504	49	$\frac{4}{49}$	56			64	24	24
505	49	$\frac{4}{49}$	56	40	28	48		24
506	49	$\frac{4}{49}$	56	32	28	64		24
507	39	$\frac{3}{39}$	24			24	56	
508	49	$\frac{4}{49}$	56	32	28	72		24
509	49	$\frac{4}{49}$	56	32	28	76		24
510	49	$\frac{4}{49}$	56	40	28	64		24
511	49	$\frac{4}{49}$	28			48	24	44
512	49	$\frac{4}{49}$	56	44	28	64		24
513	27	$\frac{2}{27}$	32			64	44	
514	49	$\frac{4}{49}$	56	48	28	64		24
515	27	$\frac{2}{27}$	72	32	24	100		

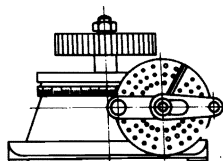
Número de Divisiones T	Círculo de Orificios	Vuellos de la Manivela	Rueda  D	Soporte núm. 1		Rueda  A	Ruedas Intermedias	
				Rueda  C	Rueda  B		Soporte núm. 1	Soporte núm. 2
516	43	$\frac{3}{43}$	32	56	28	64		
517	49	$\frac{4}{49}$	56	48	28	72		24
518	49	$\frac{4}{49}$	28			64	24	44
519	27	$\frac{2}{27}$	72	56	32	64		
520	39	$\frac{3}{39}$						
521	27	$\frac{2}{27}$	72	76	48	64		
522	29	$\frac{2}{29}$	48	64	24	72		
523	27	$\frac{2}{27}$	72	68	48	64		
524	27	$\frac{2}{27}$	72	32	24	64		
525	27	$\frac{2}{27}$	72	40	32	64		
526	49	$\frac{4}{49}$	56	64	28	72		24
527	31	$\frac{2}{31}$	32	64	24	72		
528	27	$\frac{2}{27}$	72	24	24	64		
529	27	$\frac{2}{27}$	72	44	48	64		
530	15	$\frac{1}{15}$	24	56	32	64		
531	27	$\frac{2}{27}$	72			48	24	
532	27	$\frac{2}{27}$	72	32	48	64		
533	27	$\frac{2}{27}$	72	32	48	56		
534	27	$\frac{2}{27}$	72			32	44	
535	27	$\frac{2}{27}$	72	32	48	40		
536	39	$\frac{3}{39}$	52			64	24	44
537	27	$\frac{2}{27}$	72	28	56	32		
538	29	$\frac{2}{29}$	58	56	24	72		
539	49	$\frac{4}{49}$	28	48	24	56		24
540	27	$\frac{2}{27}$						
541	39	$\frac{3}{39}$	52	56	32	48		24
542	39	$\frac{3}{39}$	52	44	32	64		24

Número de Divisiones T	Círculo de Oficios	Vuellos de la Manivela	Rueda  D	Soporte núm. 1		Rueda  A	Ruedas Intermedias	
				Rueda  C	Rueda  B		Soporte núm. 1	Soporte núm. 2
543	27	$\frac{2}{27}$	72	24	48	32		24
544	15	$\frac{1}{15}$	40	56	24	64		
545	15	$\frac{1}{15}$	32	44	24	64		
546	39	$\frac{3}{39}$	32			64	24	44
547	27	$\frac{2}{27}$	72	32	48	56		24
548	27	$\frac{2}{27}$	72	32	48	64		24
549	27	$\frac{2}{27}$	72			48	24	24
550	15	$\frac{1}{15}$	32	40	24	64		
551	29	$\frac{2}{29}$	32			64	44	
552	27	$\frac{2}{27}$	72	24	24	64		24
553	49	$\frac{4}{49}$	28	48	24	72		24
554	27	$\frac{2}{27}$	72	56	48	64		24
555	15	$\frac{1}{15}$	24			72	44	
556	15	$\frac{1}{15}$	24	44	40	64		
557	15	$\frac{1}{15}$	40	32	24	86		
558	27	$\frac{2}{27}$	48			64	24	44
559	39	$\frac{3}{39}$	24			72	24	44
560	43	$\frac{3}{43}$	86	40	32	64		
561	27	$\frac{2}{27}$	72	56	32	64		24
562	27	$\frac{2}{27}$	72	44	24	64		24
563	29	$\frac{2}{29}$	58			68	44	
564	43	$\frac{3}{43}$	86	24	24	56		
565	15	$\frac{1}{15}$	24			56	44	
566	43	$\frac{3}{43}$	86	24	24	44		
567	15	$\frac{1}{15}$	32	44	40	64		
568	15	$\frac{1}{15}$	40	32	24	64		
569	29	$\frac{2}{29}$	58			44	24	
570	15	$\frac{1}{15}$	32			64	44	



# PLATO DIVISOR TIPO MESA

Tabla para divisores  
con Relación 1:60

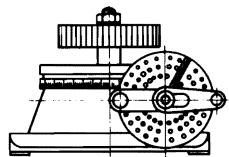


N.º divisiones	N.º orificios	VUELTAS ORIFICIOS	N.º divisiones	N.º orificios	VUELTAS ORIFICIOS	N.º divisiones	N.º orificios	VUELTAS ORIFICIOS	N.º divisiones	N.º orificios	VUELTAS ORIFICIOS
2		30	23	23	2.14/23	44	33	1.12/33	69	23	20/23
3		20	24	20	2.10/20	45	33	1.11/33	70	21	18/21
4		15	25	20	2. 8/20	46	23	1. 7/23	71	18	15/18
5		12	26	39	2.12/39	47	47	1.13/47	72	37	30/37
6		10	27	27	2. 6/27	48	20	1. 5/20	75	20	16/20
7	21	8.12/21	28	21	2. 3/21	49	49	1.11/49	76	19	15/19
8	24	7.12/24	29	29	2. 2/29	50	26	1. 4/26	78	39	30/39
9	27	6.18/27	30		2	51	17	1. 3/17	80	20	15/20
10		6	31	31	1.29/31	52	39	1. 6/39	81	27	20/27
11	33	5.15/33	32	24	1.21/24	54	27	1. 3/27	82	41	30/41
12		5	33	33	1.27/33	55	33	1. 3/33	84	21	15/21
13	39	4.24/39	34	17	1.13/17	56	28	1. 2/28	85	17	12/17
14	21	4. 6/21	35	21	1.15/21	57	19	1. 1/19	86	43	30/43
15		4	36	39	1.26/39	58	29	1. 1/29	87	29	20/29
16	20	3.15/20	37	37	1.23/37	60		1	88	22	15/22
17	17	3. 9/17	38	19	1.11/19	62	31	30/31	90	39	26/39
18	39	3.13/39	39	39	1.21/39	63	21	20/21	92	23	15/23
19	19	3. 3/19	40	20	1.10/20	64	16	15/16	93	31	20/31
20	1	3	41	41	1.19/41	65	39	36/39	94	47	30/47
21	21	2.18/21	42	21	1. 9/21	66	33	30/33	95	19	12/19
22	33	2.24/33	43	43	1.17/43	68	17	15/17	96	16	10/16

# PLATO DIVISOR TIPO MESA

Tabla para divisores con Relación 1:60  
(Continuación)

N.º divisiones	N.º orificios	VUELTAS ORIFICIOS	N.º divisiones	N.º orificios	VUELTAS ORIFICIOS	N.º divisiones	N.º orificios	VUELTAS ORIFICIOS	N.º divisiones	N.º orificios	VUELTAS ORIFICIOS
98	49	30/49	140	21	9/21	200	20	6/20	310	31	6/31
99	30	20/30	144	24	10/24	204	17	5/17	320	16	3/16
100	20	12/20	145	29	12/29	205	41	12/41	330	33	6/33
102	17	10/17	147	49	20/49	210	21	6/21	340	17	3/17
104	26	15/26	148	37	15/37	215	43	12/43	345	23	4/23
105	21	12/21	150	20	8/20	216	18	5/18	360	18	3/18
108	27	15/27	155	31	12/31	220	33	9/33	370	37	6/37
110	33	16/33	156	26	10/26	222	27	10/27	372	31	5/31
111	37	20/37	158	79	30/79	225	15	4/15	380	19	3/19
114	19	10/19	160	16	6/16	228	19	5/19	390	39	6/39
115	23	12/23	164	41	15/41	230	23	6/23	400	20	3/20
116	29	15/29	165	33	12/33	234	39	10/39	410	41	6/41
117	39	20/39	170	17	6/17	235	47	12/47	420	21	3/21
120	20	10/20	172	43	15/43	240	20	5/20	430	43	6/43
123	41	20/41	174	29	10/29	245	49	12/49	440	22	3/22
124	31	15/31	180	18	6/18	260	39	9/39	450	15	2/15
126	21	10/21	185	37	12/37	264	44	10/44	460	23	3/23
129	43	20/43	188	47	15/47	270	27	6/27	470	47	6/47
130	39	18/39	190	19	6/19	276	23	5/23	480	16	2/16
132	33	15/33	192	16	5/16	280	14	3/14	510	17	2/17
135	18	8/18	195	39	12/39	290	29	6/29	540	27	3/27
138	23	10/23	196	49	15/49	300	20	4/20	900	20	2/20



## PLATO DIVISOR TIPO MESA

### Tabla para divisores con Relación 1 : 80

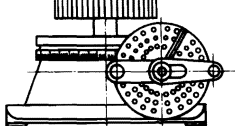
N.° divisiones	N.° orificios	VUELTAS ORIFICIOS	N.° divisiones	N.° orificios	VUELTAS ORIFICIOS	N.° divisiones	N.° orificios	VUELTAS ORIFICIOS	N.° divisiones	N.° orificios	VUELTAS ORIFICIOS
2		40	23	23	3.11/23	44	37	1.27/37	75	15	1.1/15
3	39	26.26/39	24	39	3.13/39	45	18	1.14/18	76	19	1.1/19
4		20	25	20	3. 4/20	46	23	1.17/23	78	39	1.1/39
5		16	26	39	3. 3/39	47	47	1.33/47	80		1
6	39	13.13/39	27	27	3.26/27	48	39	1.26/39	82	41	40/41
7	21	11. 9/21	28	21	2.18/21	49	49	1.31/49	84	21	20/21
8		10	29	29	2.22/29	50	20	1.12/20	85	17	16/17
9	18	9.16/18	30	39	2.16/39	52	39	1.21/39	86	43	40/43
10		8	31	31	2.18/31	54	27	1.13/27	88	33	30/33
11	33	7. 9/33	32	20	2.10/20	55	33	1.15/33	90	27	24/27
12	18	6.12/18	33	33	2.14/33	56	24	1. 9/24	92	23	20/23
13	39	6. 6/39	34	17	2. 6/17	58	29	1.11/29	94	47	40/47
14	21	5.15/21	35	21	2. 6/21	60	18	1. 6/18	96	18	15/18
15	15	5. 6/15	36	18	2. 4/18	62	31	1. 9/31	98	49	40/49
16		5	37	37	2. 6/37	64	20	1. 5/20	100	20	16/20
17	17	4.12/17	38	19	2. 2/19	65	39	1. 9/39	104	39	30/39
18	18	4. 8/18	39	39	2. 2/39	66	33	1. 7/33	105	21	16/21
19	19	4. 4/19	40		2	68	17	1. 3/17	108	27	20/27
20		4	41	41	1.39/41	70	21	1. 3/21	110	33	24/33
21	21	3.11/21	42	21	1.19/21	72	18	1. 2/18	112	21	15/21
22	33	3.21/33	43	43	1.37/43	74	37	1. 3/37	114	23	16/23

## PLATO DIVISOR TIPO MESA

### Tabla para divisores con Relación 1 : 80

(Continuación)

N.° divisiones	N.° orificios	VUELTAS ORIFICIOS	N.° divisiones	N.° orificios	VUELTAS ORIFICIOS	N.° divisiones	N.° orificios	VUELTAS ORIFICIOS	N.° divisiones	N.° orificios	VUELTAS ORIFICIOS
116	29	20/29	184	23	10/23	270	27	8/27	410	41	8/41
120	39	26/39	185	37	16/37	272	17	5/17	420	21	4/21
124	31	30/31	188	47	20/47	280	21	6/21	430	43	8/43
128	16	10/16	190	19	8/19	288	18	5/18	440	33	6/33
130	39	24/39	195	39	16/39	290	29	8/29	460	23	4/23
132	33	20/33	196	49	20/49	296	37	10/37	470	47	8/47
135	27	16/27	200	20	8/20	300	15	4/15	480	18	3/18
136	17	10/17	205	41	16/41	304	19	5/19	490	49	8/49
140	21	12/21	208	39	15/39	310	51	8/51	500	25	4/25
144	27	15/27	210	21	8/21	312	39	10/39	520	39	6/39
145	29	16/29	215	43	16/43	320	16	4/16	540	27	4/27
148	37	20/37	216	27	10/27	328	41	10/41	560	21	3/21
150	15	8/15	220	33	12/33	330	33	8/33	580	29	4/29
152	19	10/19	225	45	16/45	336	21	3/21	600	15	2/15
155	31	16/31	230	23	8/23	340	17	4/17	620	31	4/31
156	39	20/39	232	29	10/29	344	43	10/43	640	16	2/16
160	16	8/16	235	47	16/47	360	18	4/18	660	33	4/33
164	41	20/41	240	18	6/18	368	23	5/23	680	17	2/17
168	21	10/21	245	49	16/49	370	37	8/37	720	18	2/18
170	17	8/17	248	31	10/31	376	47	10/47	800	20	2/20
172	43	20/43	250	25	8/25	380	19	4/19	—	—	—
176	33	15/33	256	16	5/16	390	59	8/59	—	—	—
180	18	8/18	260	39	12/39	400	20	4/20	—	—	—



# PLATO DIVISOR TIPO MESA

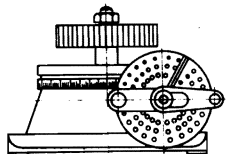
Tabla para divisores  
con Relación 1:120

N.º divisiones	N.º orificios	VUELTAS ORIFICIOS	N.º divisiones	N.º orificios	VUELTAS ORIFICIOS	N.º divisiones	N.º orificios	VUELTAS ORIFICIOS	N.º divisiones	N.º orificios	VUELTAS ORIFICIOS
5		24	34	17	3. 9/17	63	21	1.19/21	94	47	1.13/47
6		20	35	49	3.21/49	64	16	1.14/16	95	19	1. 5/19
7	21	17. 3/21	36	33	3.11/33	65	39	1.33/39	96	20	1. 5/20
8		15	37	37	3. 9/37	66	33	1.27/33	97	97	1.23/97
9	18	13. 6/18	38	19	3. 3/19	67	67	1.53/67	98	49	1.11/49
10		12	39	39	3. 3/39	68	17	1.13/17	99	33	1. 7/33
11	22	10.20/22	40		3	69	23	1.17/23	100	20	1. 4/20
12		10	41	41	2.38/41	70	49	1.35/49	102	17	1. 3/17
13	39	9. 9/39	42	21	2.18/21	71	71	1.49/71	104	39	1. 6/39
14	49	8.28/49	43	43	2.34/43	72	39	1.26/39	105	21	1. 3/21
15		8	44	33	2.24/33	73	73	1.47/73	106	53	1. 7/53
16	20	7.10/20	45	39	2.26/39	74	37	1.23/37	108	27	1. 3/27
17	17	7. 1/17	46	23	2.14/23	75	20	1.12/20	110	33	1. 3/33
18	39	6.26/39	47	47	2.26/47	76	19	1.11/19	111	37	1. 3/37
19	19	6. 6/19	48	20	2.10/20	77	77	1.43/77	112	28	1. 2/28
20		6	49	49	2.22/49	78	39	1.21/39	114	19	1. 1/19
21	49	5.35/49	50	20	2. 8/20	80	20	1.10/20	115	23	1. 1/23
22	33	5.15/33	51	17	2. 6/17	81	27	1.13/27	116	29	1. 1/29
23	25	5. 5/23	52	39	2.12/39	82	41	1.19/41	117	39	1. 1/39
24		5	53	53	2.14/53	83	83	1.37/83	118	59	1. 1/59
25	20	4.16/20	54	27	2. 6/27	84	49	1.21/49	120		1
26	39	4.24/39	55	33	2. 6/33	85	17	1. 7/17	122	61	60/61
27	27	4.12/27	56	49	2. 7/49	86	43	1.17/43	124	31	30/31
28	49	4.14/49	57	19	2. 2/19	87	29	1.11/29	125	25	24/25
29	29	4. 4/29	58	29	2. 2/29	88	33	1.12/33	126	21	20/21
30		4	59	59	2. 2/59	89	89	1.31/89	127	27	20/27
31	31	3.27/31	60		2	90	39	1.13/39	128	16	15/16
32	20	3.15/20	61	61	1.59/61	92	23	1. 7/23	129	43	40/43
33	33	3.21/33	62	31	1.29/31	93	31	1. 9/31	130	39	36/39

# PLATO DIVISOR TIPO MESA

Tabla para divisores con Relación 1:120 (Continuación)

N.º divisiones	N.º orificios	VUELTAS ORIFICIOS	N.º divisiones	N.º orificios	VUELTAS ORIFICIOS	N.º divisiones	N.º orificios	VUELTAS ORIFICIOS	N.º divisiones	N.º orificios	VUELTAS ORIFICIOS
132	33	30 33	183	61	40 61	245	49	24 49	335	67	24 67
134	67	60 67	184	23	15 23	246	41	20 41	340	17	6 17
135	27	24 27	185	37	24 37	248	31	15 31	344	43	15 43
136	17	15 17	186	31	20 31	250	25	12 25	345	23	8 23
138	23	20 23	188	47	30 47	252	21	10 21	348	29	10 29
140	49	42 49	190	19	12 19	255	17	8 17	350	35	12 35
141	47	40 47	192	16	10 16	256	33	15 33	354	59	20 59
142	70	60 70	195	39	24 39	258	43	20 43	360	18	6 18
144	18	15 18	196	49	30 49	260	13	6 13	370	37	12 37
145	29	24 29	198	33	20 33	264	33	15 33	380	19	6 19
146	75	70 75	200	20	12 20	265	53	24 53	390	39	12 39
147	49	40 49	201	67	40 67	267	89	43 89	400	20	6 20
148	37	30 37	204	17	10 17	268	67	30 67	419	41	12 41
150	20	16 20	205	41	24 41	270	27	12 27	420	21	6 21
152	19	15 19	207	69	40 69	276	23	10 23	430	43	12 43
153	51	40 51	208	20	15 20	280	49	21 49	440	22	6 22
154	77	60 77	210	49	28 49	282	47	20 47	450	15	4 15
155	31	24 31	212	53	30 53	284	71	30 71	460	23	6 23
156	39	30 39	213	71	40 71	285	19	8 19	470	47	12 47
158	79	60 79	215	43	24 43	288	24	10 24	480	20	5 20
159	53	40 53	216	27	15 27	290	29	12 29	490	49	12 49
160	16	13 16	219	73	40 73	292	73	30 73	500	25	6 25
162	27	20 27	220	55	30 55	294	49	20 49	510	17	4 17
164	41	30 41	222	37	20 37	295	59	23 59	520	39	9 39
165	33	24 33	225	15	8 15	296	37	15 37	530	53	12 53
166	83	61 83	228	19	10 19	300	20	8 20	540	27	6 27
168	21	15 21	230	23	12 23	305	61	24 61	550	55	12 55
170	17	12 17	231	79	40 79	308	77	30 77	600	20	4 20
172	43	30 43	232	29	15 29	310	31	12 31	700	35	6 35
175	35	24 35	234	39	20 39	312	39	15 39	800	20	3 20
176	22	15 22	235	47	24 47	315	21	8 21	900	15	2 15
177	59	40 59	236	59	30 59	318	53	20 53	1000	25	3 25
178	89	60 89	237	79	40 79	320	16	6 16	—	—	—
180	39	26 39	240	20	10 20	328	41	15 41	—	—	—
182	91	60 91	244	61	30 61	330	33	12 33	—	—	—



## PLATO DIVISOR TIPO MESA

Tabla para divisores  
con Relación 1:180

N.º divisiones	N.º orificios	VUELTAS ORIFICIOS	N.º divisiones	N.º orificios	VUELTAS ORIFICIOS	N.º divisiones	N.º orificios	VUELTAS ORIFICIOS	N.º divisiones	N.º orificios	VUELTAS ORIFICIOS
11	33	18	37	37	4 32/37	64	16	2.13/16	92	23	1 22/23
12		15	38	19	4 11/19	65	39	2.30/39	93	31	1.29/31
13	39	33/39	39	39	4.24/39	66	33	2.24/33	94	47	1.43/47
14	49	12.42/49	40	20	4.10/20	67	67	2.47/67	95	19	1.17/19
15		12	41	41	4.16/41	68	17	2.11/17	96	16	1.14/16
16	16	11. 4/16	42	21	4. 6/21	69	23	2.14/23	98	49	1.41/49
17	17	10.10/17	43	43	4. 8/43	70	49	2.28/49	99	33	1.27/33
18		10	44	35	4. 3/35	71	71	2.38/71	100	20	1.16/20
19	19	9. 9/19	45		4	72	20	2.10/20	102	17	1.13/17
20		9	46	23	3.31/23	73	73	2.34/73	104	26	1.19/26
21	49	8.25/49	47	47	3.29/47	74	37	2.16/37	105	49	1.35/49
22	33	8. 6/33	48	20	3.15/20	75	20	2. 6/20	106	53	1.37/53
23	23	7.19/23	49	49	3.33/49	76	19	2. 7/19	108	27	1.18/27
24	20	7.10/20	50	20	3.12/20	77	77	2.26/77	110	31	1.21/31
25	20	7. 4/20	51	17	3.19/17	78	39	2.12/39	111	37	1.23/37
26	39	7.36/39	52	39	3.18/39	79	70	2.22/70	112	20	1. 7/20
27	27	6.18/27	53	53	3.21/53	80	20	2. 5/20	114	19	1.19/19
28	49	6.21/49	54	27	3. 9/27	81	27	2. 6/27	115	23	1.13/23
29	29	6. 6/29	55	33	3. 9/33	82	41	2. 8/41	116	29	1.16/29
30		6	56	28	3. 6/28	83	83	2.14/83	117	39	1.21/39
31	31	5.25/31	57	19	3. 3/19	84	21	2. 3/21	118	59	1.31/52
32	16	5.10/16	58	29	3. 3/29	85	17	2. 2/17	120	20	1.10/20
33	33	5.15/33	59	59	3. 3/59	86	43	2. 4/43	122	61	1.29/61
34	17	5. 5/17	60		3	87	19	2. 2/19	123	41	1.19/41
35	49	5. 7/49	61	61	2.58/61	88	22	2. 1/22	124	31	1.14/31
36		5	62	31	2.28/31	89	89	2. 2/89	125	25	1.11/25
			63	21	2.18/21	90		2	126	21	1. 9/21

## PLATO DIVISOR TIPO MESA

Tabla para divisores con Relación 1:180  
(Continuación)

N.º divisiones	N.º orificios	VUELTAS ORIFICIOS	N.º divisiones	N.º orificios	VUELTAS ORIFICIOS	N.º divisiones	N.º orificios	VUELTAS ORIFICIOS	N.º divisiones	N.º orificios	VUELTAS ORIFICIOS
128	32	1.13/32	175	35	1.1/35	237	79	60/79	350	35	18/35
129	43	1.17/43	176	44	1.1/44	240	48	36/48	360	20	10/20
130	39	1.15/39	177	59	1.1/59	243	27	20/27	370	37	18/37
132	33	1.12/33	178	89	1.1/89	244	61	45/61	375	25	12/25
134	67	1.23/67	180		1	245	40	36/40	380	38	18/38
135	27	1. 9/27	183	61	60/61	246	41	30/41	390	39	18/39
136	34	1.11/34	184	46	45/46	248	62	45/62	400	20	9/20
138	27	1. 7/27	185	37	36/37	249	83	60/83	410	41	13/41
140	49	1.14/49	186	31	30/31	250	25	18/25	420	21	9/21
141	47	1.13/47	188	47	45/47	252	42	30/42	430	43	18/43
142	71	1.11/71	189	21	20/21	260	33	27/33	440	44	18/44
144	20	1. 5/20	190	19	18/19	261	29	20/29	450	27	18/27
145	29	1. 7/29	192	32	30/32	264	44	30/44	460	46	18/46
146	73	1.17/73	195	26	24/26	265	53	36/53	465	31	12/31
147	49	1.11/49	196	49	45/49	267	89	60/89	470	47	18/47
148	37	1. 8/37	198	33	30/33	270	27	18/27	480	24	9/24
150	20	1. 4/20	200	20	18/20	275	55	36/55	490	49	18/49
152	38	1. 7/38	204	17	15/17	276	46	30/46	500	25	9/25
153	51	1. 9/51	205	41	36/41	280	28	18/28	510	34	12/34
154	77	1.13/77	207	23	20/23	282	47	30/47	520	26	9/26
156	39	1. 6/39	210	21	18/21	285	38	27/38	530	53	18/53
158	79	1.11/79	212	53	45/53	288	48	30/48	540	27	9/27
160	32	1. 4/32	215	43	36/43	290	29	19/29	550	55	18/55
162	27	1. 3/27	216	48	40/48	294	49	30/49	560	28	9/28
164	41	1. 4/41	220	44	36/44	300	20	12/20	570	38	12/38
165	33	1. 3/33	222	57	30/57	305	61	36/61	580	29	9/29
166	83	1. 7/83	225	20	16/20	310	31	18/31	600	20	6/20
168	28	1. 2/28	228	35	30/55	315	49	28/49	700	35	9/35
170	34	1. 3/34	230	46	36/46	320	32	18/32	800	40	9/40
171	38	1. 2/38	231	77	60/77	330	33	18/33	900	20	4/20
172	43	1. 2/43	234	39	30/39	335	67	36/67	1000	50	9/50
174	29	1. 1/29	235	47	36/47	340	34	18/34			

Para determinar el paso de la fresadora, se procederá a contar el número de revoluciones de la manivela del aparato divisor por una vuelta del eje central del aparato, y se multiplica este número por el paso del husillo de la mesa.

EJEMPLO: Un aparato divisor está en relación 40/1, el paso del husillo de la mesa es 6 mm.

Constante o paso real =  $40 \times 6 = 240$  mm.

## CALCULO Y MONTAJE DE RUEDAS

Durante el fresado helicoidal el movimiento de rotación del divisor es producido por el tornillo sin fin de éste, y la rueda que se monta sobre él es la que produce el movimiento, para determinar las ruedas a emplear se procede como si fuera a efectuarse un roscado en el torno, pero contrariamente a lo que se produce en esta máquina, ya que los numeradores de las fracciones representan las ruedas de recepción y los denominadores las ruedas conductoras o de mando. Se designan las ruedas por letras, siendo A y C ruedas conductoras o de mando, B y D ruedas receptoras.

EJEMPLO: Calcular las ruedas necesarias para fresar un paso de 120 mm. en una fresa con paso real 200 mm.

$$\text{Fracción generatriz del paso} \quad \frac{120}{200} = \frac{12}{20} = \frac{2 \times 6}{4 \times 5}$$

Se multiplicarán los dos términos de cada fracción por un número cualquiera, teniendo en cuenta las ruedas de la serie, tomemos, por ejemplo, 10 como multiplicador

$$\begin{aligned} 2 \times 6 &= 20B \times 60D && \text{Ruedas receptoras} \\ 4 \times 5 &= 40A \times 50C && \text{Ruedas conductoras.} \end{aligned}$$

$$\text{Prueba} \quad \frac{20 \times 60 \times 200}{40 \times 50} = 120 \text{ mm. paso.}$$

## INCLINACIÓN DE LA MESA O DEL CABEZAL VERTICAL

Durante el fresado helicoidal la fresa debe estar constantemente tangente a la hélice que traza, pero como la inclinación de la hélice varía con la profundidad del filete, es preciso calcular la inclinación media, y ésta se determina por las siguientes fórmulas:

Si se trata de una pieza cualquiera.

$$\text{Diámetro medio} = \frac{\text{Diámetro exterior} + \text{Diámetro del fondo}}{2}$$

Si se trata de un engranaje se tomará el diámetro primitivo como diámetro medio

Tangente para inclinación de la mesa fresando una pieza cualquiera.

$$\text{Tg } \alpha = \frac{\text{Diámetro medio} \times 3,1416}{\text{Paso de la hélice}}$$

Tangente de la inclinación de la mesa para fresar un engranaje.

$$\text{Tg } \alpha = \frac{\text{Diámetro primitivo} \times 3,1416}{\text{Paso de la hélice}}$$

EJEMPLO: Diámetro primitivo 130 mm., paso de la hélice 1775 mm.

$$\text{Tg } \alpha = \frac{130 \times 3,1416}{1775} = 0,2 \cdot 0,2 = 11^\circ 19'$$

Por tanto se inclinará la mesa o cabezal vertical  $11^\circ 19'$ .

## FRESADO HELICOIDAL

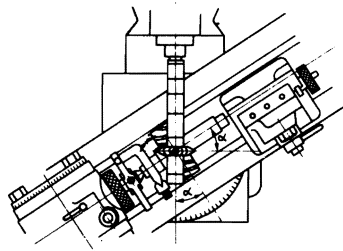
Detalles para poner en punto los ángulos en la mesa de la fresadora y el cabezal vertical.

Las características del fresaado helicoidal son las siguientes: Paso de la hélice y ángulo, calculándose éstas en función del diámetro primitivo, según las siguientes fórmulas:

$$\begin{aligned} \text{Paso de la hélice} \\ = DP \times \pi \times \cotg \alpha \end{aligned}$$

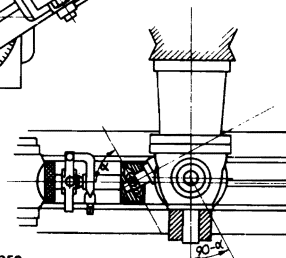
$$\text{Tg } \alpha = \frac{\pi \times DP}{\text{Paso de la hélice}}$$

Inclinación de la mesa =  $\alpha$ .



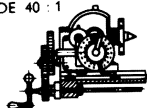
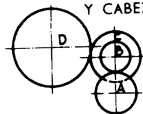
Puesta a punto del cabezal

vertical =  $90 - \alpha$ .



# **TABLA PARA TRABAJOS HELICOIDALES**

APLICABLE A FRESADORA UNIVERSAL CON HUSILLO DE 5 mm. DE PASO  
Y CABEZAL DIVISOR DE 40 : 1

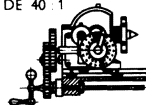
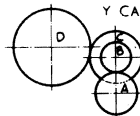


PASO REAL DE LA FRESADORA PARA EL CALCULO 200 mm.

Paso en mm.	A	B	C	D	Paso en mm.	A	B	C	D	Paso en mm.	A	B	C	D
20	72	24	80	24	150	48	32	64	72	340	24	68	80	52
25	48	24	96	24	160	24	48	80	32	350	24	56	48	36
30	40	24	96	24	170	40	32	64	68	375	32	40	48	72
35	40	28	96	24	175	24	28	48	36	400	36	—	—	72
40	40	24	72	24	180	40	24	48	72	425	24	36	48	68
45	40	36	96	24	185	28	44	68	40	450	24	38	32	48
50	40	32	96	30	190	40	32	64	76	475	24	36	48	76
55	40	44	96	24	200	32	64	72	36	500	28	40	32	56
60	40	32	64	24	205	48	40	52	64	525	24	72	64	56
65	48	52	80	24	210	40	56	48	36	550	24	44	48	72
70	48	56	80	24	215	28	52	76	44	600	24	36	32	64
75	32	36	72	24	220	40	32	64	88	625	24	30	32	80
80	40	32	48	24	225	40	80	64	36	650	24	52	48	72
85	48	68	80	24	230	36	32	68	88	675	24	36	32	72
90	40	48	64	24	235	44	56	52	48	700	24	56	48	72
95	48	76	80	24	240	32	64	80	48	750	24	40	32	72
100	48	—	—	24	245	32	28	40	56	800	24	48	36	72
105	40	36	48	28	250	36	72	64	40	850	24	48	32	68
110	40	44	48	24	260	32	64	80	52	900	24	48	32	72
115	36	44	68	32	270	32	72	80	48	950	24	48	32	76
120	40	36	48	32	280	24	56	80	48	1000	24	48	32	80
125	32	40	72	36	290	28	24	52	88	1100	24	48	32	88
130	40	52	64	32	300	36	30	40	72	1200	24	64	32	72
135	40	48	64	36	310	28	32	56	76	1300	30	78	32	80
140	40	56	48	24	320	36	32	40	72	1400	30	84	32	80
145	52	24	56	88	330	32	48	40	44	1500	24	72	32	80

# **TABLA PARA TRABAJOS HELICOIDALES**

APLICABLE A FRESADORA UNIVERSAL CON HUSILLO DE 6 mm. DE PASO  
Y CABEZAL DIVISOR DE 40 : 1

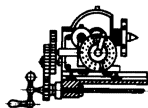
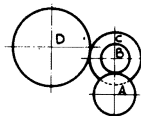


PASO REAL DE LA FRESADORA PARA EL CALCULO 240 mm.

Paso en mm.	A	B	C	D	Paso en mm.	A	B	C	D	Paso en mm.	A	B	C	D	Paso en mm.	A	B	C	D
24	96	36	90	24	125	96	80	64	40	324	64	96	80	72	800	36	80	64	96
28	96	36	90	28	126	80	56	61	48	336	80	72	36	56	810	64	96	40	90
30	96	40	80	24	128	80	64	72	48	350	96	80	32	56	840	64	96	24	56
32	96	48	90	24	135	96	72	64	48	360	96	72	32	64	864	48	96	40	72
35	96	40	80	28	140	72	56	64	48	375	96	90	48	80	900	64	80	32	96
36	96	36	80	32	144	90	72	48	36	378	80	90	40	56	960	48	96	40	80
40	96	40	80	32	150	96	80	64	48	384	48	96	80	64	1000	36	80	48	90
42	96	48	80	28	160	90	80	64	48	400	96	80	36	72	1028	36	96	56	90
45	96	40	80	36	162	96	72	40	36	405	80	90	48	72	1080	48	96	40	90
48	96	64	80	24	168	96	56	40	48	420	72	90	40	56	1152	96	72	40	96
49	96	56	80	28	175	96	80	64	56	432	80	96	48	72	1200	36	80	40	90
50	96	40	72	36	180	96	80	40	36	448	72	96	40	56	1280	36	80	40	96
54	96	48	80	36	189	80	72	64	56	450	64	80	48	72	1350	32	90	40	80
56	96	56	80	32	192	80	96	72	48	480	24	96	80	40	1440	32	80	40	96
60	96	48	72	36	200	96	72	36	40	486	80	90	40	72	1600	24	80	48	96
63	96	56	80	36	210	96	72	48	56	500	72	90	48	80	1620	32	90	40	96
64	96	64	80	32	216	96	72	40	56	504	64	96	40	56	1800	32	90	36	96
70	96	56	80	40	224	80	64	48	56	512	72	96	40	64	1920	24	80	40	96
72	96	64	80	36	225	96	80	64	72	525	72	90	32	56	2160	24	90	40	96
75	96	48	64	40	240	96	80	40	48	540	64	96	48	72	2400	24	96	36	90
80	96	64	80	40	243	80	90	40	36	576	80	96	36	72	2700	24	90	32	96
81	96	72	80	36	250	96	90	72	80	600	72	90	40	80					
84	96	56	80	48	252	96	72	40	56	630	64	96	32	56					
90	96	72	80	40	256	90	72	48	64	640	72	96	40	80					
96	96	84	80	48	270	40	90	96	48	648	64	96	40	72					
100	96	80	72	36	280	96	80	40	56	672	48	96	40	56					
105	96	72	48	28	288	96	72	40	64	675	74	80	40	90					
108	96	72	80	48	300	96	90	48	64	720	48	90	40	64					
112	80	56	72	48	315	80	90	48	56	750	96	90	24	80					
120	96	72	48	32	320	96	86	40	64	768	48	96	40	64					

# TABLA PARA TRABAJOS HELICOIDALES

APLICABLE A FRESADORA UNIVERSAL CON HUSILLO DE 1/4 PULGADA DE PASO. Y CABEZAL DIVISOR 40 : 1

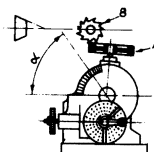


PASO REAL DE LA FRESADORA PARA EL CALCULO 10''

Paso en Pulg.	A	B	C	D	Paso en Pulg.	A	B	C	D	Paso en Pulg.	A	B	C	D	Paso en Pulg.	A	B	C	D
1 1/4	72	24	64	24	10 1/2	40	24	32	56	27	40	48	32	72	49 11	32	44	28	100
1 1/2	100	40	64	24	10 3/4	48	24	40	86	27 1/2	28	44	32	56	50	40	56	28	100
1 3/4	100	40	64	28	11	40	24	24	44	28	48	86	64	100	51 14	44	72	32	100
1 7/8	64	24	48	24	11 1/4	64	24	24	72	29 09	44	48	24	64	52 12	44	64	24	86
2	72	24	40	24	12	40	24	24	48	30	32	48	28	56	53 03	44	56	24	100
2 1/4	64	24	40	24	12 1/4	40	28	32	56	31 01	86	64	24	100	55	24	44	24	72
2 1/2	56	28	48	24	12 1/2	32	24	24	40	31 5	40	56	32	72	55 99	64	86	24	100
2 3/4	100	44	64	40	13 1/2	40	24	32	72	31 75	28	64	72	100	56 25	40	72	32	100
3	56	28	40	24	13 3/4	32	24	24	44	32	40	56	28	64	57 14	40	64	28	100
3 1/4	100	56	64	14	14	40	24	24	56	32 25	40	72	48	86	60	32	64	24	72
3 1/2	48	24	32	24	15	32	24	24	48	33	40	44	24	72	70	24	56	24	72
4	48	32	40	24	15 1/2	40	28	32	72	33 51	44	48	28	86	75	44	72	24	100
4 1/4	100	40	64	72	16	40	24	24	64	34 09	100	48	72	44	80	24	64	24	72
5	56	28	24	24	16 1/2	48	44	40	72	35	48	56	24	72	90	20	80	40	90
5 1/4	40	28	32	24	16 3/4	64	48	32	72	36	40	64	32	72	100	20	56	28	100
5 1/2	48	28	40	44	17 04	44	24	32	100	37 04	72	64	24	100	110	20	55	25	100
6	56	28	40	48	17 1/2	32	24	24	56	37 5	40	72	48	100	120	20	60	25	100
6 1/4	64	40	24	24	18	40	24	24	72	38 10	28	40	24	64	125	20	75	30	100
6 1/2	64	24	40	72	18 3/4	40	24	32	100	39 09	44	64	32	86					
7	40	24	24	28	19 1/4	40	44	32	56	40	48	64	24	72					
7 1/2	64	24	24	48	20	48	32	24	72	41 14	40	64	28	72					
7 3/4	64	28	40	72	21	40	48	32	56	42	40	56	24	72					
8	100	40	32	64	21 1/2	40	24	24	86	43	40	64	32	86					
8 1/4	40	24	32	44	22	40	44	32	64	43 98	44	72	32	86					
8 1/2	32	24	24	28	22 1/2	64	48	24	72	45	32	56	28	72					
9	40	24	32	48	24	48	72	40	64	46 07	48	72	28	86					
10	48	24	28	56	25	48	40	24	72	48	40	64	24	72					

# FRESADO DE DIENTES POR LOS LADOS

Inclinación del cabezal en función del número de dientes de la fresa a tallar y el ángulo de la fresa con que se ha de trabajar

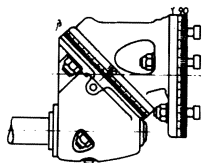


A'' = Fresa a tallar.  
B' = Fresa a usar.

N.º de dientes de la fresa a tallar	ANGULO DE LA FRESA A USAR								GRADOS DE INCLINACION DEL CABEZAL DIVISOR "
	45°	50°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	
6			43° 36'	54° 13'	62° 50'	70° 22'	77° 13'	83° 42'	
7		32° 57'	54° 44'	62° 12'	68° 39'	74° 28'	79° 50'	84° 59'	
8	32° 58'	45° 15'	61° 01'	66° 58'	72° 13'	77° 00'	81° 29'	85° 47'	
9	43° 24'	52° 26'	65° 12'	70° 12'	74° 40'	78° 46'	82° 38'	86° 21'	
10	54° 44'	61° 02'	70° 32'	74° 23'	75° 52'	81° 06'	84° 09'	87° 06'	
11	61° 12'	66° 10'	73° 51'	77° 01'	79° 54'	82° 55'	85° 08'	87° 35'	
12	65° 32'	69° 40'	76° 10'	78° 52'	81° 20'	83° 37'	85° 49'	87° 45'	
13	68° 39'	72° 13'	77° 52'	80° 13'	82° 23'	84° 21'	86° 19'	88° 10'	
14	71° 05'	74° 11'	79° 11'	81° 17'	83° 13'	85° 00'	86° 43'	88° 22'	
15	72° 55'	75° 44'	80° 14'	82° 08'	83° 52'	85° 29'	87° 02'	88° 31'	
16	74° 28'	77° 00'	81° 06'	82° 49'	84° 24'	85° 55'	87° 18'	88° 39'	
17	75° 44'	78° 04'	81° 49'	83° 33'	84° 51'	86° 12'	87° 30'	88° 45'	
18	76° 49'	78° 58'	82° 26'	83° 53'	85° 14'	86° 29'	87° 42'	88° 51'	
19	77° 44'	79° 45'	82° 57'	84° 18'	85° 34'	86° 44'	87° 51'	88° 56'	
20	78° 32'	80° 23'	83° 24'	84° 40'	85° 51'	86° 56'	87° 59'	89° 00'	
21	79° 14'	80° 59'	83° 48'	85° 00'	86° 06'	87° 08'	88° 07'	89° 04'	
22	79° 29'	81° 29'	84° 09'	85° 17'	86° 19'	87° 17'	88° 13'	89° 07'	
23	80° 24'	81° 58'	84° 29'	85° 32'	86° 31'	87° 26'	88° 18'	89° 09'	
24	80° 53'	82° 22'	84° 45'	85° 46'	86° 42'	87° 34'	88° 24'	89° 12'	
25	81° 20'	82° 44'	85° 00'	85° 48'	86° 51'	87° 41'	88° 29'	89° 14'	

## EJEMPLO

Número de dientes a tallar: 20. Grados de la fresa a utilizar: 75.  
Inclinación del cabezal: 85°.

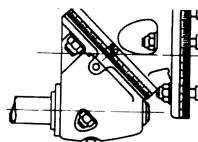


# FRESADORA UNIVERSAL «HURE»

TIPO DE CABEZAL PARA FRESADO

TABLA DE AJUSTE

Angulo del árbol por talresa al plano horizontal	Gradua- cion del cabezal inclinado	Gradua- cion del cabezal vertical	Angulo del árbol por talresa al plano horizontal	Gradua- cion del cabezal inclinado	Gradua- cion del cabezal vertical	Angulo del árbol por talresa al plano horizontal	Gradua- cion del cabezal inclinado	Gradua- cion del cabezal vertical
1°	1° 4	89° 5	30°	42° 9	74° 5	60°	90°	54° 7
1° 30'	2° 1	89° 3	31°	44° 4	73° 9	61°	91° 7	53° 9
2°	2° 8	89°	32°	45° 9	72° 3	62°	93° 5	53° 1
3°	4° 2	88° 5	33°	47° 4	72° 8	63°	95° 3	52° 2
4°	5° 7	88°	34°	48° 8	72° 2	64°	97° 1	51° 3
5°	7° 1	87° 5	35°	50° 3	71° 6	65°	98° 9	50° 4
6°	8° 5	87°	36°	51° 8	71°	66°	100° 7	49° 5
7°	9° 9	86° 5	37°	53° 3	70° 4	67°	102° 6	48° 6
8°	11° 3	86°	38°	54° 8	69° 9	68°	104° 5	47° 6
9°	12° 7	85° 5	39°	56° 3	69° 3	69°	106° 5	46° 6
10°	14° 2	85°	40°	57° 8	68° 6	70°	108° 4	45° 6
11°	15° 6	84° 5	41°	59° 4	68°	71°	110° 4	44° 5
12°	17°	84°	42°	60° 9	67° 4	72°	112° 5	43° 4
13°	18° 4	83° 5	43°	62° 4	66° 8	73°	114° 5	42° 3
14°	19° 8	82° 9	44°	64°	66° 2	74°	116° 7	41° 1
15°	21° 3	82° 4	45°	65° 5	65° 5	75°	118° 8	39° 9
16°	22° 7	81° 9	46°	67° 1	64° 9	76°	121° 1	38° 6
17°	24° 1	81° 4	47°	68° 6	64° 2	77°	123° 4	37° 3
18°	25° 6	80° 9	48°	70° 2	63° 6	78°	125° 7	35° 9
19°	27°	80° 3	49°	71° 8	62° 9	79°	128° 2	34° 5
20°	28° 4	79° 8	50°	73° 4	62° 2	80°	130° 7	33°
21°	29° 9	79° 3	51°	75°	61° 5	81°	133° 4	31° 3
22°	31° 3	78° 8	52°	76° 6	60° 8	82°	136° 2	29° 6
23°	32° 7	78° 3	53°	78° 2	60° 1	83°	139° 1	27° 8
24°	34° 2	77° 7	54°	79° 9	59° 4	84°	142° 3	25° 8
25°	35° 6	77° 2	55°	81° 5	58° 6	85°	145° 4	23° 6
26°	37° 1	76° 6	56°	83° 2	57° 9	86°	147° 1	21° 2
27°	38° 5	76° 1	57°	84° 9	57° 1	87°	153° 6	18° 4
28°	40°	75° 6	58°	86° 6	56° 3	88°	158° 5	15°
29°	41° 5	75° 9	59°	88° 3	55° 5	89°	164° 8	10° 7



# FRESADORA UNIVERSAL «HURE»

TIPO DE CABEZAL PARA FRESADO

TABLA DE AJUSTE

Angulo de la tangente de la hélice	Gradua- cion del cabezal en β	Gradua- cion del cabezal en γ	Angulo de la tangente de la hélice	Gradua- cion del cabezal en β	Gradua- cion del cabezal en γ	Angulo de la tangente de la hélice	Gradua- cion del cabezal en β	Gradua- cion del cabezal en γ
1°	1° 4	0° 3	20° 30'	29° 1	10° 4	40°	57° 8	21° 3
1° 30'	2° 1	0° 8	21°	29° 9	10° 7	40° 30'	58° 6	21° 7
2°	2° 8	1°	21° 30'	30° 6	10° 9	41°	59° 4	22°
2° 30'	3° 5	1° 3	22°	31° 3	11° 2	41° 30'	60° 1	22° 3
3°	4° 2	1° 5	22° 30'	32°	11° 5	42°	60° 9	22° 6
3° 30'	4° 9	1° 8	23°	32° 7	11° 7	42° 30'	61° 7	22°
4°	5° 7	2°	23° 30'	33° 5	12°	43°	62° 4	23° 2
4° 30'	6° 4	2° 3	24°	34° 2	12° 3	43° 30'	63° 2	23° 5
5°	7° 1	2° 5	24° 30'	34° 9	12° 5	44°	64°	23° 8
5° 30'	7° 8	2° 8	25°	35° 6	12° 8	44° 30'	64° 7	24° 2
6°	8° 5	3°	25° 30'	36° 4	13° 1	45°	65° 5	24° 5
6° 30'	9° 2	3° 3	26°	37° 1	13° 4	45° 30'	66° 3	24° 8
7°	9° 9	3° 5	26° 30'	37° 8	13° 6	46°	67° 1	25° 1
7° 30'	10° 6	3° 8	27°	38° 5	13° 9	47°	68° 8	25° 8
8°	11° 3	4°	27° 30'	39° 3	14° 2	48°	70° 2	26° 4
8° 30'	12°	4° 3	28°	40°	14° 4	49°	71° 8	27° 1
9°	12° 7	4° 5	28° 30'	40° 7	14° 7	50°	73° 4	27° 8
9° 30'	13° 4	4° 8	29°	41° 5	15°	51°	75°	28° 2
10°	14° 2	5°	29° 30'	42° 2	15° 3	52°	76° 6	28° 5
10° 30'	14° 9	5° 3	30°	42° 9	15° 5	53°	78° 2	29° 9
11°	15° 6	5° 5	30° 30'	43° 7	15° 8	54°	79° 9	30° 6
11° 30'	16° 3	5° 8	31°	44° 4	16° 1	55°	81° 5	31° 4
12°	17°	6°	31° 30'	45° 1	16° 4	56°	83° 2	32° 1
12° 30'	17° 7	6° 3	32°	45° 9	16° 7	57°	84°	32° 9
13°	18° 4	6° 5	32° 30'	46° 6	17°	58°	86° 6	33° 7
13° 30'	19° 1	6° 8	33°	47° 4	17° 2	59°	88° 3	34° 5
14°	19° 8	7° 1	33° 30'	48° 1	17° 5	60°	90°	35° 3
14° 30'	20° 6	7° 3	34°	48° 8	17° 8	61°	91° 7	36° 1
15°	21° 3	7° 6	34° 30'	49° 6	18° 1	62°	93° 5	36° 9
15° 30'	22°	7° 8	35°	50° 3	18° 4	63°	95° 3	37° 8
16°	22° 7	8° 1	35° 30'	51° 1	18° 7	64°	97° 1	38° 7
16° 30'	23° 4	8° 3	36°	51° 8	19°	65°	98° 9	39° 6
17°	24° 1	8° 6	36° 30'	52° 5	19° 3	66°	100° 7	40° 5
17° 30'	24° 9	8° 9	37°	53° 3	19° 6	67°	102° 6	41° 4
18°	25° 6	9° 1	37° 30'	54° 1	19° 8	68°	104° 5	42° 4
18° 30'	26° 3	9° 4	38°	54° 8	20° 1	69°	105° 5	43° 4
19°	27°	9° 6	38° 30'	55° 6	20° 4	70°	108° 4	44° 4
19° 30'	27° 7	9° 9	39°	56° 3	20° 7	75°	118° 8	50° 1
20°	28° 4	10° 2	39° 30'	57° 1	21°	80°	130° 7	57°



# **SISTEMA GENERAL DE ROSCAS**

## ROSCAS.—Defectos en el paso y ángulo del filete



**TUERCA  
TORNILLO**

Tornillo: Paso y ángulo del filete correctos.

Tuerca: Paso incorrecto, ángulo del filete correcto.

El contacto solo se produce en los flancos de los filetes extremos de la tuerca, donde uno solamente soporta toda la carga. Una vez que el filete se ha usado, los otros flancos de los filetes entran sucesivamente en contacto entre ellos, y después de una deformación gradual, la tuerca se afloja.



**TUERCA  
TORNILLO**

Tornillo: Paso y ángulo del filete correctos.

Tuerca: Paso y ángulo del filete incorrectos.

El contacto no se obtiene más que sobre un punto entre los flancos extremos de los filetes de la tuerca. En consecuencia, estos filetes no pueden ofrecer ninguna resistencia al desgaste o a la carga.

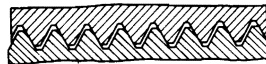


**TUERCA  
TORNILLO**

Tornillo: Paso y ángulo del filete correctos.

Tuerca: Paso correcto, ángulo del filete incorrecto.

Las partes fileteadas no hacen contacto más que sobre ciertos puntos, circunstancia que hace resaltar la importancia del ángulo correcto del filete, tanto en las piezas roscadas a torno como el roscado con macho. El perfil simétrico del filete debe fijarse alrededor de una línea que esté perpendicular a la línea central de la rosca considerada como diámetro medio.

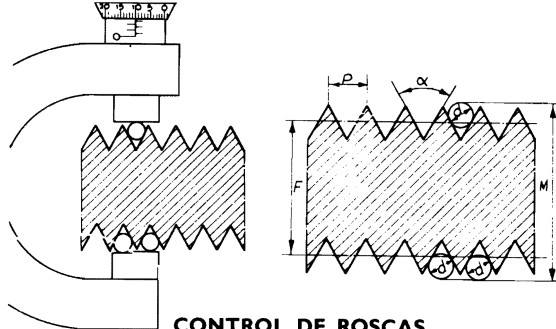


**TUERCA  
TORNILLO**

Tornillo y tuerca. Paso y ángulo correctos.

Diámetro medio: Muy grande en la tuerca o muy pequeño en el tornillo.

Esta figura muestra que el paso y el ángulo del filete son mucho más importantes que los diámetros de la rosca; si el paso y el ángulo del filete son correctos, se obtendrá un buen contacto entre los flancos de los filetes, independientemente de las dimensiones del diámetro medio, y la carga se repartirá igualmente sobre todos los filetes.



**CONTROL DE ROSCAS**

De = Diámetro sobre filetes.

F = Diámetro medio de flancos.

d = Diámetro al fondo de los filetes. d = Diámetro de la barra o alambre.

P = Paso.

α = Ángulo del filete.

δ = Corrección

## FORMULAS

d = P × 0,52, para 20°; 29° y 30°.

d = P × 0,57, para 55° y 60°.

F = Rosca Whitworth De — 0,6403 × P. Rosca internacional S. I. y americana Sellers (U. S. S.) De — 0,6495 × P.

$$M = F + d \times \left(1 + \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}}\right) - \frac{P}{2} \times \cotg \frac{\alpha}{2} = M + \delta$$

$$\delta = \frac{1}{2} \times d \times \tan \psi^2 \times \cos \frac{\alpha}{2} \times \cotg \frac{\alpha}{2} \quad \tan \psi = \frac{P}{3,1416 \times F}$$

## EJEMPLO

Control de una rosca de 20 mm. Sistema Internacional: 2,5 mm. paso, 60° ángulo del filete.

$$d = 2,5 \times 0,57 = 1,425 \text{ mm.} \quad F = 20 - 1,62375 = 18,376 \text{ mm.}$$

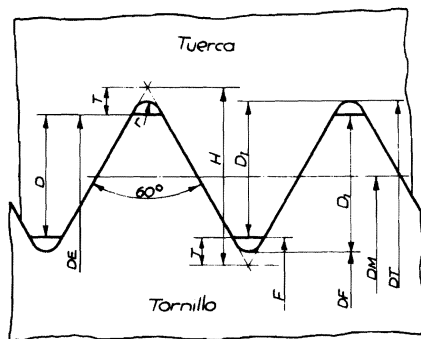
$$M = 18,376 + 1,4 \times \left(1 + \frac{1}{0,5}\right) - \frac{2,5}{2} \times 1,732 = 20,41 + \delta$$

$$\delta = \frac{1}{2} \times 1,4 \times 0,0433^2 \times 0,866 \times 1,732 = 0,0019. \quad \tan \psi = \frac{P}{3,1416 \times F}$$

La corrección δ es 0,0019, y como prácticamente es despreciable, llegamos a la conclusión de que la dimensión M sobre las barretas o alambres es = 20,41 milímetros.

## Rosca con filete métrico Sistema Internacional (S. I.)

Detalle ampliado para poder apreciar su ajuste, y fórmulas generales de útil aplicación



Designación:

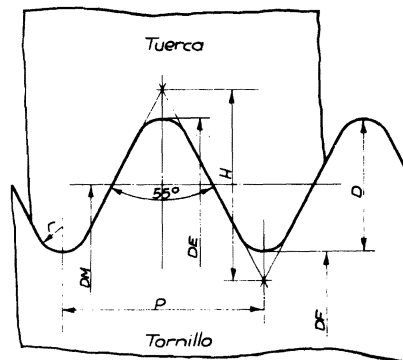
P = Paso.  $r$  = Radio.  $H$  = Altura del triángulo generador.  
 $D_1$  = Profundidad del filete.  $D$  = Altura de contacto.  
 $DE$  = Diámetro del tornillo.  $DM$  = Diámetro de flancos.  
 $DF$  = Diámetro del fondo del tornillo.  $DT$  = Diámetro del fondo de la tuerca.  
 $F$  = Diámetro del agujero de la tuerca.  $T$  = Altura de la truncatura.

### FORMULAS

$$\begin{aligned} H &= 0,866 \times P & D_1 &= 0,6945 \times P & D &= 0,6495 \times P \\ DM &= DE - 0,65 \times P & DF &= DE - 1,389 \times P & r &= 0,058 \times P \\ DT &= DE + 0,09 \times P & F &= DE - 1,3 \times P & T &= 0,125 \times H \end{aligned}$$

## ROSCA CON FILETE WHITWORTH

Detalle ampliado para poder apreciar su ajuste, y fórmulas generales de útil aplicación

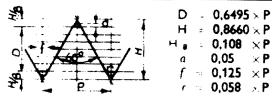


Designación:

P = Paso en mm.  $N$  = Número de filetes por pulgada inglesa.  
 $H$  = Altura del triángulo generador.  $r$  = Radio.  
 $D$  = Profundidad del filete.  $DE$  = Diámetro del tornillo.  
 $DM$  = Diámetro de flancos o medio.  $DF$  = Diámetro de fondo e interior.

### FORMULAS

$$\begin{aligned} P &= \frac{25,4}{N} & H &= 0,9605 \times P = \frac{24,384}{N} \\ D &= 0,6403 \times P = \frac{16,256}{N} & DF &= DE - 1,28 \times P = DE - \frac{32,512}{N} \\ DM &= \frac{DE + DF}{2} = DE - D = DE - \frac{16,256}{N} & r &= 0,1373 \times P \end{aligned}$$

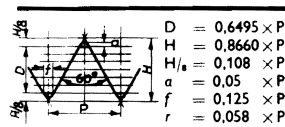


# Rosca fina Sistema Internacional S. I. Normalizada por la International Standards Association «I. S. A.»

Diámetro mm.	Pase mm.	Diámetro medio mm.	TORNILLO		TUERCA		Diámetro de la broca para agujeros roscados con 70 - 75 % altura de rosca
			Diámetro al fondo mm.	Área en mm²	Diámetro mayor mm.	Diámetro menor mm.	
1	0.2	0.870	0.72	0.41	1.02	0.74	
1.2	0.2	1.070	0.92	0.66	1.22	0.94	
1.4	0.2	1.270	1.12	0.98	1.42	1.14	
1.7	0.2	1.570	1.42	1.58	1.72	1.44	
2	0.25	1.838	1.65	2.13	2.03	1.68	
2.3	0.25	2.138	1.95	2.98	2.33	1.98	
2.6	0.35	2.373	2.11	3.49	2.64	2.15	
3	0.35	2.773	2.51	4.94	3.04	2.55	
3.5	0.35	3.273	3.01	7.10	3.54	3.05	
4	0.5	3.675	3.30	8.53	4.05	3.35	
4.5	0.5	4.175	3.80	11.32	4.55	3.85	
5	0.5	4.675	4.30	14.50	5.05	4.35	
6	0.75	5.513	4.94	19.20	6.08	5.03	
7	0.75	6.513	5.94	27.75	7.08	6.03	
8	1	7.350	6.59	34.14	8.11	6.70	
9	1	8.350	7.59	45.28	9.11	7.70	
10	1	9.350	8.59	57.99	10.11	8.70	
12	1.5	11.026	9.89	76.81	12.16	10.05	
14	1.5	13.026	11.89	111	14.16	12.05	
16	1.5	15.026	13.89	152	16.16	14.05	
18	1.5	17.026	15.89	198	18.16	16.05	
20	1.5	19.026	17.89	251	20.16	18.05	
22	1.5	21.026	19.89	311	22.16	20.05	
24	2	22.701	21.19	353	24.22	21.40	
27	2	25.701	24.19	459	27.22	24.40	
30	2	28.701	27.19	580	30.22	27.40	
33	2	31.701	30.19	716	33.22	30.40	
36	3	34.051	31.78	793	36.32	32.10	
39	3	37.051	34.78	950	39.32	35.10	
42	3	40.051	37.78	1121	42.32	38.10	
45	3	43.051	40.78	1306	45.32	41.10	
48	3	46.051	43.78	1505	48.32	44.10	
52	3	50.051	47.78	1793	52.32	48.10	
56	4	53.402	50.37	1993	56.43	50.80	
60	4	57.402	54.37	2322	60.43	54.80	
64	4	61.402	58.37	2676	64.43	58.80	
72	4	69.402	66.37	3460	72.43	66.80	
80	4	77.402	74.37	4344	80.43	74.80	



Para roscar con macho. Fórmula:  
 $Z = \text{Diámetro del tornillo} - \text{Pase.}$   
 Ejemplo: Tornillo, 16 mm. diámetro. Pase, 1.5.  
 Diámetro broca, 14.5 mm.



# Rosca corriente Sistema Internacional S. I. Normalizada por la International Standards Association «I. S. A.»

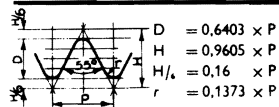
Diámetro mm.	Pase mm.	Diámetro medio mm.	TORNILLO		TUERCA		Diámetro de la broca para agujeros roscados con 70-75 % altura de rosca
			Diámetro al fondo mm.	Área en mm²	Diámetro mayor mm.	Diámetro menor mm.	
6	1	5.350	4.59	16.57	6.11	4.70	
7	1	6.350	5.59	24.57	7.11	5.70	
8	1.25	7.188	6.24	30.69	8.14	6.38	
9	1.25	8.188	7.24	41.18	9.14	7.38	
10	1.5	9.026	7.89	48.88	10.16	8.05	
12	1.75	10.863	9.54	71.44	12.19	9.73	
14	2	12.701	11.19	98.26	14.22	11.40	
16	2	14.701	13.19	137	16.22	13.40	
18	2.5	16.376	14.48	165	18.27	14.75	
20	2.5	18.376	16.48	213	20.27	16.75	
22	2.5	20.376	18.48	268	22.27	18.75	
24	3	22.051	19.78	307	24.32	20.10	
27	3	25.051	22.78	407	27.32	23.10	
30	3.5	27.727	25.07	494	30.38	25.45	
33	3.5	30.727	28.07	619	33.38	28.45	
36	4	33.402	30.37	724	36.43	30.80	
39	4	36.402	33.37	875	39.43	33.80	
42	4.5	39.077	35.67	999	42.49	36.15	
45	4.5	42.077	38.67	1174	45.49	39.15	
48	5	44.752	40.96	1318	48.54	41.50	
52	5	48.752	44.96	1588	52.54	45.50	
56	5.5	52.428	48.26	1829	56.60	48.86	
60	5.5	56.428	52.26	2145	60.60	52.86	
64	6	60.103	55.56	2424	64.65	56.21	
68	6	64.103	59.56	2786	68.65	60.21	
72	6	68.103	63.56	3173	72.65	64.21	
76	6	72.103	67.56	3584	76.65	68.21	
80	6	76.103	71.56	4021	80.65	72.21	



Para roscar con macho. — Fórmula:  
 $Z = \text{Diámetro del tornillo} - \text{Pase.}$   
 Ejemplo: Tornillo, 20 mm. diámetro. Pase, 2.5.  
 Diámetro broca, 17.5 mm.

El diámetro de la broca para agujeros roscados debe ser el indispensable para que no rompa el macho y dar al filete la resistencia necesaria, y está demostrado, en general, que los filetes de la tuerca, con el 70 a 75 % de la profundidad del filete, ofrecen una resistencia muy suficiente.

En materiales muy duros, 65 - 70 %. Aluminio y fundición, 80 %.



## Rosca corriente «Whitworth» B. S. W.

Aceptada por la British Engineering Standards Association

Diámetro en pulgadas	Diámetro en mm.	Núm. de hilos por pulgada	Paso en mm.	Diámetro medio mm.	Diámetro al fondo mm.	Diámetro de la broca para agujeros roscados con 75 % (aproximadamente de altura del filete)
$\frac{1}{16}$	3,17	40	0,635	2,76	2,36	2,5
$\frac{1}{8}$	4,76	24	1,058	4,08	3,40	3,7
$\frac{1}{4}$	6,35	20	1,270	5,53	4,72	5
$\frac{3}{8}$	7,93	18	1,411	7,03	6,13	6,5
$\frac{1}{2}$	9,52	16	1,588	8,50	7,49	8
$\frac{5}{8}$	11,11	14	1,814	9,95	8,78	9,25
$\frac{3}{4}$	12,70	12	2,117	11,34	9,99	10,5
$\frac{7}{8}$	15,87	11	2,309	14,39	12,91	13,75
$1$	19,05	10	2,540	17,42	15,79	16,5
$1 \frac{1}{8}$	22,22	9	2,822	20,41	18,61	19,5
$1 \frac{1}{4}$	25,40	8	3,175	23,36	21,33	22,2
$1 \frac{3}{8}$	28,57	7	3,629	26,25	23,92	25,5
$1 \frac{1}{2}$	31,75	7	3,629	29,42	27,10	28
$1 \frac{3}{4}$	34,92	6	4,233	32,21	29,50	30,25
$2$	38,10	6	4,233	35,39	32,68	33,5
$2 \frac{1}{8}$	41,27	5	5,080	38,02	34,77	36
$2 \frac{1}{4}$	44,45	5	5,080	41,19	37,94	39,5
$2 \frac{3}{8}$	47,62	4,5	5,645	44,01	40,39	42
$2 \frac{1}{2}$	50,80	4,5	5,645	47,18	43,57	45
$2 \frac{3}{4}$	53,97	4,5	5,645	50,36	46,74	48
$3$	57,15	4	6,350	53,08	49,02	51
$3 \frac{1}{8}$	60,32	4	6,350	56,26	52,19	53,5
$3 \frac{1}{4}$	63,50	4	6,350	59,43	55,27	57
$3 \frac{3}{8}$	66,67	4	6,350	62,61	58,54	60
$3 \frac{1}{2}$	69,85	3,5	7,257	65,20	60,55	62,5
$4$	73,02	3,5	7,257	68,38	63,73	65
$4 \frac{1}{8}$	76,20	3,5	7,257	71,55	66,90	69



Z = Diámetro de la broca para agujeros roscados en materiales blandos 88 % de la altura del filete.

Fórmula: Z = Diámetro rosca — 1,1328 x Paso.

El diámetro de la broca para agujeros roscados debe ser el indispensable para que no rompa el macho y dar al filete la resistencia necesaria, y está demostrado, en general, que los filetes de la tuerca, con el 70 a 75 % de la profundidad del filete, ofrecen una resistencia muy suficiente.

En materiales muy duros. 65 - 70 %. Aluminio y fundición, 80 %.

\* Debe emplearse lo menos posible las roscas marcadas.



## Rosca fina «Whitworth» B. S. F.

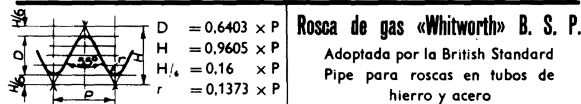
Aceptada por la British Standards Association

Diámetro en pulgadas	Diámetro en mm.	Núm. de hilos por pulgada	Paso en mm.	Diámetro medio mm.	Diámetro al fondo mm.	Diámetro de la broca para agujeros roscados mm.
$\frac{1}{16}$	5,55	28	0,9067	4,97	4,39	4,5
$\frac{1}{8}$	6,35	26	0,9779	5,72	5,08	5,2
$\frac{3}{16}$	7,14	26	0,9779	6,51	5,89	6
$\frac{1}{4}$	7,93	22	1,1545	7,18	6,45	6,7
$\frac{5}{16}$	9,52	20	1,270	8,71	7,89	8
$\frac{3}{8}$	11,11	18	1,411	10,21	9,29	9,5
$\frac{7}{16}$	12,7	16	1,588	11,68	10,66	10,75
$\frac{1}{2}$	14,28	16	1,588	13,26	12,24	12,7
$\frac{9}{16}$	15,87	14	1,814	14,70	13,53	13,9
$\frac{5}{8}$	17,46	14	1,814	16,29	15,13	15,5
$\frac{11}{16}$	19,05	12	2,117	17,67	16,33	16,7
$\frac{3}{4}$	20,63	12	2,116	19,27	17,91	18,25
$\frac{7}{8}$	22,22	11	2,309	20,73	19,26	19,85
$1$	25,40	10	2,54	23,77	22,13	22,6
$1 \frac{1}{8}$	28,57	9	2,822	26,76	24,95	25,4
$1 \frac{1}{4}$	31,75	9	2,822	29,93	28,13	28,5
$1 \frac{3}{8}$	34,92	8	3,175	32,89	30,85	31,35
$1 \frac{1}{2}$	38,1	8	3,175	36,06	34,03	34,5
$1 \frac{3}{4}$	41,27	8	3,175	39,24	37,21	37,7
$2$	44,45	7	3,629	42,12	39,80	40,5
$2 \frac{1}{8}$	50,80	7	3,629	48,47	46,15	46,8
$2 \frac{1}{4}$	57,15	6	4,234	54,43	51,73	52,4
$2 \frac{3}{8}$	63,50	6	4,234	60,78	58,07	58,75
$2 \frac{1}{2}$	69,85	6	4,234	67,13	64,42	65,1
$3$	76,20	5	5,080	72,94	69,69	69,85



Z = Diámetro de la broca para agujeros roscados en materiales blandos 88 - 90 % de la altura del filete.

Fórmula: Z = Diámetro de la rosca — 1,1328 x Paso.



**Rosca de gas «Whitworth» B. S. P.**  
 Adoptada por la British Standard  
 Pipe para roscas en tubos de  
 hierro y acero

Diámetro nominal en pulgadas	Diámetro en mm.	Núm. de hilos por pulgada	Paso en mm.	Diámetro medio mm.	Diámetro al fondo mm.	Diámetro de la broca para agujeros roscados mm.
$1/16$	9,728	28	0,907	9,14	8,56	8,75
$1/8$	13,158	19	1,337	12,30	11,44	11,5
$3/16$	16,66	19	1,337	15,80	14,95	15
$1/4$	20,95	14	1,814	19,79	18,63	19
$5/16$	22,91	14	1,814	21,75	20,58	21
$3/8$	26,44	14	1,814	25,28	24,11	24,5
$7/16$	30,20	14	1,814	29,04	27,87	28
$1/2$	33,25	11	2,309	31,77	30,29	30,5
$5/8$	37,89	11	»	36,42	34,94	35,3
$3/4$	41,91	11	»	40,43	38,95	39,3
$7/8$	44,32	11	»	42,84	41,36	41,75
$1 1/8$	47,80	11	»	46,32	44,84	45,25
$1 1/4$	53,74	11	»	52,27	50,79	50,8
$1 1/2$	59,61	11	»	58,13	56,65	57,15
$1 3/4$	65,71	11	»	64,23	62,75	
$2$	75,18	11	»	73,70	72,23	
$2 1/4$	81,53	11	»	80,05	78,58	
$2 1/2$	87,88	11	»	86,40	84,93	
$2 3/4$	93,98	11	»	92,50	91,02	
$3$	100,33	11	»	98,85	97,37	
$3 1/4$	106,68	11	»	105,20	103,72	
$3 1/2$	113,03	11	»	111,55	110,07	
$4$	125,73	11	»	124,25	122,77	
$4 1/2$	138,43	11	»	136,95	135,47	
$5$	151,13	11	»	149,65	148,17	
$5 1/2$	163,83	11	»	162,35	160,87	
$6$	189,23	10	2,54	187,61	185,98	
$7$	214,63	10	»	213,01	211,38	
$8$	240,03	10	»	238,41	236,78	
$9$	265,44	10	»	263,81	262,18	
$10$	290,84	8	3,175	288,80	286,77	
$11$	316,24	8	3,175	314,20	312,17	



#### FORMULA

$Z = \text{Diámetro de la broca} - 1,1328 \times \text{Paso}$

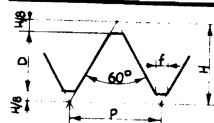
para agujeros roscados en materiales blandos.

En materiales tenaces y duros, aumentar ligeramente el diámetro de la broca.

\* Debe emplearse lo menos posible.

## Dimensiones de cabezas de tornillos, tuercas y arandelas, Sistema «Whitworth»

Diámetro del tornillo en pulgadas	Cabeza del tornillo	Tuerca	Contra tuerca	Entre caras	Entre aristas	Tuerca redonda	Arandelas	
							Diámetro en mm.	Especificación en mm.
$1/4$	5,842	6,604	6	13,3	15,944	13,3	20	1,5
$5/16$	7,112	8,128	7	15,2	17,526	15,2	21	1,5
$3/8$	8,906	9,906	8	18	20,222	18	25	2
$1/2$	11,430	12,954	10	20,8	24,130	20,8	29	2
$5/8$	14,224	16,256	11	23,3	26,92	23,3	32	3
$3/4$	17,018	19,304	13	27,9	32,26	27,9	35	3,5
$7/8$	19,812	22,606	15	33	38,10	33	44	4
$1$	22,606	25,65	17	37,5	43,43	37,5	50	4
$1 1/8$	25,400	29,21	19	42,4	49,02	42,4	55	4
$1 1/4$	28,19	32,26	22	47,2	54,61	47,2	60	5
$1 1/2$	30,99	35,56	24	52	60,20	52	65	5
$1 3/4$	33,78	38,61	26	56,3	65,02	56,3	70	5
$2$	36,58	41,91	29	61,2	70,69	61,2	78	6
$2 1/4$	39,37	44,96	32	65,5	75,69	65,5	84	6
$2 1/2$	42,42	48,26	34	70	81,02	70	88	7
$2 3/4$	44,96	51,31	37	76,5	88,91	76,5	93	7
$3$	47,80	54,61	39	80	92,45	80	98	8
$3 1/4$	50,55	57,65	44	90	104,14	90	110	9
$3 1/2$	56,13	64,01	50	98,8	114,04	98,8	121	9
$3 3/4$	61,72	70,36	55	106	122,68	106	134	10
$4$	67,31	76,71	60	115	132,84	115	145	12



$$\begin{aligned} D &= 0.6495 \times P \\ H &= 0.8660 \times P \\ H_1 &= 0.108 \times P \\ f &= 0.125 \times P \end{aligned}$$

## Rosca Americana SELLERS

(U. S. S.)

### ROSCA CORRIENTE

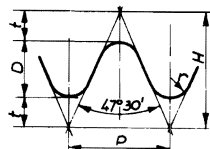
Num de hilos por pulgada	Diám exterior mm.	Diám al fondo mm.	Diám. medio mm.	Broca para rosca mm.
64	1.854	1.338	1.596	1.5
56	2.184	1.594	1.889	1.77
48	2.515	1.827	2.171	2
40	2.845	2.021	2.433	2.25
32	3.175	2.351	2.763	2.56
32	3.505	2.473	2.989	2.7
32	4.166	3.134	3.650	3.3
24	4.826	3.450	4.138	3.75
24	5.486	4.110	4.798	4.5
20	6.35	4.700	5.525	5.1
18	7.938	6.104	7.021	6.5
16	9.525	7.463	8.494	8
14	11.11	8.755	9.934	9.3
13	12.70	10.16	11.43	10.5
12	14.28	11.53	12.91	12.3
11	15.87	12.87	14.37	13.5
10	19.05	15.75	17.40	16.5
9	22.22	18.55	20.39	19.5
8	25.40	21.27	23.33	22
7	28.57	23.86	26.21	25
6	31.75	27.03	29.39	28
6	38.10	32.60	35.35	34
5	44.45	37.85	41.15	39.7
4.5	50.80	43.46	47.13	45.25
4.5	57.15	49.81	53.48	51.7
4	63.50	55.25	59.37	57.15
4	69.85	61.10	65.72	63.5
4	76.20	67.95	72.07	69.85



### ROSCA FINA

Desig. nación	Núm. de hilos por pulgada	Diám. exterior mm.	Diám. al fondo mm.	Diám. medio mm.	Broca para rosca mm.
0	80	1.524	1.112	1.318	1.19
1	72	1.854	1.395	1.625	1.5
2	64	2.184	1.668	1.926	1.75
3	56	2.515	1.925	2.220	2
4	48	2.845	2.157	2.501	2.37
5	44	3.175	2.425	2.800	2.64
6	40	3.505	2.681	3.093	2.85
8	36	4.166	3.250	3.708	3.45
10	32	4.826	3.794	4.310	4
12	28	5.486	4.308	4.897	4.60
1/16	28	6.35	5.171	5.762	5.40
1/16	24	7.938	6.562	7.250	6.50
1/16	24	9.525	8.150	8.837	8.40
1/16	20	11.11	9.463	10.28	9.90
1/16	20	12.70	11.01	11.17	11.50
1/16	18	14.28	12.45	13.37	13.00
1/16	18	15.87	14.04	14.95	14.68
1/16	16	19.05	16.98	18.01	17.46
1/16	14	22.22	19.86	21.04	20.63
1/16	14	25.40	23.04	24.22	23.8
1/16	12	28.57	25.82	27.20	26.6
1/16	12	31.75	29.00	30.37	29.75
1/16	12	38.10	35.35	36.72	36.1
1/16					
2"					
2 1/16					
2 1/16					
2 1/16					
3"					

Los tamaños de ambas roscas se pueden determinar por la columna central de la designación.  
El diámetro de la broca para rosca está calculada para roscar con macho a mano.

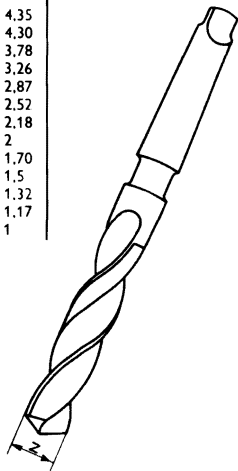


### Fórmulas:

$$\begin{aligned} D &= 0.6 \times P \\ H &= 1.136 \times P \\ r &= 0.268 \times P \\ r &= 0.182 \times P \end{aligned}$$

Rosca British Association B. A.  
para pequeña mecánica  
y relojería

Núm.	Diám. metro en mm.	PASO en mm.	Diám. metro medio mm.	Diám. metro al fondo mm.	AREA en mm²	Diámetro de la broca para agujeros roscados mm.
0	6	1	5.40	4.80	18.10	4.35
1	5.3	0.90	4.75	4.21	13.99	4.30
2	4.7	0.81	4.21	3.73	10.93	3.78
3	4.1	0.73	3.66	3.22	8.14	3.26
4	3.6	0.66	3.20	2.80	6.20	2.87
5	3.2	0.59	2.84	2.49	4.87	2.52
6	2.8	0.53	2.48	2.16	3.66	2.18
7	2.5	0.48	2.21	1.93	2.89	2
8	2.2	0.43	1.94	1.68	2.22	1.70
9	1.9	0.39	1.66	1.43	1.61	1.5
10	1.7	0.35	1.49	1.28	1.29	1.32
11	1.5	0.31	1.31	1.13	1	1.17
12	1.3	0.28	1.13	0.96	0.73	1
13	1.2	0.25		0.90		
14	1	0.23		0.72		
15	0.9	0.21		0.65		
16	0.79	0.19		0.56		
17	0.70	0.17		0.50		
18	0.62	0.15		0.44		
19	0.54	0.14		0.37		
20	0.48	0.12		0.34		
21	0.42	0.11		0.29		
22	0.37	0.10		0.25		
23	0.33	0.09		0.22		
24	0.29	0.08		0.19		
25	0.25	0.07		0.17		

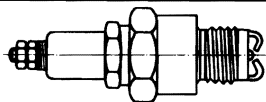


Las roscas hasta el número 12 son muy utilizadas para pequeña mecánica; los demás números tienen su exclusiva aplicación en relojería.

Esta rosca es igual al sistema suizo Thury, y únicamente varía ligeramente en el radio del filete, B. A.  $r = 0.182 \times P$ .

Thury  $r = 0.166 \times P$  cabeza

$r = 0.2 \times P$  fondo



Roscas para bujías de automóviles

El perfil del filete es rosca  
Sistema internacional

**BRITISH Standard. I. A. E.**

Diámetro nominal mm.	PASO mm.	Diámetro mayor mm.		Diámetro medio mm.		Diámetro menor mm.	
		Rosca MACHO	Rosca HEMBRA	Rosca MACHO	Rosca HEMBRA	Rosca MACHO	Rosca HEMBRA
14	1,25	13,977	14,125	13,035 13,165	13,188 13,278	12,250	12,390
18.	1,5	17,750 17,950	18,162 18,337	16,776 16,976	17,026 17,201	15,639 15,839	16,052 16,226

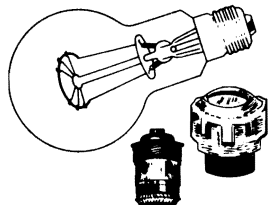
**Americana STANDARD S. A. E. TIPO METRICO**

18 mm.	1,5 mm.	17,975 17,850	18,187	17,001 16,876	17,176 17,051	15,864	16,201 16,076
--------	---------	------------------	--------	------------------	------------------	--------	------------------

**TIPO en pulgadas**

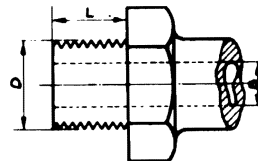
7/8 *	18 hilos en pulgada	0,8750 0,8668	0,8750	0,8384 0,8343	0,8430 0,8389	0,8068	0,8209 0,8149
-------	------------------------	------------------	--------	------------------	------------------	--------	------------------

\* Rosca con perfil Seller; especial S. A. E.



**Roscas Edison  
para lámparas eléctricas  
y tapones fusibles**

TIPO	Núm. de hilos por pulgada	Diá- metro E mm.	Fondo F mm.	Radio R mm.	Altura D mm.
Miniatura	14	9,60	8,60	0,536	0,50
Mignon	9	13,93	12,33	0,825	0,80
Normal	7	26,60	24,30	1,00	1,15
Grande	6	33,10	30,50	1,19	1,30
Goliath	4	39,55	35,95	1,85	1,80



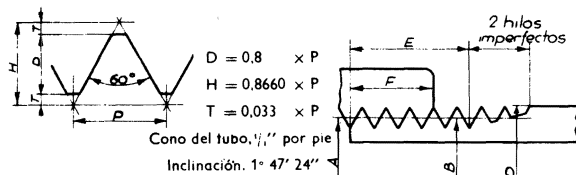
**ESPIGAS PARA GRIFOS, TAPONES,  
ETCETERA; TIPO CORRIENTE DEL  
ALMIRANTAZGO BRITANICO**

**Rosca (ADM. F.) Admiralty Fine**

B Diámetro interior	D Diámetro de espiga	Hilo por pulgadas	L Longitud de espiga
Según aplicación	3/8	24	3/8
	1/2	20	1/2
	5/8	20	1/2
	3/4	14	5/8
	7/8	»	3/4
	1"	12	7/8
	1 1/4	»	»
	1 3/8	»	»
	1 1/2	»	1"
	1 3/4	»	»



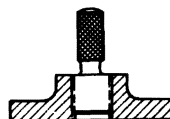
# ROSCA «BRIGGS» AMERICANA PARA TUBOS DE GAS, AGUA Y VAPOR



Diámetro nominal pulgadas	Diámetro medio menor de la rosca A mm.	Diámetro medio mayor de la rosca B mm.	Longitud efectiva de la rosca mm.	Longitud que entrará a mano F mm.	Diámetro del tubo D mm.	Número de hilos por pulgada
1/8	9.23	9.51	6.70	4.57	10.28	27
1/4	12.12	12.44	10.20	5.08	13.71	18
3/8	15.54	15.92	10.35	6.09	17.14	18
1/2	19.26	19.77	13.55	8.12	21.33	14
3/4	24.57	25.11	13.86	8.61	26.67	14
1	30.82	31.46	17.34	10.16	33.40	11 1/2
1 1/8	39.55	40.21	17.95	10.26	42.16	11 1/2
1 1/2	45.62	46.28	18.37	10.66	48.26	11 1/2
2	57.63	58.32	19.21	11.74	60.23	11 1/2
2 1/2	69.07	70.15	28.89	17.23	72.05	8
3	84.85	86.06	30.48	19.45	88.90	8
3 1/2	97.47	98.77	31.75	20.85	101.6	8
4	110.09	111.43	33.02	21.43	114.3	8
4 1/2	122.71	124.10	34.29	22.22	127	8
5	136.92	138.41	35.72	23.80	141.3	8
6	163.73	165.25	38.41	24.33	168.27	8
7	188.97	190.56	40.95	25.40	193.67	8
8	214.21	215.90	43.49	27.00	219.07	8
9	239.45	241.24	46.03	28.70	244.47	8
10	267.85	269.77	48.89	30.73	273.05	8
11	293.09	295.13	51.43	32.63	298.45	8
12	318.33	320.49	53.97	34.54	323.85	8

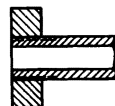
## Roscado de tubería con sus bridas y manguitos

Es preciso que al construir piezas en serie se utilicen calibres de roscado, los cuales deben ajustarse según se muestra en el grabado.



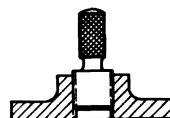
**NORMAL**

Entra justo hasta el borde



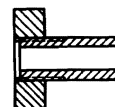
**NORMAL**

Entra justo hasta el borde



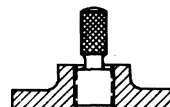
**MINIMA TOLERANCIA**

Queda un filete sin entrar



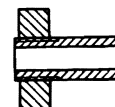
**MAXIMA TOLERANCIA**

Queda un filete sin entrar



**MAXIMA TOLERANCIA**

Entra un filete mas

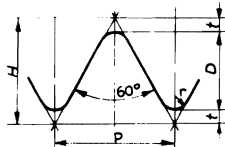


**MINIMA TOLERANCIA**

Entra un filete más



El calibre de rosca debe entrar justo en toda su longitud



Fórmulas:

$$\begin{aligned} D &= 0.5327 \times P \\ H &= 0.866 \times P \\ h &= 0.166 \times P \\ r &= 0.166 \times P \end{aligned}$$

### Rosca C. E. I.

«Cycle Engineering Institute» para bicicletas y motocicletas

Diámetro en pulgada	Número de hilos en pulgada	Diámetro al fondo mm.	Broca para rosca mm.	Diámetro en pulgada	Número de hilos en pulgada	Diámetro al fondo mm.	Broca para rosca mm.
0.056	62	0.96	1	0.266	26	5.71	5.78
0.064	62	1.19	1.22	0.281	26	6.09	6.14
0.072	62	1.39	1.43	$\frac{3}{16}$	26	6.89	6.96
0.080	62	1.59	1.64	$\frac{3}{8}$	26	8.48	8.57
0.092	56	1.85	1.88	$\frac{7}{16}$	20	12.93	13
0.104	44	2.02	2.1	1"	26	24.35	24.5
$\frac{1}{8}$	40	2.45	2.5	1.290	24	31.64	31.75
0.145	40	3.23	3.28	1.370	24	33.67	33.80
0.175	32	3.60	3.66	$1 \frac{7}{16}$	24	35.38	35.50
$\frac{3}{16}$	32	3.91	3.97	$1 \frac{1}{2}$	24	36.97	37.10
$\frac{1}{2}$	26	5.30	5.36				

Angulo del filete, 50°

Altura del filete,  $0.8 \times P$

Radio en la cabeza del filete,  $0.093 \times P$

Radio en el fondo,  $0.0732 \times P$

### Rosca suiza «PROGRESS»

para tornillería de relojes

Número	Diámetro mm.	P A S O mm.	Número	Diámetro mm.	P A S O mm.
4	0.40	0.100	10	1	0.250
4.5	0.45	0.100	11	1.1	0.275
5	0.50	0.125	12	1.2	0.300
5.5	0.55	0.125	13	1.3	0.325
6	0.60	0.150	14	1.4	0.350
6.5	0.65	0.150	15	1.5	0.375
7	0.70	0.175	16	1.6	0.320
7.5	0.75	0.175	17	1.7	0.340
8	0.80	0.200	18	1.8	0.360
8.5	0.85	0.200	19	1.9	0.380
9	0.90	0.225	20	2	0.400
9.5	0.95	0.225			

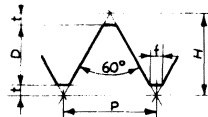
## Rosca de la Sociedad de Ingenieros de Automóviles Americanos

S. A. E. (STANDARD)

Las fórmulas de esta rosca, es igual a la U. S. S.

La rosca fina es muy empleada en aviación

Diámetro de la rosca	Hilos por pulgada		Diámetro de la rosca	Hilos por pulgada		Diámetro de la rosca	Hilos por pulgada	
	Corriente	Fina		Corriente	Fina		Corriente	Fina
$\frac{1}{4}$ "	28	36	$1 \frac{7}{8}$ "	12	16	4"	10	16
$\frac{5}{16}$ "	24	32	2"	12	16	$4 \frac{1}{8}$ "	10	16
$\frac{3}{8}$ "	24	32	$2 \frac{1}{8}$ "	12	16	$4 \frac{1}{4}$ "	10	16
$\frac{7}{16}$ "	20	28	$2 \frac{1}{4}$ "	12	16	$4 \frac{3}{8}$ "	10	16
$\frac{1}{2}$ "	20	28	$2 \frac{3}{8}$ "	12	16	$4 \frac{1}{2}$ "	10	16
$\frac{9}{16}$ "	18	24	$2 \frac{1}{2}$ "	12	16	$4 \frac{5}{8}$ "	10	16
$\frac{5}{8}$ "	18	24	$2 \frac{5}{8}$ "	12	16	$4 \frac{3}{4}$ "	10	16
$\frac{11}{16}$ "	16	24	$2 \frac{3}{4}$ "	12	16	$4 \frac{7}{8}$ "	10	16
$\frac{3}{4}$ "	16	20	$2 \frac{7}{8}$ "	12	16	5"	10	16
$\frac{7}{8}$ "	14	20	3"	10	16	$5 \frac{1}{8}$ "	10	16
1"	14	20	$3 \frac{1}{8}$ "	10	16	$5 \frac{1}{4}$ "	10	16
$1 \frac{1}{8}$ "	12	18	$3 \frac{1}{4}$ "	10	16	$5 \frac{3}{8}$ "	10	16
$1 \frac{1}{4}$ "	12	18	$3 \frac{3}{8}$ "	10	16	$5 \frac{1}{2}$ "	10	16
$1 \frac{3}{8}$ "	12	18	$3 \frac{1}{2}$ "	10	16	$5 \frac{5}{8}$ "	10	16
$1 \frac{1}{2}$ "	12	18	$3 \frac{5}{8}$ "	10	16	$5 \frac{3}{4}$ "	10	16
$1 \frac{5}{8}$ "	12	16	$3 \frac{3}{4}$ "	10	16	$5 \frac{7}{8}$ "	10	16
$1 \frac{3}{4}$ "	12	16	$3 \frac{7}{8}$ "	10	16	6"	8	16



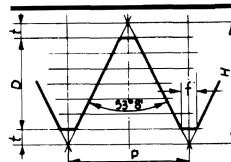
$$\begin{aligned} D &= 0.8 \times P \\ H &= 0.8660 \times P \\ f &= 0.033 \times P \\ f &= 0.04 \times P \end{aligned}$$

## Rosca Sharp Americana (V) VEE

Diámetro en pulgadas	Hilos por pulgada	Diámetro en pulgadas	Hilos por pulgada	Diámetro en pulgadas	Hilos por pulgada	Diámetro en pulgadas	Hilos por pulgada
$\frac{1}{16}$	72	$\frac{1}{8}$	11	$1 \frac{3}{16}$	6	$2 \frac{1}{4}$	$4 \frac{1}{2}$
$\frac{3}{32}$	56	$\frac{11}{16}$	11	$1 \frac{7}{16}$	6	$2 \frac{3}{8}$	$4 \frac{1}{2}$
$\frac{1}{8}$	40	$\frac{3}{4}$	10	$1 \frac{1}{2}$	6	$2 \frac{1}{2}$	4
$\frac{5}{32}$	32	$\frac{13}{16}$	10	$1 \frac{9}{16}$	6	$2 \frac{3}{8}$	4
$\frac{3}{16}$	24	$\frac{7}{8}$	9	$1 \frac{5}{8}$	5	$2 \frac{3}{4}$	4
$\frac{7}{32}$	24	$\frac{13}{16}$	9	$1 \frac{11}{16}$	5	$2 \frac{3}{8}$	4
$\frac{1}{4}$	20	$1''$	8	$1 \frac{3}{4}$	5	$3''$	$3 \frac{1}{2}$
$\frac{5}{16}$	18	$1 \frac{1}{16}$	8	$1 \frac{13}{16}$	5	$3 \frac{1}{2}$	$3 \frac{1}{4}$
$\frac{3}{8}$	16	$1 \frac{1}{8}$	7	$1 \frac{7}{8}$	$4 \frac{1}{2}$	$4''$	3
$\frac{7}{16}$	14	$1 \frac{8}{16}$	7	$1 \frac{15}{16}$	$4 \frac{1}{2}$	$4 \frac{1}{2}$	$3 \frac{3}{4}$
$\frac{1}{2}$	12	$1 \frac{1}{4}$	7	$2''$	$4 \frac{1}{2}$	$5''$	$2 \frac{1}{2}$
$\frac{5}{16}$	12	$1 \frac{3}{16}$	7	$2 \frac{1}{8}$	$4 \frac{1}{2}$	$6''$	$2 \frac{1}{4}$

## Rosca British Standard para tubos de cobre, perfil Whitworth

Diámetro interior del tubo nominal pulgadas	Diámetro exterior del tubo mm.	Diámetro exterior de la rosca mm.	Diámetro al fondo mm.	Número de hilos por pulgada	Broca para rosca mm.
$\frac{1}{8}$	6.42	6.27	5.13	28	5.25
$\frac{1}{4}$	10.00	9.88	8.25	20	8.4
$\frac{3}{8}$	13.18	13.05	11.43	20	11.6
$\frac{1}{2}$	16.35	16.23	14.70	20	14.85
$\frac{3}{4}$	19.53	19.40	17.78	20	17.95
$\frac{1}{2}$	22.70	22.58	20.95	20	21.15
$\frac{7}{8}$	25.88	25.75	24.13	20	24.25
$1''$	29.46	29.33	27.70	20	27.85
$1 \frac{1}{8}$	35.81	35.68	34.06	20	34.20
$1 \frac{1}{2}$	42.16	42.01	40.51	20	40.70
$1 \frac{3}{4}$	49.12	46.99	47.16	16	47.40
$2''$	55.47	55.34	53.31	16	53.50
$2 \frac{1}{4}$	61.82	61.69	59.66	16	59.90
$2 \frac{1}{2}$	68.17	68.04	66.01	16	66.25
$2 \frac{3}{4}$	74.52	72.39	72.36	16	72.60
$3''$	80.88	81.35	79.32	16	79.50
$3 \frac{1}{4}$	87.83	87.70	85.67	16	85.95
$3 \frac{1}{2}$	94.79	94.66	92.63	16	92.85
$3 \frac{3}{4}$	101.14	101.1	98.98	16	99.25
$4''$	108.10	107.97	105.94	16	106.20



Fórmulas:

$$\begin{aligned} D &= 0.75 \times P \\ H &= P \\ f &= 0.125 \times P \\ f &= 0.125 \times P \end{aligned}$$

## Rosca LOWENHERZ para mecánica fina e instrumentos de óptica

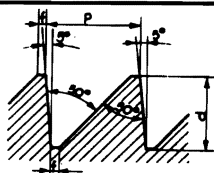
Diámetro en mm.	PASO en mm.	Diámetro medio mm.	Diámetro al fondo mm.	Broca para rosca	Diámetro en mm.	PASO en mm.	Diámetro medio mm.	Diámetro al fondo mm.	Broca para rosca
1	0.25	0.81	0.62	0.66	5	0.80	4.40	3.80	3.91
1.2	0.25	1.01	0.82	0.84	5.5	0.90	4.82	4.15	4.30
1.4	0.30	1.17	0.95	1	6	1	5.75	4.5	4.62
1.7	0.35	1.43	1.17	1.17	7	1.10	6.17	5.35	5.5
2	0.40	1.70	1.40	1.5	8	1.20	7.10	6.20	6.35
2.3	0.40	2	1.70	1.77	9	1.30	8.02	7.05	7.13
2.6	0.45	2.26	1.92	1.99	10	1.40	8.95	7.90	8
3	0.50	2.62	2.25	2.37	12	1.60	10.6	9.60	9.80
3.5	0.60	3.05	2.60	2.70	14	1.80	12.8	11.30	11.5
4	0.70	3.47	2.95	3	16	2	14.5	13	13.5
4.5	0.75	3.93	3.37	3.45	18	2.20	16.35	14.7	15



## Rosca para engrasadores STAUFFER

Tamaño número.....	1	2	3	4	5	6	7	8
Diámetro interior mm.....	15	20	30	40	50	60	70	80
Rosca Gas en la espiga.....	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	$1 \frac{1}{4}$	$1 \frac{1}{2}$	$2 \frac{1}{4}$	$2 \frac{3}{4}$

# Perfiles de rosca para alta resistencia



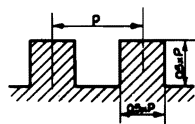
Diente de sierra, lado inclinado 5°

## FORMULA

$P = \text{Paso}$

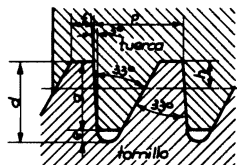
$d = 0,690 \times P$

$f = 0,125 \times P$



Rosca cuadrada

$P = 0,2 \times \text{Diámetro del tornillo.}$



Diente de sierra alemán

## FORMULA

$d = 0,86777 \times P$

$g = 0,75 \times P$

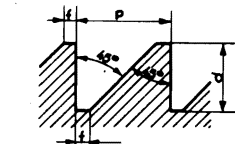
$h = 0,341 \times P$

$f = 0,26384 \times P$

$R = 0,12427 \times P$

$e = 0,11777 \times P$

$P = \text{Paso}$



Diente de sierra perpendicular al eje del tornillo.

WHITWORTH STANDARD  
y AMERICANA STANDARD

## FORMULA

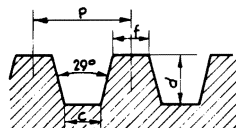
$P = \frac{2 \times \text{Diámetro del tornillo}}{15}$

$d = 0,750 \times P$

$f = 0,125 \times P$

$P = \text{Paso}$

## ROSCA ACME (Americana)



## FORMULAS

Para tornillos

$d = 0,5 \times P + 0,25 \text{ mm.}$

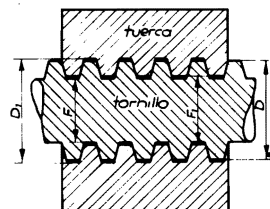
$c = 0,3707 \times P - 0,13 \text{ mm.}$

$f = 0,3707 \times P. P = \text{Paso.}$

Para machos de roscar

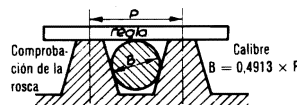
$d = 0,5 \times P + 0,5.$

$f \text{ y } c = 0,3707 \times P - 0,13 \text{ mm.}$

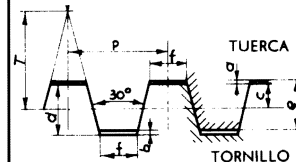


Tornillos  $D = \text{Diámetro exterior.}$   
 $F = \text{Diámetro Fondo de la rosca.}$

Tuerca  $D_1 = D + 0,5 \text{ mm.}$   
 $F_1 = F + 0,5 \text{ mm.}$



## ROSCA TRAPEZIAL METRICA



## FORMULAS

$d = 0,5 \times P + a. c = 0,5 \times P + 2a - b$

$f = 0,634 \times P - 0,536 \times d.$

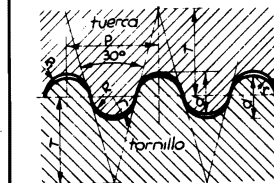
$T = 0,933 \times P. c = 0,25 \times P.$

$a = \begin{cases} 0,25 \text{ mm. en pasos de } 3 \text{ a } 12 \text{ mm.} \\ 0,5 \text{ mm. en pasos de } 14 \text{ a } 26 \text{ mm.} \end{cases}$

$b = \begin{cases} 0,5 \text{ mm. en pasos de } 3 \text{ a } 4 \text{ mm.} \\ 0,75 \text{ mm. en pasos de } 5 \text{ a } 12 \text{ mm.} \\ 1,5 \text{ mm. en pasos de } 14 \text{ a } 26 \text{ mm.} \end{cases}$

$d = \begin{cases} 0,25 \text{ mm. en pasos de } 3 \text{ a } 12 \text{ mm.} \\ 0,5 \text{ mm. en pasos de } 14 \text{ a } 26 \text{ mm.} \end{cases}$

$b = \begin{cases} 0,5 \text{ mm. en pasos de } 3 \text{ a } 4 \text{ mm.} \\ 0,75 \text{ mm. en pasos de } 5 \text{ a } 12 \text{ mm.} \\ 1,5 \text{ mm. en pasos de } 14 \text{ a } 26 \text{ mm.} \end{cases}$



## ROSCA REDONDA

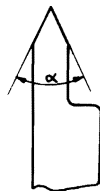
Para material de ferrocarril, contra incendios y riegos.

## FORMULAS

$d = 0,5 \times P. T = 0,933 \times P.$

$R = 0,25597 \times P. R_1 = 0,22105 \times P.$

$r = 0,23851 \times P.$

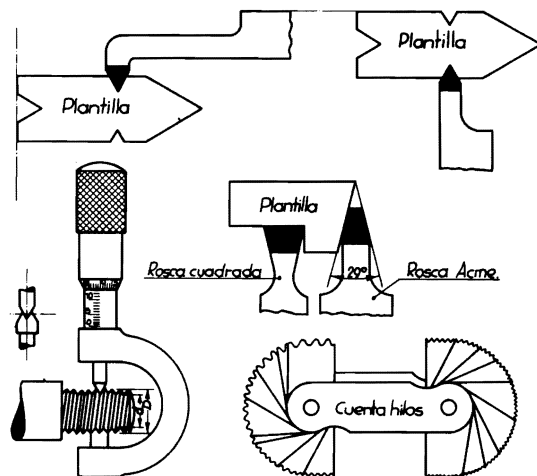


## CUCHILLAS PARA ROSCA TRIANGULAR

### GRADOS DE LA ROSCA

SISTEMA DE ROSCA	GRADOS $\alpha$
WHITWORTH y ADM F.	55°
SELLERS (U. S. S.) y S. A. E. STANDARD	60°
B. A. BRITISH ASSOCIATION	47° 30'
SISTEMA INTERNACIONAL (S. I.)	60°
C. E. I. CICLE ENGINEERS INSTITUTE	60°
(V. E. E.) SHARP	60°
BRIGGS (CAÑO)	60°
LOEWENHERZ	53° 8'
VEANSE FORMULAS GENERALES	

## Colocación de cuchillas para roscar y medición de roscas



### Sistema Whitworth

#### FORMULAS

$$d = D - \frac{32.512}{\text{núm. de hilos}} = d \text{ mm.}$$

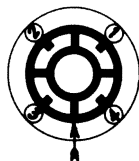
$$d = D - \frac{1.280654}{\text{núm. de hilos}} = d \text{ pulgs.}$$

### Sistema Internacional

#### FORMULA

$$d = D - 1.40725 \times \text{Paso}$$

Verificador (o Dial) para hacer coincidir los hilos cuando se rosca en el torno.



Con el dispositivo indicado no se necesita contramarcha para roscar y puede con toda seguridad trabajarse, además del consiguiente ahorro de tiempo.

#### INSTRUCCIONES PARA EL USO

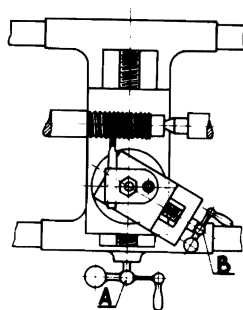
Para hilos pares embragar la tuerca del husillo principal del torno en cualquiera división.

Para hilos impares puede embragarse la tuerca en cualquier división numerada.

Para roscas que su número de hilos en pulgada señale medio hilo (por ejemplo,  $5 \frac{1}{2}$  hilos por pulgada) debe embragarse la tuerca en cualquier número par de las divisiones.

## METODO PARA ROSCAR CON CUCHILLA EN EL TORNO

Cuando se rosca, y muy especialmente en serie, operar del modo siguiente:



1.º Procedase a inclinar el carro porta-herramientas «B», cuya inclinación será igual a la mitad de los grados del hilo de rosca que se trata de construir, más 2 grados complementarios para el afinado (durante la descendente del carro inclinado «B») del flanco opuesto al flanco de corte, a medida que corta y profundiza uno, afina el otro.

2.º Colocar la cuchilla en el porta-herramientas, utilizando para ello la plantilla; esto facilita un roscado perfecto y corrige, dando ya su perfil normal afinado, el defecto que pudiera tener el hilo de la rosca al aumentar los 2 grados complementarios.

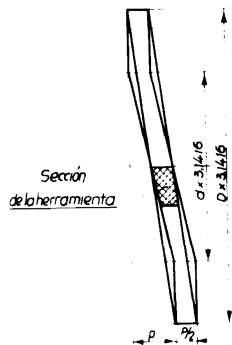
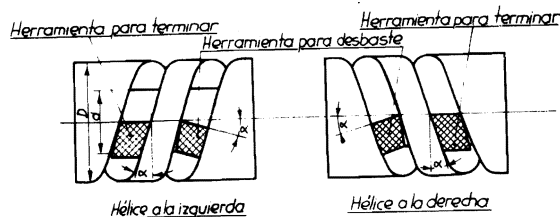
3.º Al roscar debe retirarse la herramienta por medio del carro transversal «A», que será fijado siempre en igual posición al volver a avanzar, pues como se dijo, solo servirá para retirar rápido la cuchilla, siendo el carro «B» el que se utilizará para poner corte. Las figuras dadas indican estas operaciones.

Núm. de hilos en pulgada	Núm. de cortes o pasadas
8	18
10	14
11	13
12	11
13	10
16	9
20	8

Utilizando los métodos anteriores, puede roscarse con peine los metales siguientes: Latón, cobre y aluminio. La tabla sirve de guía para el número de pasadas o cortes que deben darse.

# 

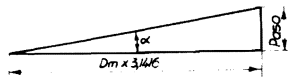
## 



P. Paso.  
D. Diámetro exterior.  
d. Diámetro al fondo del hilo  
Dm. Diámetro medio

$$\text{Tangente } \alpha = \frac{P}{Dm \times 3,1416}$$

Los flancos de la herramienta deben tener el suficiente despojo para evitar el rozamiento. Ejemplo para construcción de rosca de un solo hilo.



Si el roscado tiene varios hilos o entradas la fórmula es

$$\text{Tangente } \alpha = \frac{P \times \text{Num. de hilos}}{Dm \times 3,1416}$$

Fórmula para determinar el diámetro medio.

$$Dm = \frac{D + d}{2}$$

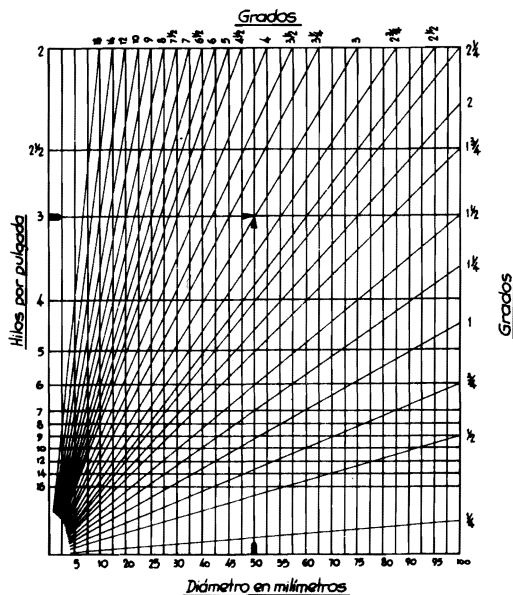
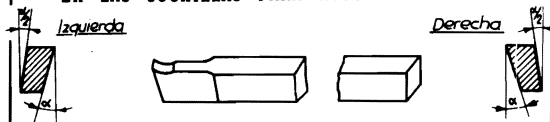
# 



Para rosca cuadrada, debe darse a la herramienta el ancho normal teórico para tornillos y piezas roscadas exteriormente, y para la tuerca, debe ser algo mayor, para permitir la entrada de la tuerca en el tornillo. Para machos de roscar, el ancho de la cuchilla debe ser menor, para que al pasar el macho, quede el huelgo necesario en la tuerca.

Ancho de la cuchilla				Ancho de la cuchilla			
Hilos en pulgada	Machos de roscar A mm.	Tornillos A mm.	Tuercas A mm.	Hilos en pulgada	Machos de roscar A mm.	Tornillos A mm.	Tuercas A mm.
1	12,601	12,7	12,788	8	1,562	1,587	1,612
1 1/3	9,436	9,525	9,613	9	1,386	1,412	1,437
1 1/2	8,389	8,465	8,542	10	1,244	1,270	1,295
1 3/4	7,180	7,256	7,332	11	1,129	1,155	1,181
2	6,286	6,35	6,413	12	1,033	1,059	1,084
2 1/2	5,016	5,08	5,143	13	0,952	0,977	1,033
3	4,170	4,234	4,297	14	0,894	0,906	0,919
3 1/2	3,378	3,629	3,680	15	0,833	0,835	0,858
4	3,136	3,175	3,213	16	0,779	0,792	0,805
4 1/2	2,783	2,821	2,859	18	0,693	0,706	0,718
5	2,501	2,54	2,578	20	0,622	0,635	0,647
5 1/2	2,270	2,308	2,345	22	0,503	0,576	0,589
6	2,077	2,115	2,153	24	0,515	0,520	0,541
7	1,785	1,813	1,851				

# DIAGRAMA PARA DETERMINAR LOS ANGULOS EN LAS CUCHILLAS PARA ROSCAS CUADRADAS



## Tablas para roscar en el torno con husillo inglés de 2-3 y 4 hilos en pulgada y métrico de 8-10-12 mm.

A. B. C. D. Letras con las cuales se indican las ruedas para su montaje; se pueden cambiar sin que altere el paso, montando la A en C, y la B en D.  
Cálculo de ruedas para roscar pasos ingleses.  
Roscado con dos ruedas.

### EJEMPLO

Construir una rosca de 10 hilos por pulgada en un torno con husillo patrón de 4 hilos por pulgada.

Hilos husillo patrón  $4 \times 5 = 20$  rueda A conductora.  
Hilos rosca a realizar  $10 \times 5 = 50$  rueda B conducida,  
o bien  $4 \times 10 = 40$  A  
 $10 \times 10 = 100$  B.

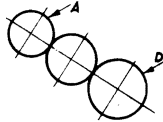
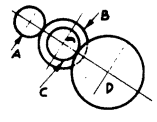
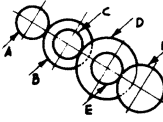
Para roscar 16 hilos por pulgada en un torno con husillo patrón de 2 hilos por pulgada, se opera del modo siguiente:

Hilos husillo patrón  $2 \times 10 = 20$  A conductora.  
Hilos rosca a realizar  $16 \times 10 = 160$  B conducida o receptora.  
Si no tenemos la rueda 160 se procede al tren compuesto de 4 ruedas.

Rueda A	Rueda B
20	160
$2 \times 10$	$10 \times 16$
10 5	10 5
Tendremos 20 50	100 80

Las ruedas de 20 y 50 son conductoras.  
Las ruedas 100 y 80 son conducidas o receptoras.

### FORMULAS PARA PROBAR EL PASO CALCULADO

Tren con dos ruedas	Tren con cuatro ruedas	Tren con seis ruedas
 $Ph = \frac{D \times PH}{A}$ $P = \frac{A \times PT}{D}$	 $Ph = \frac{B \times D \times PH}{A \times C}$ $P = \frac{A \times C \times PT}{B \times D}$	 $Ph = \frac{B \times D \times F \times PH}{A \times C \times E}$ $P = \frac{A \times C \times E \times PT}{B \times D \times F}$

P = Paso a realizar en mm. PT = Paso del husillo del torno en mm.

Ph = Paso a realizar en hilos por pulgada.

PH = Paso del husillo del torno en hilos por pulgada.



# PASOS METRICOS

## Roscado con 2 ruedas

### EJEMPLOS

Calcular las ruedas necesarias para roscar un paso de 2 mm. en un torno con husillo de 5 mm. de paso.

$$\frac{\text{Paso a roscar}}{\text{Paso del husillo del torno}} = \frac{2}{5} = \frac{2 \times 10}{5 \times 10} = \frac{20 A}{50 B}$$

$$\frac{2}{5} = \frac{2 \times 20}{5 \times 20} = \frac{40 A}{100 B}$$

$$\frac{2}{5} = \frac{2 \times 15}{5 \times 15} = \frac{30 A}{75 B}$$

Cualquiera de estas combinaciones.

## Roscado con 4 ruedas

Calcular las ruedas necesarias para roscar un paso de 3 mm. en un torno con husillo de 8 mm. de paso.

$$3 = 1 \times 3 \quad 8 = 2 \times 4 \quad \times \frac{3}{4} = \frac{20 A}{40 B} \times \frac{45 C}{60 D}$$

## Roscado de pasos métricos en torno con husillo de paso en pulgadas

Calcular las ruedas necesarias para roscar un paso de 8 mm. en un torno con husillo de 2 hilos por pulgada.

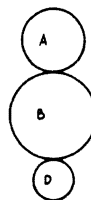
$$\frac{\text{Paso a roscar}}{\text{Paso del husillo del torno}} = \frac{8}{1} \times \frac{25,4}{2} = \frac{8}{1} \times \frac{2}{25,4} = \frac{40 A}{30 B} \times \frac{60 C}{127 D}$$

## Roscado de pasos en pulgadas en torno con husillo métrico

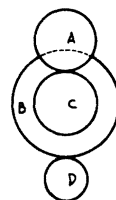
Calcular las ruedas necesarias para roscar un paso de 8 hilos en pulgada en un torno con husillo de 10 mm. de paso.

$$\frac{\text{Paso a roscar}}{\text{Paso del husillo del torno}} = \frac{25,4}{8} \quad 10 = \frac{25,4}{8} \times \frac{1}{10} = \frac{20 A}{80 B} \times \frac{127 C}{100 D}$$

# ROSCAS DE PASO INGLES



N = Hilos en pulgada.  
Z = Hilos del husillo en pulgada.  
A = Rueda del cabezal.  
B = Intermedia conducida.  
C = Intermedia conductora.  
D = Rueda del husillo.



## Tabla para torno con husillo de 2 hilos por pulgada

N = Hilos en pulgada	A	B	C	D	N = Hilos en pulgada	A	B	C	D
1/2	40	20	50	25	16	20	80	50	100
1	20	40	100	25	17	20	85	50	100
1 1/2	20	25	50	30	18	20	90	50	100
2	20	40	50	25	19	20	95	50	100
2 1/2	30	40	80	75	20	20	80	40	100
3	20	50	100	60	21	20	100	50	105
3 1/2	20	70	100	50	22	20	100	50	110
4	20	50	75	100	23	20	100	50	115
4 1/2	20	30	60	90	24	20	60	25	100
5	20	30	50	100	25	20	75	30	100
5 1/2	20	25	50	100	26	20	65	25	100
6	25	Cual.		75	27	20	75	25	90
6 1/2	20	»		65	28	20	70	25	100
7	20	»		70	29	20	87	30	100
7 1/2	20	»		75	30	20	75	25	100
8	25	»		100	31	20	93	30	100
8 1/2	20	»		85	32	20	80	25	100
9	20	»		90	33	20	110	40	120
9 1/2	20	»		95	34	20	85	25	100
10	20	»		100	35	20	100	30	105
11	20	»		110	36	20	90	25	100
12	20	»		120	37	20	74	20	100
13	20	65	50	100	38	20	95	30	120
14	20	70	50	100	39	20	120	20	65
15	20	75	50	100	40	20	100	30	120

# PASOS METRICOS

## Torno de 2 hilos por pulgada

P = Paso en mm.	A	B	C	D	P = Paso en mm.	A	B	C	D
0,3	15	100	20	127	3	30	Cual. <sup>a</sup>		127
0,4	20	100	20	127	3,2	40	50	40	127
0,5	20	100	25	127	3,5	35	Cual. <sup>a</sup>		127
0,6	20	100	30	127	3,6	40	50	45	127
0,7	20	100	35	127	4	40	Cual. <sup>a</sup>		127
0,75	25	100	30	127	4,4	55	50	40	127
0,8	20	100	40	127	4,5	45	Cual. <sup>a</sup>		127
0,9	20	100	45	127	4,8	60	50	40	127
1	25	100	40	127	5	50	Cual. <sup>a</sup>		127
1,1	20	100	55	127	5,2	40	50	65	127
1,2	30	100	40	127	5,5	55	Cual. <sup>a</sup>		127
1,25	25	100	50	127	5,6	35	50	80	127
1,3	20	100	65	127	6	60	Cual. <sup>a</sup>		127
1,4	35	100	40	127	6,4	40	50	80	127
1,5	30	100	50	127	6,5	65	Cual. <sup>a</sup>		127
1,6	20	50	40	127	7	80	40	35	127
1,75	35	100	50	127	8	60	50	100	127
1,8	20	50	45	127	9	40	30	60	127
2	20	Cual. <sup>a</sup>		127	10	45	40	50	127
2,2	20	50	55	127	11	80	40	55	127
2,25	25	50	45	127	12	80	40	60	127
2,4	30	50	40	127	14	80	40	70	127
2,5	25	Cual. <sup>a</sup>		127	16	60	30	80	127
2,6	20	50	65	127	18	60	30	90	127
2,8	35	50	40	127	20	60	30	100	127

# ROSCAS DE PASO INGLES



- N = Hilos en pulgada.  
 Z = Hilos del husillo en pulgada.  
 A = Rueda del cabezal.  
 B = Rueda intermedia conducida.  
 C = Rueda intermedia conductora.  
 D = Rueda del husillo.



## Tabla para torno con husillo de 3 hilos en pulgada

N = Hilos en pulgada	A	B	C	D	N = Hilos en pulgada	A	B	C	D
1	60	40	50	25	12	20	40	30	60
1 1/4	60	50	70	35	12 1/2	20	50	45	75
1 1/2	60	45	75	50	13	30	65	25	50
1 3/4	90	75	50	35	13 1/2	30	60	40	90
2	60	20	40	80	14	25	70	60	100
2 1/4	80	90	60	40	15	20	50	50	60
2 1/2	50	25	45	75	16	20	40	30	80
2 3/4	90	75	50	55	16 1/2	50	90	30	110
3	60	30	50	100	17	25	50	30	85
3 1/4	100	50	30	70	17 1/2	20	50	30	70
4	60	40	45	90	18	25	75	45	90
4 1/4	60	45	42	84	19	30	100	50	95
5	90	60	20	50	20	25	75	45	100
5 1/4	20	60	90	55	21	20	60	45	105
6	45	75	50	60	22	20	40	30	110
6 1/4	20	60	90	65	22 1/2	20	90	30	50
7	25	35	60	100	23	30	50	25	115
7 1/4	30	75	90	90	24	25	60	30	100
8	30	40	60	120	25	20	50	30	100
8 1/4	40	85	60	80	26	20	65	50	80
9	30	45	20	40	27	20	60	40	120
9 1/4	40	95	45	60	28	25	70	30	100
10	20	40	30	50	29	20	145	45	60
10 1/4	20	35	60	120	30	20	60	30	100
11	30	55	45	90	40	20	100	30	80
11 1/4	20	30	45	115	50	30	100	25	125

# PASOS METRICOS

## Torno de 3 hilos por pulgada

P = Paso en mm.	A	B	C	D	P = Paso en mm.	A	B	C	D
1	20	100	65	110	15	65	20	60	110
1,5	30	100	65	110	16	65	50	80	55
2	50	75	65	110	17	65	50	85	55
2,5	30	60	65	110	18	90	25	65	110
3	45			127	19	65	50	95	55
3,5	42	24	30	127	20	60	30	65	55
4	40	24	36	127	21	90	24	84	127
4,5	60	40	45	127	22	65	25	30	60
5	45	18	30	127	23	90	18	69	127
5,5	90	96	88	127	24	65	25	60	55
6	60	50	65	110	25	75	30	65	55
6,5	60	24	39	127	28	70	25	65	55
7	60	24	42	127	30	65	20	60	55
7,5	60	40	65	110	32	80	25	65	55
8	90	45	60	127	33	65	80	60	50
8,5	85	40	60	127	34	85	25	65	55
9	90	30	45	127	35	70	20	65	55
9,5	95	30	45	127	36	90	25	65	55
10	60	30	65	110	38	95	25	65	55
10,5	90	24	42	127	40	120	30	65	55
11	60	30	65	100	44	120	25	65	60
11,5	90	36	69	127	45	90	20	65	55
12	90	30	60	127	48	120	25	65	55
12,5	100	48	90	127	50	100	80	65	55
13	90	18	69	127	55	120	80	65	60
14	65	50	70	55	60	120	20	65	55

# ROSCAS DE PASO INGLES



- N = Hilos en pulgada.  
 Z = Hilos del husillo en pulgada.  
 A = Rueda del cabezal.  
 B = Rueda intermedia conducida.  
 C = Rueda intermedia conductora.  
 D = Rueda del husillo.



Tabla para torno con husillo de 4 hilos en pulgada

N = Hilos en pulgada	A	B	C	D	N = Hilos en pulgada	A	B	C	D
1/2	40	20	100	25	16	20	Cual. <sup>a</sup>		80
1	40	20	60	30	17	20	»		90
1 1/2	30	45	100	25	18	20	»		85
2	40	30	75	50	19	20	»		95
2 1/2	30	45	60	25	20	20	»		100
3	30	45	80	40	21	20	»		105
3 1/2	20	70	100	25	22	20	»		110
4	30	45	60	40	23	20	»		105
4 1/2	20	90	100	25	24	20	»		120
5	30	45	60	50	25	20	50	40	100
5 1/2	20	55	50	25	26	25	65	40	100
6	20	60	100	50	27	20	60	40	90
6 1/2	20	65	50	25	28	30	70	40	120
7	30	45	60	70	29	20	87	40	100
7 1/2	30	45	60	75	30	20	60	40	100
8	30	40	60	90	31	20	62	40	100
8 1/2	30	45	60	85	32	25	80	40	100
9	30	45	60	90	33	20	60	40	110
9 1/2	30	45	60	95	34	25	85	40	100
10	30	45	60	100	35	20	70	40	100
11	20	45	60	110	36	25	90	40	100
12	30	45	60	120	37	20	74	40	100
13	40	65	45	90	38	25	95	40	100
14	20	Cual. <sup>a</sup>		70	39	20	65	40	120
15	20	»		75	40	20	60	30	100

# PASOS METRICOS

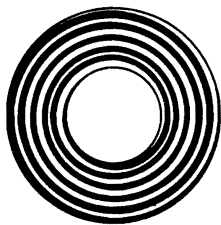
## Torno de 4 hilos por pulgada

P = Paso en mm.	A	B	C	D	P = Paso en mm.	A	B	C	D
0,25	20	100	25	127	2,6	40	50	65	127
0,3	20	100	30	127	2,8	35	25	40	127
0,35	20	100	35	127	3	60	Cual. <sup>a</sup>		127
0,4	20	100	40	127	3,2	40	50	80	127
0,45	20	100	45	127	3,5	35	50	100	127
0,5	20	50	25	127	3,6	45	25	40	127
0,6	20	50	30	127	4	50	25	40	127
0,7	20	50	35	127	4,4	55	25	40	127
0,75	25	50	30	127	4,5	50	25	45	127
0,8	20	50	40	127	4,8	60	25	40	127
0,9	20	50	45	127	5	50	20	40	127
1	20	Cual. <sup>a</sup>		127	5,2	40	25	65	127
1,1	20	50	55	127	5,5	55	20	40	127
1,2	30	50	40	127	6	60	20	40	127
1,25	25	Cual. <sup>a</sup>		127	6,5	65	20	40	127
1,3	20	50	60	127	7	50	25	70	127
1,4	35	50	40	127	8	60	30	80	127
1,5	30	Cual. <sup>a</sup>		127	9	45	127	100	25
1,6	30	50	40	127	10	50	20	80	127
1,75	35	Cual. <sup>a</sup>		127	11	55	20	80	127
1,8	40	50	45	127	12	60	20	80	127
2	40	Cual. <sup>a</sup>		127	14	70	20	80	127
2,2	40	50	55	127	16	80	25	100	127
2,4	30	25	40	127	18	90	25	100	127
2,5	30	Cual. <sup>a</sup>		127	20	80	20	100	127

# DE 10 mm. DE PASO

B = Rueda intermedia conducida.  
C = Rueda intermedia conductora.  
D = Rueda del husillo.

P = Paso en mm.	A	B	C	D	P = Paso en mm.	A	B	C	D
1	40	100	20	80	34	40	20	85	50
1,5	30	40	20	100	35	35	20	80	40
2	20	50	30	60	36	45	25	80	40
2,5	40	80	25	50	37	75	35	95	55
3	40	80	30	50	38	40	20	95	50
3,5	35	50	40	80	39	60	20	65	50
4	20	30	60	100	40	30	15	80	40
4,5	20	25	45	80	41	50	15	80	65
5	20	25	50	80	42	60	25	35	20
5,5	20	40	55	50	43	85	25	95	75
6	30	20	40	100	44	40	20	110	50
6,5	20	40	65	50	45	90	40	40	20
7	35	20	40	100	46	65	30	85	40
7,5	20	40	75	50	47	80	20	100	85
8	40	25	50	100	48	30	20	80	25
8,5	20	40	85	50	49	35	20	100	25
9	40	20	45	100	50	50	30	50	20
9,5	20	25	95	80	55	90	20	44	36
10	40	20	60	120	60	80	40	60	20
10,5	35	25	60	80	65	52	30	90	24
11	40	20	55	100	70	100	50	70	20
11,5	55	45	80	85	75	60	40	80	16
12	40	20	60	100	80	80	30	60	20
12,5	50	20	40	80	85	100	18	26	17
13	30	25	65	60	90	90	20	60	30
13,5	45	25	75	100	95	110	30	70	27
14	50	25	70	100	100	100	20	60	30
14,5	60	35	55	65	105	50	28	100	17
15	50	20	60	100	110	100	25	55	20
15,5	55	60	110	65	115	90	17	50	23
16	40	20	80	100	120	90	20	40	15
16,5	55	25	75	100	125	50	20	80	16
17	40	20	85	100	130	65	20	100	25
17,5	35	40	100	50	135	60	25	40	16
18	40	25	90	80	140	100	25	70	20
18,5	75	35	95	110	145	60	25	100	18
19	50	25	95	100	150	50	15	90	20
19,5	60	20	65	100	155	100	20	90	29
20	50	20	80	100	160	80	20	100	25
20,5	91	35	95	120	165	90	15	55	20
21	60	20	70	100	170	100	25	85	20
21,5	40	42	100	85	175	70	16	100	25
22	55	20	80	100	180	100	25	90	20
22,5	45	40	100	50	185	50	15	100	18
23	65	30	85	80	190	100	16	70	23
23,5	40	20	100	85	195	100	19	100	27
24	60	20	40	50	200	60	15	100	20
24,5	35	25	35	20	205	80	15	100	26
25	25	20	60	50	210	90	15	70	20
26	65	20	40	50	215	100	16	110	32
27	45	20	60	50	220	90	14	100	17
28	40	20	70	50	225	90	16	100	25
29	55	35	120	65	230	70	16	100	19
30	50	25	60	40	235	90	23	90	15
31	55	30	110	65	240	100	25	90	15
32	40	20	80	50	245	90	23	100	16
33	80	40	33	20	250	100	18	90	20



## Métodos para el corte de roscas planas, o en espiral, para realizar en el torno

Esta clase de trabajo especial, como son las coronas en espiral plano para los platos de garras universales, que se utilizan en los tornos, se recurrirá al carro transversal del torno combinando el movimiento automático con el tornillo patrón del torno.

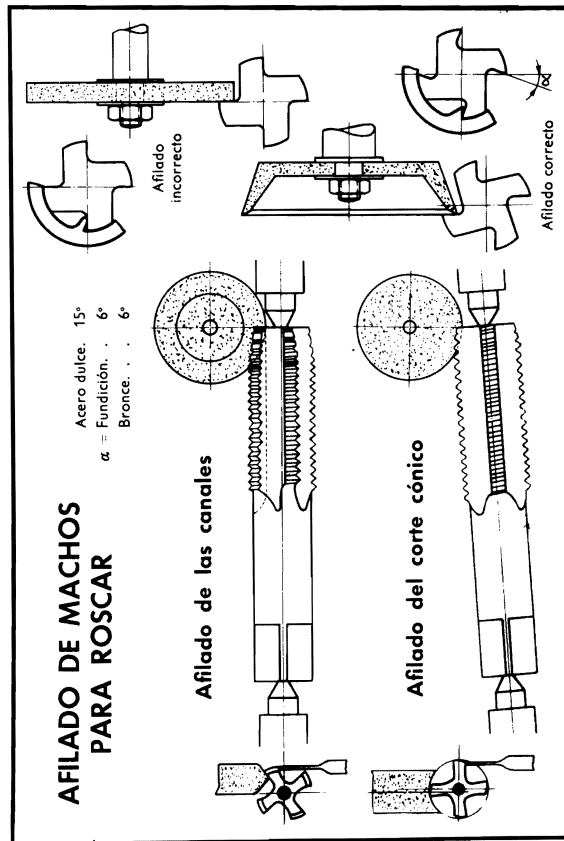
En primer lugar se debe tener presente que la relación existente o paso que representa el tornillo patrón del torno está excluido completamente, no sirviendo en este caso más que el eje cabezal que transmite el movimiento, donde la relación en sentido transversal es tratado con diferentes datos por no ser igual a la del longitudinal.

Opérese así: para probar el paso del carro transversal en razón de un giro del eje cabezal del torno, se montarán dos ruedas con igual número de dientes, una en el eje cabezal, y la otra sobre el tornillo patrón; se embraga el carro transversal y se marcará un punto cuando el carro comienza a moverse, desde este momento se comenzarán a contar un cierto número de vueltas del eje cabezal, que también será marcado con otro punto al mismo tiempo que el carro; una vez conocidas el número de vueltas que se hizo girar al eje cabezal, se medirá el avance que efectuó el carro, y se dividirá por el número de vueltas con lo cual queda establecida una relación, bien en pulgadas o milímetros, según tenga la rosca el husillo del carro transversal.

Si se trata de cortar dos roscas destinadas al acoplamiento entre si, como sucede con los elementos de un plato Universal, una será roscada del exterior al interior, y la otra del interior al exterior, así quedarán establecidas la rosca a derecha e izquierda.

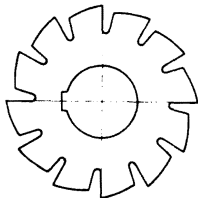
**NO DESEMBRAGAR DURANTE EL PROCESO DE TRABAJO,** hacer girar el torno a la derecha y a izquierda.

Si un disco una vez de roscado se destina a garras de un plato Universal, se dividirá en 6 u 8 partes (según sea el plato) y se numerarán progresivamente del 1 al 6 ó del 1 al 8 para que las piezas al cortarlas formen un juego los números impares y otro los pares.



# CALCULO DE RUEDAS ENGRANAJES

para «Torno destalonador» empleado en la construcción de machos para roscar y fresas de perfil constante



## INSTRUCCIONES

Conociendo el número de vueltas «N» del árbol diferencial, y el número de dientes «n» de la fresa a destalonar, el cálculo es lo mismo que para las ruedas que ordinariamente se emplean para roscar.

La rueda que representa el número de dientes de la fresa a destalonar será siempre montada sobre el árbol diferencial como rueda de mando, y la rueda receptora sobre el árbol portador de los camones (o excéntricas).

## EJEMPLO

Siendo A y C ruedas de mando B y D receptoras

$n$  = Núm. de dientes destalonados

$N$  = Transporte del diferencial

$$\frac{n}{N} = \frac{A \times C}{B \times D} \quad \text{Si, por ejemplo, } n = 14 \text{ y } N = 8.$$

## FORMULA

$$\frac{14}{8} = \frac{3,5 \times 4}{2 \times 4} = \frac{35 \times 50}{25 \times 40}$$

# Torneado cónico. Teoría fundamental de los conos

	<b>DESIGNACION</b>  G = Diámetro mayor. P = Diámetro menor. L = Longitud del cono. 1 : Z = Conicidad. 1 : X = Inclinación. $\alpha$ = Angulo para el torneado. $\alpha \times 2$ = Angulo total del cono.
	<b>CONICIDAD</b>  Conicidad sobre toda la longitud. $= G - P$ Conicidad 1 : Z = $\frac{L}{G - P}$ Conicidad por milímetro de longitud. $= \frac{G - P}{L}$ Conicidad por % = $\frac{G - P}{L} \times 100$ .
	<b>INCLINACION</b>  1 : X = $\frac{G - P}{2L}$ : L (indica que en una longitud de X mm el radio del cono varía 1 mm). Inclinación para el carro del torno. Tangente $\alpha = \frac{G - P}{2L}$ Tangente $\alpha = \frac{\text{Inclinación } \%}{100}$ Tangente $\alpha = \frac{\text{Conicidad por } \%}{200}$ * En el supuesto de que se indique así la característica del cono.

**EJEMPLO:** Calcular la inclinación en grados que debe darse al carro del torno para torneado un cono cuyas características son las siguientes:

G = 100 mm P = 76 mm L = 150 mm

$$\text{Tg} \alpha = \frac{100 - 76}{300} = 0,08, \text{ la tabla de tangentes indica un ángulo de } 4^{\circ} 35'.$$

Si la característica del cono fuere conicidad por %, tendremos que:

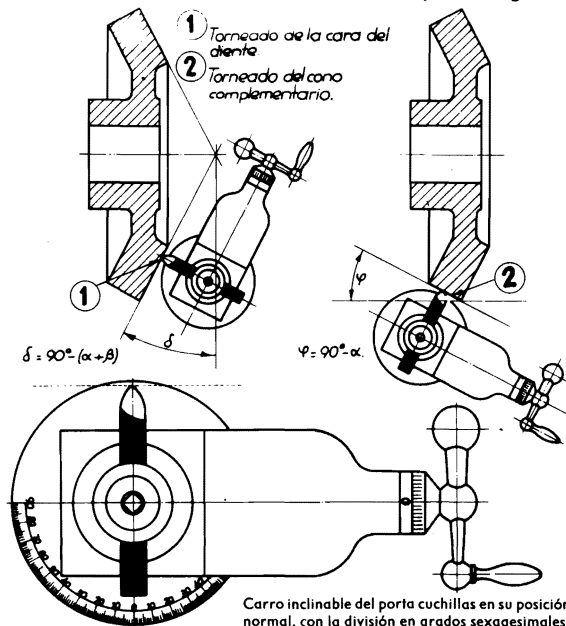
$$\text{Conicidad } 16 \% \text{ Tg} \alpha = \frac{16}{200} = 0,08 = 4^{\circ} 35'.$$

$$\text{Inclinación } 8 \% \text{ Tg} \alpha = \frac{8}{100} = 0,08 = 4^{\circ} 35'.$$

# Torneado cónico. Ejemplos diversos

Rueda con dentado cónico

Trabajo para ser realizado utilizando un plato de garras

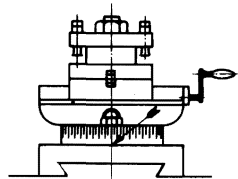


N = Número de dientes de la Rueda

n = Número de dientes del Piñón

RUEDA	PIÑÓN
$Tg \alpha = \frac{N}{n}$	$Tg \alpha = \frac{n}{N}$
$Tg \beta = \frac{2 \times \text{sen } \alpha}{N}$	$Tg \beta = \frac{2 \times \text{sen } \alpha}{n}$

## TORNEADO DE CONOS



Fórmulas para encontrar por la tangente la inclinación que debe darse al carro del torno.

1.º Tornear un cono 2 % de conicidad:

$$\frac{2}{100} = 0,020 \text{ Tangente } 1^\circ 10'$$

Como la inclinación es igual a la mitad de la conicidad, tendremos que:

$$1^\circ 10' = \frac{70 \text{ minutos}}{2} = 35' \text{ que será la inclinación que debe darse al carro.}$$

2.º Tornear un cono de 4 % de inclinación:

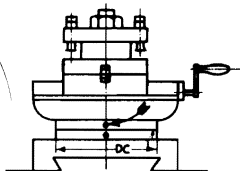
$$\frac{4}{100} = 0,04 \text{ Tangente } 2^\circ 17' \text{ inclinación que se dará al carro del torno.}$$

Se obtiene la tangente del ángulo de inclinación, dividiendo la diferencia de diámetros del cono por dos veces la longitud.

Conocidas todas las dimensiones de un cono, calcular la inclinación que debe darse al carro del torno:

$$G = 160. \quad P = 150. \quad L = 200. \quad \frac{G - P}{L \times 2} = 0,025 = 1^\circ 26' \text{ de inclinación.}$$

# TORNEADO DE CONOS



Cálculo de cantidad en milímetros que debe ponerse en el círculo transportador del carro de los tornos antiguos que no tienen graduado el mismo.

Para marcar la cantidad que debe girar el círculo, usar una regla flexible de acero, marcada si es posible en  $\frac{1}{2}$  milímetros.

$M$  = Milímetros a girar.

$D_c$  = Diámetro del círculo transportador del carro.

## FORMULAS

1.ª Conociendo la longitud y diámetros del cono:

$$M = \frac{D_c \times (G - P)}{4 \times L}$$

2.ª Cono dado por su inclinación:

$$M = \frac{\text{Inclinación} \times D_c}{200}$$

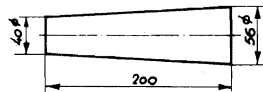
3.ª Cono dada su conicidad:

$$M = \frac{\text{Conicidad} \times D_c}{400}$$

## SENCILLO METODO PARA CALCULAR LOS GRADOS DE UN CONO SIN HACER USO DE LAS TABLAS TRIGONOMETRICAS

Para calcular la inclinación que debe ponerse al carro del torno, conociendo la longitud y diámetros del cono a realizar, es suficiente multiplicar la mitad de la diferencia de los diámetros del cono por 57,3 y dividir el producto por la longitud del cono.

Ejemplo:



¿A qué grados se inclinará el carro?

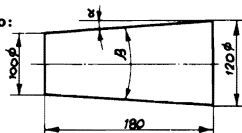
$56 - 40 = 16$   $16 : 2 = 8$   $8 \times 57,3 = 458,4$   $458,4 : 200 = 2,29$  (2 grados con 29 centésimas de grado).

Si 100 centésimas de grado valen 60 minutos, tendremos que:

$$\frac{29 \times 60}{100} = 17' \text{ minutos.}$$

Por tanto, se inclinará el carro  $2^\circ 17'$  equivalente a  $2^\circ 29$  centésimas de grado. ( $57,3 = \text{Cosecante de } 1^\circ$ .)

Otro método:



¿Cuál es el valor del ángulo total del cono y a qué grados se inclinará el carro?

La diferencia de diámetros del cono nos da  $120 - 100 = 20$  mm., que representa un triángulo teniendo 20 mm. de base y 180 mm. de altura, comprendido este triángulo en una circunferencia  $360^\circ$  y haciendo una proporción, el ángulo de esta porción de circunferencia siendo de 20 mm. nos dará:

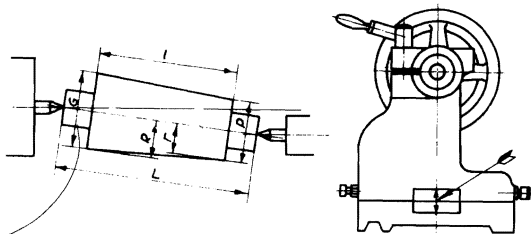
$$\text{Radio} \times 2 = \text{Diámetro} \text{ ó } 360 \times 2 = 360 \text{ mm.}$$

$$\text{Diámetro} \times \pi = \text{Longitud de la circunferencia} \text{ ó } 360 \times 3,1416 = 1130,97 \text{ mm.}$$

$$\text{En 1 mm. se tendrá: } \frac{360}{1130,97} \text{ y en 20 mm. de cola: } \frac{20 \times 360}{1130,97} = 6^\circ 36 \text{ centésimas}$$

$$6^\circ 36 \text{ centésimas} = 6^\circ 21' \quad \beta = 6^\circ 21' \quad \alpha = 3^\circ 10' \quad 3^\circ 10' \text{ inclinación del carro.}$$





## Torneado de conos por desplazamiento del contrapunto del torno

G = Diámetro mayor del cono.  
 P = Diámetro menor del cono.  
 R = Radio mayor del cono.  
 r = Radio menor del cono.  
 L = Longitud total de la pieza.  
 l = Longitud del cono.

### FORMULAS

$$1. \frac{(R - r) \times L}{l} = \text{Desplazamiento.}$$

$$2. \frac{(G - P) \times L}{l \times 2} = \text{Desplazamiento.}$$

**1.º EJEMPLO:** Calcular el desplazamiento, si el cono a torner tiene las dimensiones siguientes:

$$R = 50 \text{ mm. } l = 200 \text{ mm. } \frac{(R - r) \times L}{l} \quad \frac{(50 - 40) \times 300}{200} = 15 \text{ mm.}$$

$$r = 40 \text{ mm. } L = 300 \text{ mm.}$$

**2.º EJEMPLO:**

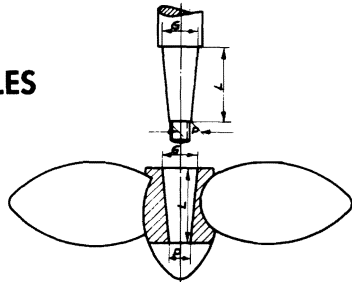
$$G = 100 \text{ mm. } l = 200 \text{ mm.} \quad \frac{(100 - 80) \times 300}{200 \times 2} = 15 \text{ mm.}$$

$$P = 80 \text{ mm. } L = 300 \text{ mm.}$$

### NOTAS IMPORTANTES:

Refrentar y poner la pieza a su longitud antes de mover el contrapunto.  
 La cuchilla deberá estar exactamente a igual altura que los puntos del torno.

## CONOS SISTEMA INGLES

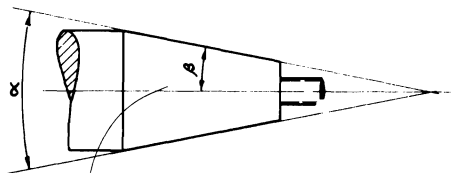


PARA CALCULAR	CONOCIENDO	FORMULAS	
Cono por pulgada B	Cono por pie.	Dividir por 12.	$\frac{A}{12} = B$
Cono por pie A	Cono por pulgada.	Multiplicar por 12:	$B \times 12 = A$
Cono por pie A	Diámetros G, P y longitud L en pulgadas.	Restar los dos diámetros, multiplicar por 12 y dividir por la longitud del cono.	$\frac{(G - P) \times 12}{L} = A$
Diámetro menor en pulgadas P	Diámetro mayor, longitud del cono en pulgadas y conicidad por pie.	Multiplicar el cono por pie por la longitud del cono, y dividir por 12, restar el resultado con el diámetro mayor.	$G - \frac{A \times L}{12} = P$
Diámetro mayor en pulgadas G	Diámetro menor, longitud del cono en pulgadas y cono por pie.	Multiplicar el cono por pie por la longitud del cono, y dividir por 12, sumando al resultado el diámetro menor.	$P + \frac{A \times L}{12} = G$
Cantidad de cono en pulgadas	Cono por pie y longitud en pulgadas.	Multiplicar la longitud del cono por el cono por pie, y dividir por 12.	$\frac{L \times A}{12} = C$
Longitud del cono en pulgadas L	Cono por pie y los dos diámetros en pulgadas.	Restar los dos diámetros y multiplicar por 12, y dividir por cono por pie.	$\frac{(G - P) \times 12}{A} = L$

G = Diámetro mayor.  
 P = Diámetro menor.  
 L = Longitud.

Cono por pie = A.  
 Cono por pulgada = B.  
 Cantidad de cono en pulgadas = C.

# CONO POR PIE INGLES Y ANGULOS CORRESPONDIENTES



Conociendo el cono en pulgadas por pie se calcula el valor del ángulo  $\alpha$  por la siguiente fórmula:

## EJEMPLO

La conicidad es equivalente a 2 pulgadas por pie.

Dividir el cono en pulgadas por pie entre 24, el cociente será la tangente que multiplicada por 2 nos dará el valor de  $\alpha$

$$2/24 = Tg \ 0.0833 = 4^\circ 45' 49''$$

$$4^\circ 45' 49'' \times 2 = 9^\circ 31' 37''$$

$$\beta = \alpha/2$$

CONO POR PIE	VALOR ANGULO TOTAL	INCLINACION DEL CARRO DEL TORNO	CONO POR PIE	VALOR ANGULO TOTAL	INCLINACION DEL CARRO DEL TORNO
1/64	0° 4' 28"	0° 2' 14"	15/32	2° 14' 17"	1° 7' 8"
1/32	0° 8' 58"	0° 4' 29"	1/2	2° 23' 12"	1° 11' 36"
1/16	0° 17' 53"	0° 8' 57"	17/32	2° 32' 10"	1° 16' 5"
3/32	0° 26' 52"	0° 13' 26"	9/16	2° 41' 7"	1° 20' 34"
1/8	0° 35' 47"	0° 17' 54"	19/32	2° 50' 4"	1° 25' 2"
5/32	0° 44' 45"	0° 22' 23"	5/8	2° 59' 3"	1° 29' 31"
3/16	0° 53' 44"	0° 26' 52"	21/32	3° 7' 57"	1° 33' 59"
7/32	1° 2' 39"	0° 31' 20"	11/16	3° 16' 56"	1° 38' 28"
1/4	1° 11' 38"	0° 35' 49"	23/32	3° 25' 51"	1° 42' 55"
9/32	1° 20' 33"	0° 40' 16"	3/4	3° 34' 48"	1° 47' 24"
5/16	1° 29' 31"	0° 44' 46"	25/32	3° 43' 44"	1° 51' 52"
11/32	1° 38' 30"	0° 49' 15"	13/16	3° 52' 42"	1° 56' 21"
3/8	1° 47' 25"	0° 53' 42"	27/32	4° 1' 38"	2° 0' 49"
13/32	1° 56' 24"	0° 58' 12"	7/8	4° 10' 32"	2° 5' 16"
7/16	2° 5' 18"	1° 2' 39"	29/32	4° 19' 31"	2° 9' 46"

# CONO POR PIE INGLES Y ANGULOS CORRESPONDIENTES

(CONTINUACION)

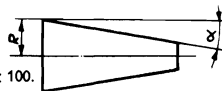
CONO POR PIE	VALOR ANGULO TOTAL	INCLINACION DEL CARRO DEL TORNO	CONO POR PIE	VALOR ANGULO TOTAL	INCLINACION DEL CARRO DEL TORNO
15/16	4° 28' 26"	2° 14' 13"	3/7/8	18° 20' 35"	9° 10' 18"
31/32	4° 37' 25"	2° 18' 42"	4	18° 55' 31"	9° 27' 45"
1	4° 46' 19"	2° 23' 10"	4.1/8	19° 30' 18"	9° 45' 9"
1. 1/16	5° 4' 12"	2° 32' 6"	4.1/4	20° 5' 1"	10° 2' 31"
1. 1/ 8	5° 22' 2"	2° 41' 1"	4.3/8	20° 39' 44"	10° 19' 52"
1. 3/16	5° 39' 55"	2° 49' 58"	4.1/2	21° 14' 20"	10° 37' 10"
1. 1/ 4	5° 57' 45"	2° 58' 53"	4.5/8	21° 48' 55"	10° 54' 28"
1. 5/16	6° 15' 38"	3° 7' 49"	4.3/4	22° 23' 27"	11° 11' 43"
1. 3/ 8	6° 33' 29"	3° 16' 44"	4.7/8	22° 57' 50"	11° 28' 55"
1. 7/16	6° 51' 21"	3° 25' 41"	5	23° 32' 12"	11° 46' 6"
1. 1/ 2	7° 9' 10"	3° 34' 35"	5.1/8	24° 6' 28"	12° 3' 14"
1. 9/16	7° 27' 0"	3° 43' 30"	5.1/4	24° 40' 43"	12° 20' 21"
1. 5/ 8	7° 44' 49"	3° 52' 24"	5.3/8	25° 14' 50"	12° 37' 25"
1.11/16	8° 2' 38"	4° 1' 19"	5.1/2	25° 48' 53"	12° 54' 27"
1. 3/ 4	8° 20' 28"	4° 10' 14"	5.5/8	26° 22' 52"	13° 11' 26"
1.13/16	8° 38' 17"	4° 19' 8"	5.3/4	26° 56' 48"	13° 28' 24"
1. 7/ 8	8° 56' 2"	4° 28' 1"	5.7/8	27° 30' 35"	13° 45' 18"
1.15/16	9° 13' 51"	4° 36' 55"	6	28° 4' 20"	14° 2' 10"
2	9° 31' 37"	4° 45' 49"	6.1/8	28° 37' 59"	14° 19' 0"
2. 1/ 8	10° 7' 11"	5° 3' 35"	6.1/4	29° 11' 36"	14° 35' 48"
2. 1/ 4	10° 42' 41"	5° 21' 21"	6.3/8	29° 45' 4"	14° 52' 32"
2. 3/ 8	11° 18' 12"	5° 39' 6"	6.1/2	30° 18' 28"	15° 9' 14"
2. 1/ 2	11° 53' 38"	5° 56' 49"	6.5/8	30° 51' 49"	15° 25' 55"
2. 5/ 8	12° 29' 2"	6° 14' 31"	6.3/4	31° 25' 2"	15° 42' 31"
2. 3/ 4	13° 4' 25"	6° 32' 13"	6.7/8	31° 58' 11"	15° 59' 5"
2. 7/ 8	13° 39' 44"	6° 49' 52"	7	32° 31' 14"	16° 15' 37"
3	14° 15' 0"	7° 7' 30"	7.1/8	33° 4' 10"	16° 32' 5"
3. 1/ 8	14° 50' 15"	7° 25' 8"	7.1/4	33° 37' 3"	16° 48' 32"
3. 1/ 4	15° 25' 27"	7° 42' 43"	7.3/8	34° 9' 49"	17° 4' 55"
3. 3/ 8	16° 0' 34"	8° 0' 17"	7.1/2	34° 42' 30"	17° 21' 15"
3. 1/ 2	16° 35' 41"	8° 17' 50"	7.5/8	35° 15' 3"	17° 37' 32"
3. 5/ 8	17° 10' 42"	8° 35' 21"	7.3/4	35° 47' 33"	17° 53' 46"
3. 3/ 4	17° 45' 40"	8° 52' 50"	8	36° 52' 11"	18° 26' 6"

# INCLINACIÓN EN GRADOS DE LOS CONOS S/tanto por %.

Angulo Tg = Valor % de la inclinación sobre el radio mayor R.

(La conicidad es el doble de la inclinación.)

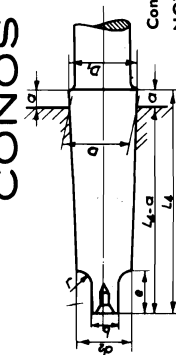
Tg  $\alpha$  =  $\frac{\text{Inclinación \% sobre R}}{100}$  ; Valor % = Tg  $\alpha$  x 100.



Valor %	Inclinación	Valor %	Inclinación	Valor %	Inclinación	Valor %	Inclinación
1	0° 34' 23"	26	14° 34' 28"	51	27° 1' 17"	76	37° 14' 6"
2	1° 8' 45"	27	15° 6' 35"	52	27° 28' 26"	77	37° 35' 46"
3	1° 43' 6"	28	15° 38' 30"	53	27° 55' 24"	78	37° 58' 15"
4	2° 17' 26"	29	16° 10' 19"	54	28° 22' 7"	79	38° 18' 30"
5	2° 51' 44"	30	16° 41' 58"	55	28° 48' 38"	80	38° 39' 35"
6	3° 26' 3"	31	17° 13' 23"	56	29° 14' 54"	81	39° 0' 24"
7	4° 0' 13"	32	17° 44' 40"	57	29° 41' 0"	82	39° 21' 5"
8	4° 34' 26"	33	18° 15' 47"	58	30° 6' 49"	83	39° 41' 35"
9	5° 8' 34"	34	18° 46' 40"	59	30° 32' 25"	84	40° 1' 49"
10	5° 42' 37"	35	19° 17' 23"	60	30° 57' 50"	85	40° 21' 53"
11	6° 16' 38"	36	19° 47' 55"	61	31° 23' 0"	86	40° 41' 42"
12	6° 50' 34"	37	20° 18' 16"	62	31° 47' 56"	87	41° 1' 23"
13	7° 24' 25"	38	20° 48' 25"	63	32° 12' 39"	88	41° 20' 50"
14	7° 58' 10"	39	21° 18' 20"	64	32° 37' 7"	89	41° 40' 9"
15	8° 31' 50"	40	21° 48' 5"	65	33° 1' 26"	90	41° 59' 11"
16	9° 5' 23"	41	22° 17' 37"	66	33° 25' 30"	91	42° 18' 7"
17	9° 38' 51"	42	22° 47' 16"	67	33° 49' 20"	92	42° 36' 51"
18	10° 12' 14"	43	23° 16' 3"	68	34° 12' 57"	93	42° 55' 22"
19	10° 45' 26"	44	23° 44' 58"	69	34° 36' 20"	94	43° 13' 41"
20	11° 18' 35"	45	24° 13' 40"	70	34° 59' 32"	95	43° 31' 52"
21	11° 51' 34"	46	24° 42' 8"	71	35° 22' 28"	96	43° 49' 51"
22	12° 24' 27"	47	25° 10' 25"	72	35° 45' 15"	97	44° 7' 38"
23	12° 57' 8"	48	25° 38' 26"	73	36° 7' 46"	98	44° 25' 17"
24	13° 29' 43"	49	26° 6' 17"	74	36° 30' 5"	99	44° 42' 42"
25	14° 2' 9"	50	26° 33' 52"	75	36° 52' 12"	100	45° 0' 0"

La inclinación del carro del torno será igual a los grados dados.

## CONOS METRICOS

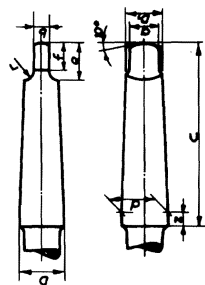
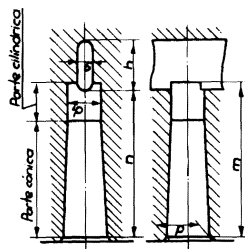


Conicidad = 1 : 20

NOTA. Se dará al carro del torno una inclinación igual a 1° 25' 56"

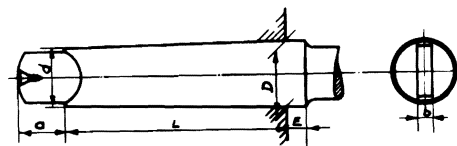
Núm.	D	d	D <sub>1</sub>	d <sub>1</sub>	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	a	b	e	r
6	6	4.3	6.2	4	34	38	44	4	3	9	2
9	9	6.525	6.2	6.2	49.5	53.5	60	4	4	10	4
12	12	9.4	9.4	9	52	56	64	4	5	12	5
18	18	14.5	14.5	14	70	74	84	4	6.5	15	6
24	24	19.6	19.6	19	88	92	104	4	8	18	7
32	32	26.7	26.7	26	106	110	124	4	11	22	9
40	40	33.8	33.8	33	124	128	144	4	14	27	11
50	50	42.9	42.9	42	142	147	165	5	17	32	14
60	60	52	52	51	160	166	186	6	20	37	17
70	70	61.1	61.1	60	178	185	207	7	23	42	20
80	80	70.2	70.2	69	196	204	228	8	26	47	23
90	90	79.3	79.3	78	214	223	249	9	29	52	26
100	100	88.4	88.4	87	232	242	270	10	32	57	30
110	110	97.5	97.5	96	250	261	291	11	35	62	33
120	120	106.6	106.6	105	268	280	312	12	38	67	36
130	130	115.7	115.7	114	286	299	333	13	41	72	39
140	140	124.8	124.8	123	304	318	354	14	44	77	42
150	150	133.9	133.9	132	322	337	375	15	47	82	45

# CONOS MORSE



Cono num.	D	d	L	a	b	c	e	f	r	d <sub>1</sub>	g	h	m	n	D <sub>1</sub>
0	9,04	9,21	5,20	19,21	3,2	5,9	10,5	6,5	4	6,7	4,1	15	52	49	6,11
1	12,06	12,24	4,98	20,04	3,5	8,7	13,5	8,5	5	9,7	5,4	19	56	52	8,97
2	17,78	17,98	4,99	20,02	4	13,6	16,5	10,5	6	14,9	6,6	22	67	63	14,05
3	23,82	24,05	5,02	19,92	4,5	18,6	20	13	7	20,2	8,2	27	84	78	19,13
4	31,26	31,54	5,19	19,25	5,3	24,6	24	15	9	26,5	12,2	32	107	98	25,15
5	44,39	44,73	5,26	19	6,8	35,7	30,5	19,5	11	38,2	16,2	37	135	125	36,54
6	63,34	63,75	5,21	19,18	7,9	51,3	45,5	28,5	17	54,8	19,3	48	187	177	52,41

# CONO «BROWN & SHARPE»



## NUMEROS

	1	2	3	4	5	6
D	6,072	7,606	9,777 <sup>*</sup>	10,212	13,282	15,213
d	5,080	6,350	7,925	8,890	11,430	12,700
L	23,812	30,162	44,449	31,749	44,449	60,324
a	4,762	6,350	7,937	8,731	9,525	11,112
b	3,175	3,968	4,762	5,556	6,350	7,143
E	4	5	6	7	8	9

Conicidad uniforme de 1 : 24 excepto el cono número 10, cuya conicidad es de 1 : 23,2513.

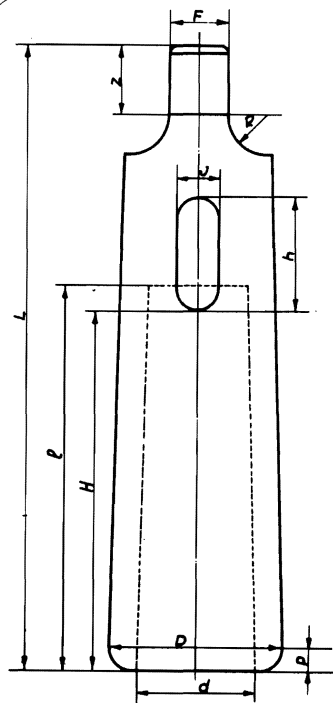
$$D = d + \frac{L}{24}$$

## NUMEROS

	7	8	9	10	11	12
D	18,415	22,820	27,093	31,993	38,894	45,640
d	15,240	19,050	22,860	26,530	31,750	38,099
L	76,199	90,486	101,600	126,998	171,450	180,971
a	11,906	12,699	14,287	16,668	16,668	19,049
b	7,937	8,731	9,525	11,112	11,112	12,699
E	10	11	12	13	14	15

NOTA. Se dará al carro del torno una inclinación igual a 1° 11' 33''

## Casquillos para conos MORSE



Véase tabla de conos Morse para la terminación de la lengüeta.

## Casquillos para conos MORSE

Número y dimen- siones mm.	INT. 1 EXT. 2	INT. 2 EXT. 3	INT. 3 EXT. 4	INT. 4 EXT. 5	INT. 5 EXT. 6
<b>D</b>	17,78	23,82	31,26	44,39	63,34
<i>d</i>	12,06	17,78	23,82	31,26	44,39
<b>L</b>	90,48	112,71	136,52	166,27	219,07
<i>l</i>	55,56	66,67	82,55	104,77	133,35
<b>H</b>	52,38	63,50	77,78	98,42	125,41
<i>h</i>	19,05	22,22	30,16	31,75	38,1
<b>J</b>	5,41	6,60	8,17	12,14	16,12
<b>E</b>	6,35	7,93	11,90	15,87	19,05
<b>Z</b>	11,11	14,28	15,87	19,05	28,57
<b>R</b>	5	7	8	9,5	12,7
<b>P</b>	15,87	19,05	19,05	19,05	9,52

# Conicidades normalmente aplicadas a diversas piezas en la construcción de máquinas

CLASE DE PIEZA	Valor total en grados	Inclinación $\alpha$ para la máquina	Conicidad 1 : X	Conicidad por %
Válvulas para motores de aviación.	120°	60°	1 : 0,289	346
Válvulas para motores de automóvil.	90°	45°	1 : 0,500	200
Vástagos de pistones en locomotoras.	3° 49'	1° 54' 30"	1 : 15	6,66
Vástagos de pistón y crucetas en máquinas marinas.	18° 56'	9° 28'	1 : 3	3,33
Ejes propulsores de buques y su hélice.	3° 49'	1° 54' 30"	1 : 15	6,66
	4° 46' 20"	2° 23' 10"	1 : 12	8,33
Mechas de tñmón en los buques.	7° 37' 46"	3° 49'	1 : 7,5	13,33
Machos de grifería.	9° 32'	4° 46'	1 : 6	16,66
Juntas cónicas racord, para tubería pequeña.	60°	30°	1 : 0,866	115
Juntas cónicas para tubería grande.	36° 52'	18° 26'	1 : 1,5	66,66
Puntos de torno.	60°	30°	1 : 0,866	115
Pasadores cónicos.	1° 8' 44"	0° 34' 22"	1 : 50	2
Acoplamiento de fricción.	11° 25'	5° 42' 30"	1 : 5	20
Muñones de manivela.	9° 32'	4° 46'	1 : 6	16,66
Pernos y bulones de mecanismos.	5° 44'	2° 52'	1 : 10	10

**FORMULAS:** Inclinación  $\alpha$  para la máquina-herramienta

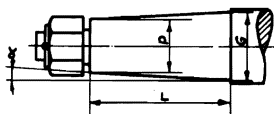
$$\operatorname{Tg} \alpha = \frac{G - P}{2L} \quad \operatorname{Tg} \alpha = \frac{\text{Pendiente por } \%}{100}$$

$$\operatorname{Tg} \alpha = \frac{\text{Conicidad por } \%}{200}$$

**DATOS AUXILIARES**

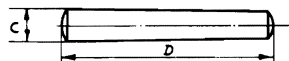
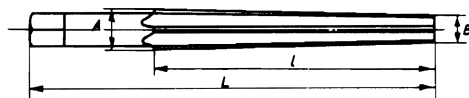
$$\text{Conicidad por } \% = \frac{G - P}{L} \times 100$$

$$\text{Conicidad 1 : X} = \frac{L}{D} \quad D = \text{Diferencia de diámetros} = G - P.$$



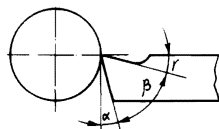
## PASADORES CÓNICOS

Conicidad 2 %.




TAM- ÑO	DIAMETRO DEL ESCARIADOR		LONGITUD		BROCA PARA AGUJERO	D	C
	A	B	L	l			
N.º							
000	3,3	2,56	51	34,9	2,64	25,4	3,17
00	3,68	2,89	57	38,1	2,94	25,4	3,48
0	4,08	3,22	60	41,2	3,25	31,75	3,94
1	4,62	3,7	64	44,4	3,78	31,75	4,36
2	5,18	4,11	76	50,8	4,21	38,10	4,90
3	5,84	4,64	89	57,1	4,8	44,45	5,56
4	6,37	5,28	101	63,5	5,4	50,80	6,35
5	7,69	6,09	114	76,2	6,35	57,15	7,34
6	9,01	7,08	127	92	7,14	76,20	8,66
7	10,79	8,40	152	114,3	8,73	95,25	10,38
8	12,87	10,10	171	133,3	10,31	114,3	12,49
9	15,49	12,24	203	155,5	12,3	133,35	15,01
10	18,46	14,75	228	177,8	15,08	152,4	17,93
11	22,30	17,93	286	209,8	18,25	184,15	21,76
12	26,67	21,38	340	254	21,03	222,25	25,6
13	31,75	27,69	406	304,8	25,79	273,05	31,24
14	39,12	31,75	464	355,6	28,97	317,5	38,10

# Cuchillas para tornos, mandrinadoras y acepilladoras



DESIGNACION	
$\alpha$	Angulo libre o incidencia.
$\beta$	Angulo de tala o filo.
$\gamma$	Angulo de salida o ataque.
$\alpha + \beta$	Angulo de corte.

AGRUPACION DEL MATERIAL A TRABAJAR		VALOR DE LOS ANGULOS			
		$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\alpha + \beta$
A.	Aluminio y metales ligeros.	8°	50°	32°	58°
	Cobre.	a	a	a	a
	Antifriction.	10°	52°	28°	62°
A.	Materiales prensados (plásticos).	10°	52°	28°	62°
	Aceros hasta 60 kgs. mm <sup>2</sup> .	6°	55° a 58°	29° a 26°	61° a 64°
A.	Aceros de 60 a 100 kgs. mm <sup>2</sup> .	6°	65°	19°	71°
	Acero inoxidable.		a	a	a
	Fundición gris.		68°	16°	74°
	Fundición semidura.	5°	77° a 85°	8° a 0°	82° a 90°
A.	Fundición maleable.	5°	77° a 85°	8° a 0°	82° a 90°
	Acero moldeado.		77° a 85°	8° a 0°	82° a 90°
	Bronces blandos.		77° a 85°	8° a 0°	82° a 90°
A.	Fundición dura.	5°	77° a 85°	8° a 0°	82° a 90°
	Bronces duros.		77° a 85°	8° a 0°	82° a 90°
	Acero duro 12 % manganeso.		77° a 85°	8° a 0°	82° a 90°

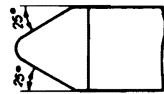
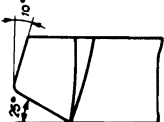
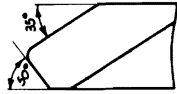
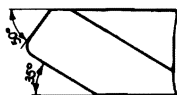
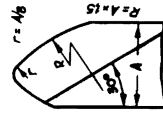
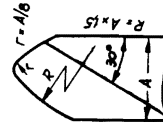
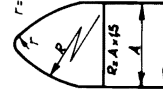
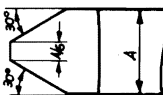
DIMENSIONES DE LAS CUCHILLAS						
TAMAÑO	I	II	III	IV	V	
 Lado del cuadrado	A	15	20	25	32	40
Longitud normal.	L	100	175	225	250	300
Longitud mínima por desgaste.	* C	50	100	130	140	175

## OBSERVACIONES GENERALES

\* La dimensión C es la mínima para retirarla del uso, y debe procederse a su estirado pasando al tamaño inmediato inferior de la serie.

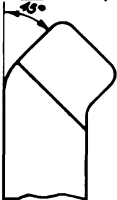
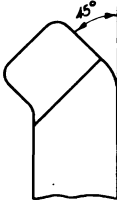
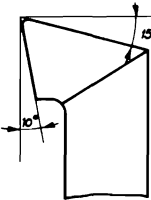
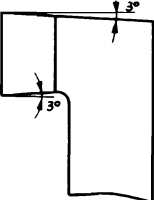
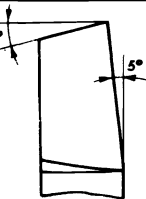
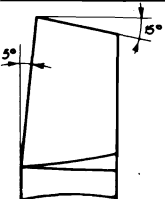
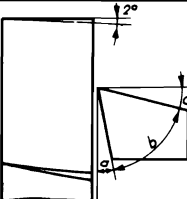
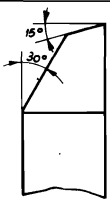
## CUCHILLAS PARA TORNOS Y ACEPILLADORAS

### NOMENCLATURA Y ANGULOS LATERALES

N°	NOMBRE	N°	NOMBRE	N°	NOMBRE	N°	NOMBRE
1	Afinar y pequeña pasada	2	Desbaste a gran pasada	3	Desb. fuerte mano izq.	4	Desb. fuerte mano dcha.
5	NOMBRE	N°	NOMBRE	N°	NOMBRE	N°	NOMBRE
5	Desb. ligero mano izq.	6	Desb. ligero mano dcha.	7	Desbaste a dos manos	8	Afinado de bronce
							
							

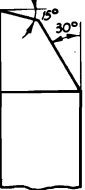

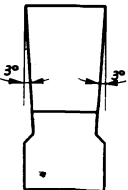
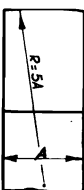
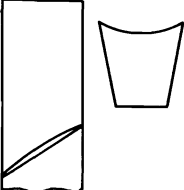
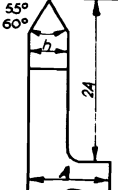
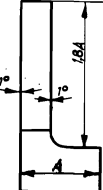
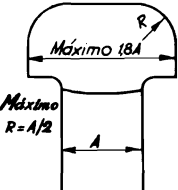
# **CUCHILLAS PARA TORNOS Y ACEPILLADORAS**

## **NOMENCLATURA Y ANGULOS LATERALES**

N.º	NOMBRE	N.º	NOMBRE	N.º	NOMBRE	N.º	NOMBRE
9	Tornear int. mano izq.	10	Tornear int. mano dcha.	11	Esquinar interior	12	Acanalar interior
							
N.º	NOMBRE	N.º	NOMBRE	N.º	NOMBRE	N.º	NOMBRE
13	Refr. gran pasada izq.	14	Refr. gran pasada dcha.	15	Universal para tornos Revólver	16	Costado mano izquierda
							

# **CUCHILLAS PARA TORNOS Y ACEPILLADORAS**

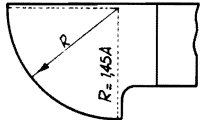
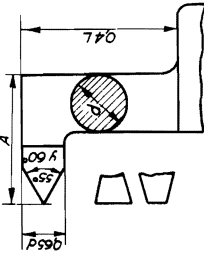
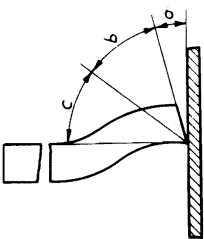
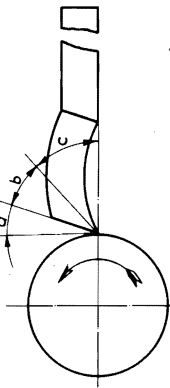
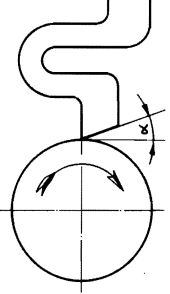
## **NOMENCLATURA Y ANGULOS LATERALES**

N.º	NOMBRE	N.º	NOMBRE	N.º	NOMBRE	N.º	NOMBRE
17	Costado mano derecha	18	Acanalar en profundidad	19	Acanalar	20	Afinar rígida
							
N.º	NOMBRE	N.º	NOMBRE	N.º	NOMBRE	N.º	NOMBRE
21	Refrentar a dos manos	22	Roscar	23	Tronzar	24	Radio doble
							

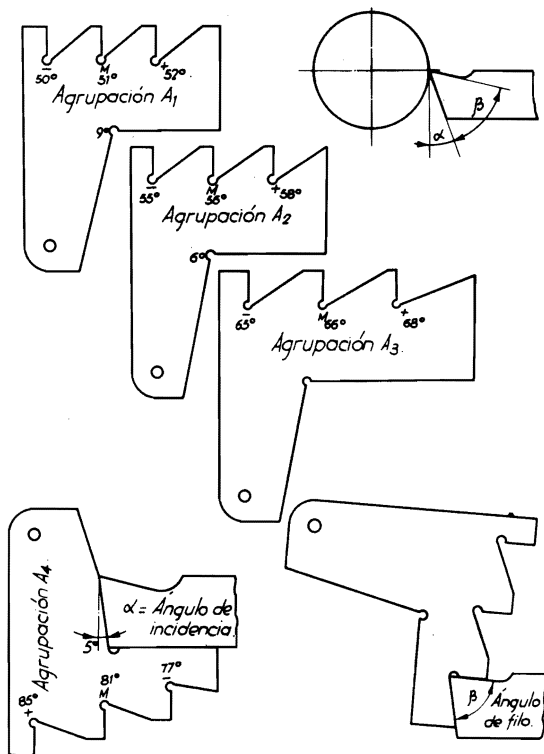


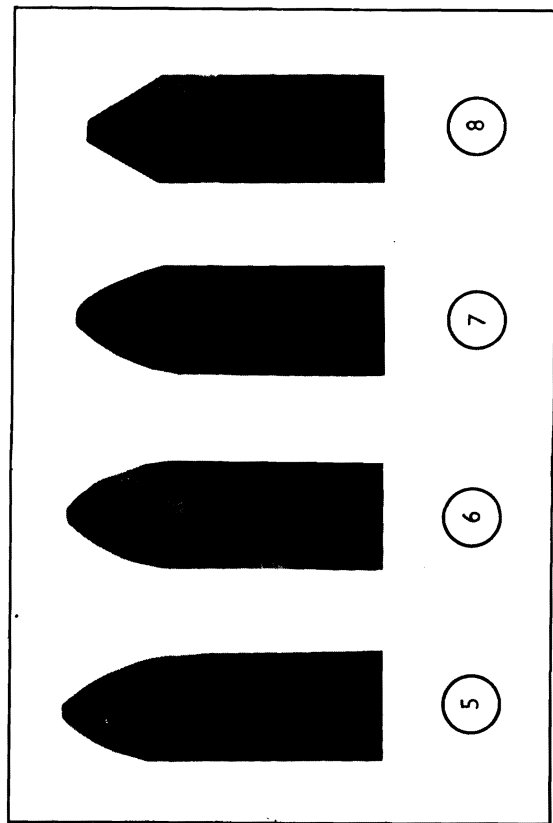
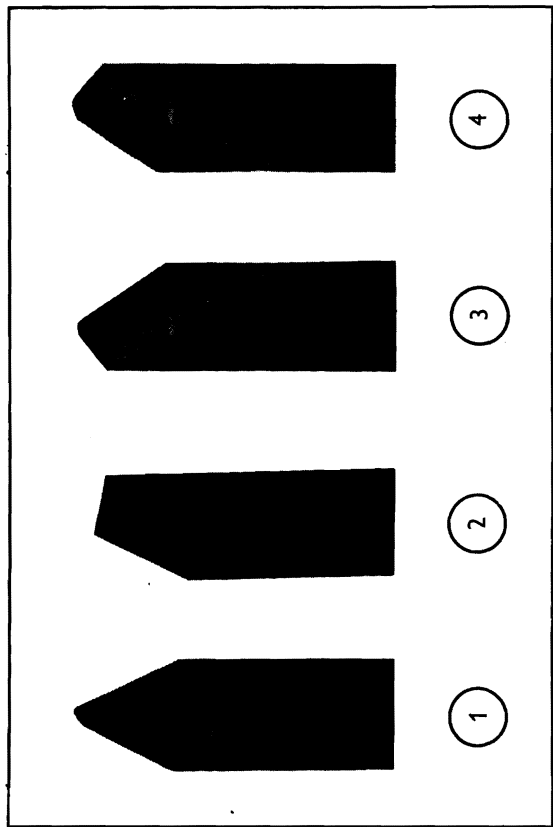
# CUCHILLAS PARA TORNOS Y ACEPILLADORAS

## NOMENCLATURA Y ANGULOS LATERALES

N.º 25	NOMBRE	N.º 26	NOMBRE	N.º 27	NOMBRE
	Radio simple mano derecha		Rascar interior		Cuchilla para acepilladora
					
N.º 28	NOMBRE	N.º 29	NOMBRE		
	Tronzar especial		Plana de muelle afinar		
					

## Modo de medir el ángulo en las cuchillas para Tornos, Acepilladoras y Mandrinadoras Plantillas de 4 Grupos







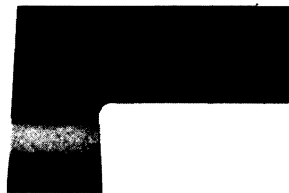
9



10



11



12



13



14



15



16



17



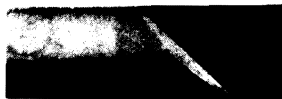
18



19



20



21



22



23

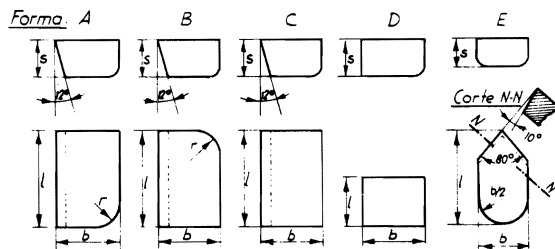


24



25

# Cuchillas de metal duro según normas «DIN»

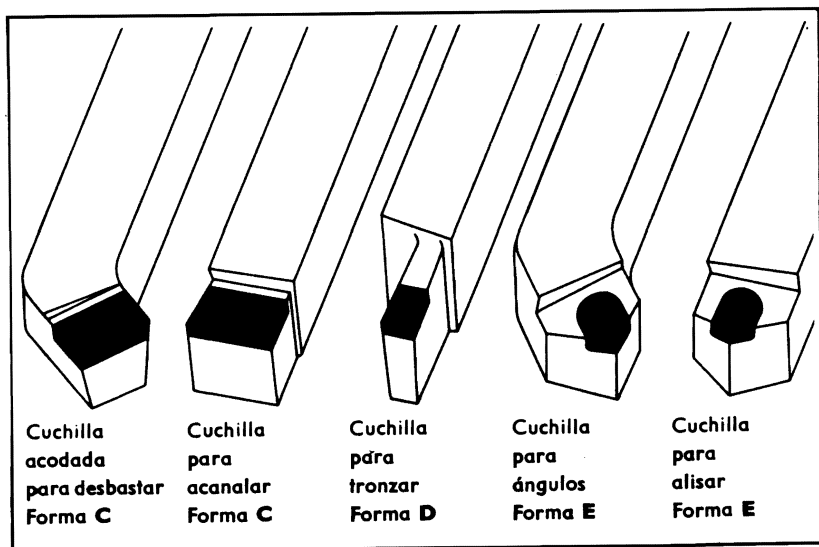
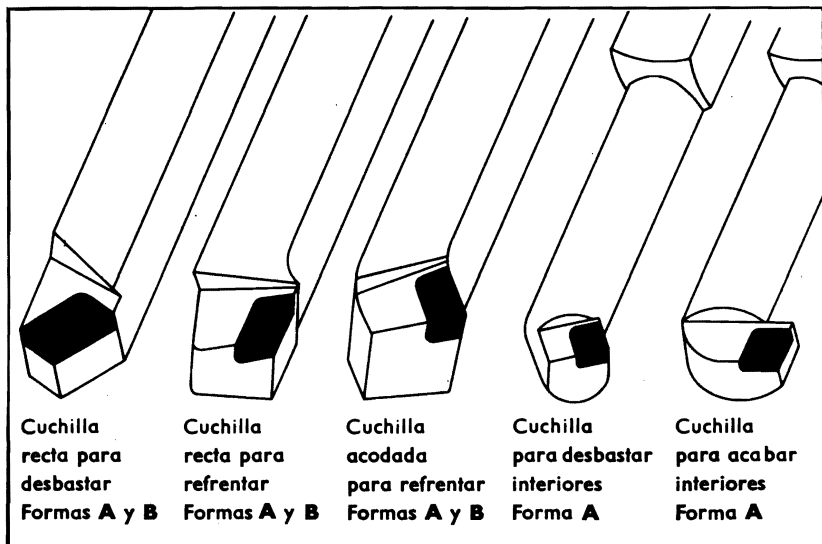


DIMENSIONES DE LAS LENGÜETAS EN mm.

Longitud L	Formas A y B			Forma C		Forma D		Forma E	
	b	s	r	b	s	b	s	b	s
4						6	3		
5						8	4		
6						10	5		
8	5	3	3	5	3	12	6	4	3
10	6	4	3	6	4	16	8	5	3
12	8	4	4	8	4	20	10	6	3
16	10	5	4	10	5	25	12	8	4
20	12	6	8	12	6			10	5
25	16	8	8	16	8			12	6
32	20	10	10	20	10			16	8
40	25	12	10	25	12				
50	32	16	12	32	16				

# Cuchillas de Metal Duro Widia para Tornos, Mandrinadoras y Acepilladoras

		$\alpha$	Angulo libre o incidencia.			
		$\beta$	Angulo de talla o filo.			
		$\gamma$	Angulo de salida o ataque.			
		$\alpha + \beta$	Angulo de corte.			
Material a trabajar	Resistencia y dureza del material a trabajar	Marca WIDIA	ANGULOS			
			$\alpha \pm 1$	$\beta$	$\gamma$	$\alpha + \beta$
Acero.	Hasta 50 kg/mm <sup>2</sup> .	S 1 - S 2	6°	62°	22°	68°
	50 - 60 kg/mm <sup>2</sup> .	S 1 - S 2	6°	65°	19°	71°
	60 - 70 kg/mm <sup>2</sup> .	S 1 - S 2	5°	67°	18°	72°
	70 - 85 kg/mm <sup>2</sup> .	S 1 - S 2	5°	71°	14°	76°
	85 - 110 kg/mm <sup>2</sup> .	S 1 - S 2	5°	74°	11°	79°
	110 - 140 kg/mm <sup>2</sup> .	S 1 - S 2	5°	77°	8°	82°
Acero.	140 - 180 kg/mm <sup>2</sup> .	S 1 - S 2	5°	80°	5°	85°
	50 - 70 kg/mm <sup>2</sup> .	S 1 - S 2	5°	75°	10°	80°
Moldeado.	70 - 100 kg/mm <sup>2</sup> .	S 1 - S 2	5°	80°	5°	85°
Acero duro 12 % manganeso.		S 1 - S 2	4°	82°	4°	86°
Acero inoxidable.	60 - 70 kg/mm <sup>2</sup> .	S 1 - S 2	5°	73°	12°	78°
Fundición gris.	Dureza Brinell hasta 200	G 1	5°	75°	10°	80°
Fundición gris.	Dureza Brinell de 200 - 400	H 1	4°	77°	9°	81°
Fundición endurecida.	Dureza Shore 75 - 90	H 1	3°	85°	2°	88°
Hierro maleable.		H 1	5°	78°	7°	83°
Bronce.		G 1	6°	69°	15°	75°
Bronce fosforoso.		G 1	5°	77°	8°	82°
Cobre.		G 1	6°	58°	26°	64°
Latón.		G 1	6°	70°	14°	76°
Aleaciones de aluminio	Blandas.	G 1	6°	70°	14°	76°
Aleaciones de aluminio	Duras.	G 1	6°	74°	10°	80°
Duraluminio.		G 1	6°	70°	14°	76°



	Marca Widia	EMPLEO
Para toda clase de aceros y acero colado	<b>S 1</b> (antes XX)	Trabajo a altas velocidades de corte con avances hasta de 1 mm. por vuelta.
	<b>S 2</b> (antes X 8)	Trabajo a medianas velocidades de corte con avances hasta de 2 mm. por vuelta, especialmente al emplear herramientas Widia en máquinas-herramientas más antiguas, así como al efectuar cortes interrumpidos o al trabajar a profundidades de corte variables. Las velocidades de corte son, aproximadamente, un 40 % inferiores a las empleadas con la calidad S 1. — La calidad S 2 es especialmente apropiada para el fresado de aceros y acero moldeado.
	<b>S 3</b> (antes S-58)	Trabajo a bajas y medianas velocidades de corte con avances hasta de 3 mm. por vuelta, especialmente para casos de profundidades de corte muy variables o para cortes interrumpidos. Las velocidades de corte son, aproximadamente, un 60 % inferiores a las empleadas con la calidad S 1. — La calidad S 3 es especialmente apropiada para el cepillado de acero y acero moldeado.
	<b>F 1</b> (antes S-246)	Para el acabado finísimo del torneado y taladrado de acero; es decir, para trabajar con secciones de viruta muy reducidas y a altas velocidades de corte.

	Marca Widia	EMPLEO
Para trabajar otros materiales	<b>G 1</b> (antes N)	Para trabajar hierro fundido hasta 200 Brinell, cobre, aleaciones de cobre, latón, metales ligeros, resinas sintéticas y materiales parecidos. Para proveer de Widia los puntos de tornos, calibres y otras herramientas de medición, así como piezas de máquinas expuestas a un desgaste fuerte.
	<b>G 2</b> (antes G)	Para trabajar maderas artificiales y maderas duras, materiales fibrosos, resinas sintéticas prensadas, así como para herramientas perforantes a golpe.
	<b>G 3</b> (antes NK)	Para trabajar carbón de electrodos.
	<b>H 1</b> (antes H)	Para trabajar fundición endurecida en coquilla, hierro fundido de más de 200 Brinell, hierro fundido con partes muy duras en la capa, fundición maleable, vidrio, piedras, porcelana, papel duro y metales ligeros aleados con Si.
	<b>H 2</b> (antes H-167)	Fundición endurecida en coquilla de más de 100 Shore. Para el acabado finísimo del torneado y taladrado de fundición gris de más de 200 Brinell.

## Velocidades de corte (\*), profundidades de viruta y avances al emplear herramientas Widia

v = velocidad de corte m/min. a = profundidad de viruta en mm. s = avance en mm.

Material y resistencia	Marca Widia	Velocidades de corte y secciones de viruta posibles	Valores medios buenos	
			Para desbastar	Para afinar
Acero 40-50 kg/mm <sup>2</sup> .	S1	v 150-350 m.	150-250 m.	250-350 m.
	S2	v 50-200 m.	50-150 m.	75-200 m.
	a	1-30 mm.	5-10 mm.	aprox. 1 mm.
	s	0,2-2,5 mm.	aprox. 1 mm.	aprox. 0,2 mm.
Acero 50-60 kg/mm <sup>2</sup> .	S1	v 110-275 m.	110-200 m.	150-275 m.
	S2	v 35-150 m.	35-120 m.	50-150 m.
	a	1-30 mm.	5-10 mm.	aprox. 1 mm.
	s	0,2-2,5 mm.	aprox. 1 mm.	aprox. 0,2 mm.
Acero 60-85 kg/mm <sup>2</sup> .	S1	v 70-200 m.	70-140 m.	140-200 m.
	S2	v 22-150 m.	22-70 m.	40-150 m.
	a	1-30 mm.	5-10 mm.	aprox. 1 mm.
	s	0,2-2 mm.	aprox. 1 mm.	aprox. 0,2 mm.
Acero 85-110 kg/mm <sup>2</sup> .	S1	v 60-150 m.	60-100 m.	100-150 m.
	S2	v 20-110 m.	20-65 m.	30-110 m.
	a	1-30 mm.	5-10 mm.	aprox. 1 mm.
	s	0,2-2 mm.	aprox. 1 mm.	aprox. 0,2 mm.
Acero 110-140 kg/mm <sup>2</sup> .	S1	v 45-100 m.	45-70 m.	70-100 m.
	S2	v 15-75 m.	15-50 m.	22-75 m.
	a	1-25 mm.	5-10 mm.	aprox. 1 mm.
	s	0,2-2 mm.	aprox. 0,5 mm.	aprox. 0,2 mm.
Acero 140-180 kg/mm <sup>2</sup> .	S1	v 20-60 m.	20-40 m.	40-60 m.
	S2	v 10-40 m.	10-30 m.	18-40 m.
	a	0,5-10 mm.	5-10 mm.	aprox. 0,5 mm.
	s	0,2-1 mm.	aprox. 0,5 mm.	aprox. 0,2 mm.

(\*) Las velocidades de corte indicadas se refieren a metros minuto.

Para tiempos de conservación del filo más largos hay que reducir proporcionalmente las velocidades de corte.

Al taladrar con brocas Widia se emplean velocidades de corte que corresponden a un 75 %, de las cifras indicadas arriba con avances algo más finos de los usuales al trabajar con brocas de acero rápido. Para taladrar agujeros pequeños recomendamos avance a mano.

v = velocidad de corte m/min. a = profundidad de viruta en mm. s = avance en mm.

Material y resistencia	Marca Widia	Velocidades de corte y secciones de viruta posibles	Valores medios buenos	
			Para desbastar	Para afinar
Acero inoxidable.	S1	v 50-120 m.	50-70 m.	80-120 m.
	S2	v 20-90 m.	20-60 m.	30-90 m.
	a	1-20 mm.	4-8 mm.	aprox. 1 mm.
	s	0,2-2 mm.	aprox. 1 mm.	aprox. 0,2 mm.
Acero duro al 12 % de manganeso.	S1	v 10-35 m.	10-20 m.	20-35 m.
	S2	a 1-10 mm.	3-10 mm.	aprox. 1 mm.
	s	0,2-1 mm.	0,3-0,5 mm.	aprox. 0,2 mm.
Fundición de acero 50-70 kg/mm <sup>2</sup> .	S1	v 60-150 m.	60-100 m.	100-150 m.
	S2	v 22-110 m.	22-70 m.	35-110 m.
	a	1-30 mm.	5-10 mm.	aprox. 1 mm.
	s	0,2-2 mm.	aprox. 1 mm.	aprox. 0,2 mm.
Fundición de acero 70-100 kg/mm <sup>2</sup> .	S1	v 30-80 m.	30-60 m.	50-80 m.
	S2	v 15-70 m.	15-45 m.	25-70 m.
	a	1-30 mm.	5-10 mm.	aprox. 1 mm.
	s	0,2-2 mm.	aprox. 1 mm.	aprox. 0,2 mm.
Fundición endurecida en coquilla 75-90 Shore.	H1	v 4-10 m.	4-6 m.	4-9 m.
	a	1-6 mm.	3-6 mm.	aprox. 1 mm.
	s	2-8 mm.	aprox. 2-3 mm.	aprox. 4-8 mm.
Estrizado de cilindros fundidos en coquilla.	H1	v 5-8 m.	5-8 m.	5-8 m.
	a	Resulta automáticamente por la colocación radial de la herramienta.		
	s	0,1-0,2 mm.	0,1-0,2 mm.	0,1-0,2 mm.
Fundición de hierro al silice (hasta 16 % Si).	H1	v 20-40 m.	20-22 m.	38-40 m.
	a	1-5 mm.	4 mm.	1 mm.
	s	0,2-1 mm.	0,8 mm.	0,2 mm.
Bronce.	G1	v 250-500 m.	aprox. 300 m.	300-500 m.
	a	0,5-30 mm.	5-10 mm.	aprox. 1 mm.
	s	0,2-2,5 mm.	aprox. 1 mm.	aprox. 0,2 mm.

Al taladrar con brocas Widia se emplean velocidades de corte que corresponden a un 75 % de las cifras indicadas arriba con avances algo más finos de los usuales al trabajar con brocas de acero rápido. Para taladrar agujeros pequeños recomendamos avance a mano.



v = velocidad de corte m/min. a = profundidad de viruta en mm. s = avance en mm

Material	Marca Widia	Velocidades de corte y secciones de viruta posibles	Valores medios buenos	
			Para desbastar	Para afinar
Aluminio.	G 1	v 800 - 1.300 m.	aprox. 1.000 m.	aprox. 1.200 m.
		a 1 - 30 mm.	5 - 10 mm.	aprox. 1 mm.
		s 0,2 - 4 mm.	aprox. 1 mm.	aprox. 0,2 mm.
Fundición gris hasta 200 Brinell.	G 1	v 50 - 120 m.	75 - 100 m.	80 - 120 m.
		a 1 - 30 mm.	5 - 10 mm.	aprox. 1 mm.
		s 0,2 - 4 mm.	aprox. 1-2 mm.	aprox. 0,2 mm.
Fundición gris de 200 - 400 Brinell.	H 1	v 40 - 80 m.	40 - 75 m.	50 - 80 m.
		a 1 - 25 mm.	5 - 10 mm.	aprox. 1 mm.
		s 0,2 - 3 mm.	1 - 2 mm.	aprox. 0,2 mm.
Perforar mármol.	H 1	v	aprox. 22 m.	Ejemplo: Agujero 12 milímetros diámetro, 20 milímetros profundidad, tiempo de perforación: 8 segundos.
		s	a ser posible a mano.	
Piedra.	H 1	v 300 - 600 m.	aprox. 400 m.	400 - 600 m.
		a 1 - 30 mm.	aprox. 10 mm.	aprox. 1 mm.
		s 1 - 4 mm.	aprox. 1 mm.	aprox. 1 mm.
Vidrio.	H 1	v 40 - 100 m.	40 - 60 m.	60 - 100 m.
		a 0,2 - 3 mm.	1 - 3 mm.	0,1 - 0,2 mm.
		s 0,1 - 0,4 mm.	aprox.: 0,1 - 0,4 mm.	0,1 - 0,2 mm.
Porcelana según su dureza.	H 1	v 6 - 30 m.	6 - 20 m.	10 - 30 m.
		a 0,5 - 5 mm.	0,5 - 1 mm.	aprox. 0,5 mm.
		s aprox. 0,5 mm.	aprox. 0,5 mm.	aprox. 0,2 mm.
Granito.	H 1	v 6 - 10 m.	aprox. 6 m.	aprox. 10 m.
		a 1 - 10 mm.	aprox. 4 mm.	aprox. 1 mm.
		s 1 - 4 mm.	aprox. 2,5 mm.	aprox. 1-2 mm.

Al taladrar con brocas Widia se emplean velocidades de corte que corresponden a un 75 % de las cifras indicadas arriba con avances algo más finos de los usuales al trabajar con brocas de acero rápido. Para taladrar agujeros pequeños recomendamos avance a mano.

v = velocidad de corte m/min. a = profundidad de viruta en mm. s = avance en mm

Material	Marca Widia	Velocidades de corte y secciones de viruta posibles	Valores medios buenos	
			Para desbastar	Para afinar
Cobre para colectores.	G 1	v 250 - 350 m.	aprox. 250 m.	aprox. 320 m.
		a 0,2 - 10 mm.	aprox. 5 mm.	aprox. 0,2 mm.
		s 0,2 - 1 mm.	aprox. 1 mm.	aprox. 0,2 mm.
Goma endurecida, estabilita, ebonita, etc.	G 1	v 200 - 300 m.	aprox. 200 m.	aprox. 300 m.
		a 0,5 - 30 mm.	1 - 6 mm.	0,5 - 1 mm.
		s 0,3 - 1 mm.	0,3 - 0,5 mm.	0,3 - 0,5 mm.
Carbón de electrodos.	G 3	v 50 - 100 m.	60 - 80 m.	80 - 100 m.
		a 1 - 30 mm.	5 - 10 mm.	aprox. 1 mm.
		s 1 - 3 mm.	aprox. 1 mm.	aprox. 0,5 mm.

Al taladrar con brocas Widia se emplean velocidades de corte que corresponden a un 75 % de las cifras indicadas arriba con avances algo más finos de los usuales al trabajar con brocas de acero rápido. Para taladrar agujeros pequeños recomendamos avance a mano.

## Resumen

Al emplear herramientas Widia se consigue, en resumen, las ventajas siguientes:

1. Aumento de la velocidad de corte y del tiempo de conservación del filo.
2. Ganancia de tiempo y disminución de los gastos generales.
3. Aumento de la conservación de la exactitud de medidas y acabado más fino de la superficie.
4. Unión en una sola de las operaciones de desbastar y afinar.
5. Trabajo finísimo, especialmente en piezas con paredes delgadas.
6. Ahorro de jornales del personal encargado de graduar las máquinas.
7. Aumento de la producción.

Los gastos más altos de las herramientas originados por el empleo del metal Widia son compensados con largueza por estas ventajas.

## Los incidentes más frecuentes al trabajar con herramientas Widia y sus causas

### A) ANTES DE EMPLEAR LA HERRAMIENTA

#### Grietas en la lengüeta Widia

1. Material no adecuado para el mango, de resistencia demasiado reducida, o base del mango demasiado débil.
2. No haber empleado hoja metálica para soldar herramientas Widia S 2 y Widia S 1. (Para soldar las lengüetas Widia S 2 y Widia S 1 en los mangos se recomienda especialmente el empleo de hoja metálica de soldar.)
3. El empleo de material para la soldadura no adecuado.
4. No haber enfriado las herramientas soldadas en polvo de carbón de electrodos.
5. Calentamiento excesivo al afilar en seco por presión de afilar demasiado alta.
6. Refrigeración insuficiente durante el afilado en húmedo.
7. Calentamiento durante el afilado en seco y enfriamiento repentino posterior en agua fría.
8. Refrigeración alternativa durante el afilado. El agua no ha estado corriendo desde el principio del afilado.
9. Herramientas calentadas por el trabajo se han reafilado empleando agua fría, sin haberlas dejado enfriar antes.
10. El empleo de muelas de afilar inadecuadas o demasiado duras.

### B) DURANTE EL TRABAJO

#### Destrucción del filo de la lengüeta Widia

1. Reafilado malo, piedra de afilar demasiado basta, filo mellado.
2. Herramienta fijada en la máquina con salida excesiva.
3. Sección del mango demasiado débil para la sección de viruta exigida, o espesor de la lengüeta demasiado reducido.
4. Al trabajar piezas con interrupciones de corte, falta del ángulo de inclinación, o ángulo de inclinación demasiado pequeño.
5. Parada de la máquina durante el corte sin desembragar el avance.
6. Haber seguido trabajando con filo gastado que ya no corta.
7. Forma de herramienta no apropiada.
8. Trepidación al tornear ejes delgados.
9. Velocidad de corte demasiado pequeña.
10. Ángulos de corte inexactos.

## El trabajo con herramientas Widia

### Observaciones generales

Condición previa para trabajar con Widia con resultado positivo son herramientas construidas en forma exacta y bien terminadas, máquinas herramientas apropiadas, procedimientos de trabajo adecuados y personal obrero adiestrado.

Al trabajar con herramientas Widia hay que observar cuidadosamente las siguientes reglas básicas:

1. Todas las herramientas Widia hay que fijarlas muy firmes y con la salida la más corta posible, lo mismo si son herramientas de desbastar, cepillar o estriar o cuchillas fijadas en cabezales.
2. Herramientas Widia tienen que ajustarse bien al canto delantero del soporte. (La superficie de apoyo de la herramienta debe rectificarse a muela.)
3. Herramientas giratorias, como cabezales, fresas, etc., tienen que girar absolutamente libres de golpes. De otra forma pueden sufrir desperfectos los filos de las herramientas.
4. La máquina no se debe parar de repente con carga de corte o de avance sin antes desembragar el avance. Al parar de repente la máquina sin antes desembragar el avance se transforma, a menudo, el esfuerzo de presión en un esfuerzo de tracción, lo cual puede conducir a un desperfecto del filo.
5. En caso de pararse la máquina alguna vez durante el corte, hay que aflojar los tornillos del soporte de la herramienta retirando ésta con cuidado.

## Trabajo en seco y en húmedo

Con Widia se puede trabajar en general en seco. Al trabajar acero resulta ventajoso refrigerar con líquido normal de refrigeración. De esta forma se prolonga la conservación del filo de la herramienta Widia o se puede aumentar la velocidad de corte en un 25 %, aproximadamente. Pero al refrigerar hay que cuidar que no se interrumpa la refrigeración; si el líquido de refrigerar solo cae a gotas o si lo apartan las virutas, entonces se trabaja alternativamente en húmedo y en seco pudiendo producirse grietas finas en el filo del metal duro, que al seguir trabajando conducen fácilmente a que se desmorone el filo.

## Colocación de las herramientas Widia en relación al centro de la pieza a trabajar

La colocación de la herramienta Widia en relación al centro de la pieza a trabajar hay que efectuarla con más exactitud que la acostumbrada al trabajar con herramientas de acero rápido (fig. 1a. a 1c.). Los ángulos libres generalmente solo son de 4°; esto trae como consecuencia que, por ejemplo, al cilindrar con colocación demasiado alta de la cuchilla con relación al centro de la pieza a trabajar, roza la superficie de ésta en el frente del ángulo libre de la herramienta.

Fig. 1a.  
Al torneear acero, hasta el 1 % del diámetro de la pieza a trabajar encima del centro de ésta.

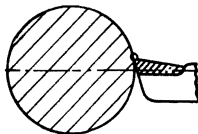


Fig. 1b  
Al torneear fundición, latón, bronce, etc.

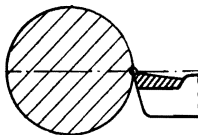
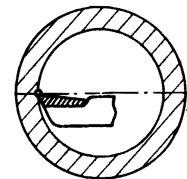


Fig. 1c.  
Al torneear interiormente cualquier material.



## FORMAS DE LAS HERRAMIENTAS PARA DESBASTAR Y CEPILLAR

Para herramientas de desbastar recomendamos la forma de cuchillas acodadas (fig. 2), porque en ésta es absorbida mejor la presión de corte lateral por el mango de la herramienta.

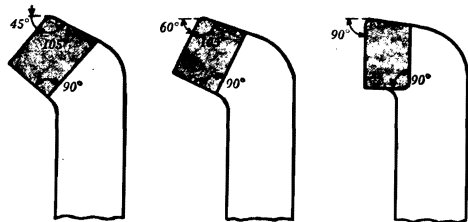


Fig. 2. Formas apropiadas para herramientas de desbastar

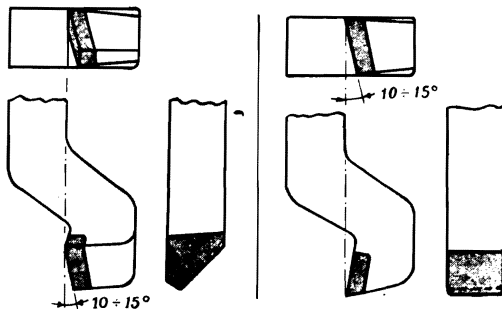


Fig. 3a. Herramienta de cepillar para afinar. Forma de cuchilla con punta.

Fig. 3b. Herramienta de cepillar para afinar. Forma de cuchilla ancha.

# La hechura de las herramientas Widia

## Observaciones generales

El metal duro Widia no es un acero tenaz, sino un producto de metales cerámicamente ligados que soporta bien presiones, pero no tan bien esfuerzos a la flexión. Por este motivo todas las disposiciones constructivas de las herramientas de metales duros tienen por finalidad construir las más fuertes, aumentar su seguridad contra la rotura y amoldar desde el punto de vista de la técnica de corte la formación del filo que trabaja, a las características del metal duro así como a la clase y resistencia de la pieza a trabajar.

Para llegar a formas apropiadas de las herramientas de metal duro, hay que observar siempre las siguientes reglas básicas:

1. Las herramientas de metal duro hay que construir las en tal forma, que en casos de esfuerzos en forma de golpes, por ejemplo, al tornearse con interrupciones de corte y al fresar, quede recogido el golpe por el canto del filo y no por la punta de este filo. Esto se consigue por un ángulo de inclinación positivo (fig. 5). Un refuerzo suficiente de los filos disminuye además el peligro de rotura.

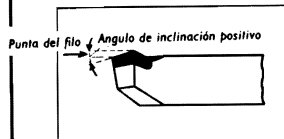


Fig. 5. Ángulo de inclinación positivo.

2. Las herramientas hay que construir las a ser posible, en tal forma, que se eviten formaciones de grietas en las lengüetas de metal duro por efecto de entalladuras y aglomeraciones de calor. El tamaño de la lengüeta Widia tiene que ser suficientemente amplio, para que el calor producido por el trabajo, y que depende de la velocidad de corte y de la sección de la viruta, pueda pasar al mango con la suficiente rapidez.
3. Cuanto mayor sea el esfuerzo que tiene que sufrir la lengüeta, tanto más fuerte tiene que ser ésta, por ejemplo, al tornearse superficies con interrupciones o al trabajar materiales en los cuales se presentan presiones de corte muy altas, como en fundición dura.

4. Cuanto más fuerte sea el mango de la herramienta, con tanto mayor facilidad absorbe sacudidas y vibraciones alejándolas de la lengüeta de metal duro.

## Material para los mangos

Para los mangos de las herramientas Widia normales vale generalmente un acero al carbono con un 0,6 al 0,7 % de C.

Solo para herramientas especiales como cuchillas pequeñas para ranurar, brocas, escariadores, fresas, etc., en las cuales los mangos están expuestos a esfuerzos muy altos de flexión y torsión, se emplea para los mangos acero aleado o acero rápido. Naturalmente, el acero aleado para herramientas para los mangos ofrece la ventaja de mayor dureza y tenacidad, pero, en cambio, tiene también el inconveniente de una proporción menos favorable de la dilatación por el calor producido al soldar la lengüeta sobre el mango.

Por el empleo de una hoja de metal de soldar (véase pág. 355), que se suelda entre el mango y la lengüeta Widia, se puede evitar que se formen en el metal duro grietas por la tensión que pueda producir la dilatación diferente al calentarse metal duro y acero rápido. Más detalles sobre este extremo siguen en el capítulo «Material para la soldadura».

Materiales no apropiados de poca resistencia no se debía emplear nunca para los mangos, puesto que el trabajar con ellos solo tiene consecuencias desfavorables.

Como el acero al carbono que se emplea en la mayoría de los casos, no tiene la resistencia de los aceros rápidos, el constructor de las herramientas debía elegir siempre algo más fuerte la sección del mango para herramientas de metal duro que la usual al emplear aceros rápidos.

## La soldadura de las lengüetas Widia

### Preparación del mango y de la lengüeta Widia

Se prepara el mango en la fragua, piedra de afilar, fresa o con lima, hasta que el asiento para la lengüeta Widia se ajuste completamente a ésta

sin dejar ningún hueco. Con objeto de conseguir mejor firmeza de adhesión de la soldadura se afila previamente todas las superficies de la lengüeta. Por último es conveniente ajustar cuidadosamente las lengüetas en las superficies de su asiento repasando éstas con un rascador (fig. 6), teniendo ya en cuenta el ángulo de viruta correspondiente al material que se ha de trabajar.



Fig. 6. La lengüeta Widia tiene que estar bien ajustada sin hueco ninguno.

En esta operación hay que observar:

1. Que en la garganta del mango quede algo de luz entre mango y lengüeta para que asienten bien las otras dos superficies, y
2. Que la superficie de asiento del mango para la lengüeta sobresalga 1 a 2 mm. hacia todos los lados según el tamaño de la herramienta para que la soldadura fluida pueda llegar mejor debajo de la lengüeta (fig. 7).

En herramientas anchas y relativamente delgadas se aconseja dejar el mango más grueso antes de la soldadura, para evitar que se formen grietas en la lengüeta debido a la deformación del mango. En este caso hay que fresar el mango a su espesor definitivo después de terminada la soldadura de la lengüeta.

## Material para la soldadura

Como soldadura se emplea generalmente solo el cobre electrolítico. Excepcionalmente se sueldan herramientas con lengüetas pequeñas con soldadura de plata o de bronce, porque estas soldaduras tienen un punto de fusión más bajo no teniéndose que temer un calentamiento excesivo del mango de estas herramientas pequeñas. No se debe emplear soldadura de latón, porque no sirve para compensar la tensión en la junta de la soldadura. Tampoco son apropiados los polvos de soldar.

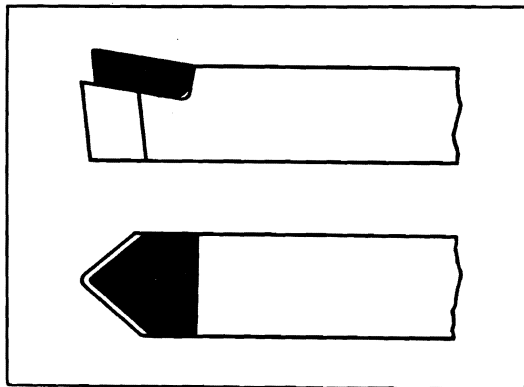


Fig. 7. El asiento para la lengüeta Widia debe sobresalir de ésta 1 a 2 mm.

Para herramientas Widia S 2 y Widia S 1 se emplea ventajosamente una hoja metálica de soldadura.

Para soldaduras en ranuras, en que hay que soldar la cuchilla o la lengüeta Widia en una ranura de una broca o de una fresa, es decir, en ambos lados de las superficies de asiento grandes, se debía emplear la hoja metálica de soldadura para ranuras, fabricada para este fin especial.

## Hornos para soldar

Como horno para soldar es lo más apropiado un horno a gas, eléctrico o de mufla, que reúna las condiciones siguientes:

1. Se debe poder mantener la temperatura justo encima del punto de fusión del cobre electrolítico (1.100 a 1.150° C.).
2. La mezcla del gas en el horno debe tener un efecto reductor, es decir, en los hornos a gas hay que trabajar con exceso de gas.

Para eliminar con seguridad una acción nociva de la llama de soldar sobre la lengüeta Widia, hay que proteger la lengüeta Widia por una pared refractaria contra las acciones de la llama.

Con el mechero de soldar no se deben soldar en general las lengüetas Widia; solo tratándose de herramientas más pequeñas se puede trabajar con una llama de soplete de gas a presión y oxígeno, teniendo cuidado que la llama del soplete solo alcance el mango de la herramienta y no la lengüeta Widia.

3. Lo mejor es utilizar la máquina eléctrica de soldar.

## Procedimiento de soldar

Lo mismo soldando solo con cobre electrolítico o también con hoja metálica de soldar, en cualquier caso hay que calentar previamente el mango preparado a unos 800° C. Para que las superficies de soldadura del mango preparadas para el asiento de las lengüetas no oxiden hay que colocar encima de ellas durante este calentamiento previo bórax, para lo cual no se necesita sacar el mango del horno. El bórax se coloca en su sitio con una especie de cuchara de mango bastante largo y preparado de un material que no oxide.

Junto con el mango se debe calentar también previamente la lengüeta Widia y en caso de usarla también la hoja metálica de soldar, para eliminar suciedades de cualquier clase, como grasa, manchas de óxido, el sudor de la mano, etc.

Después de fundido el bórax se limpia la superficie a soldar del mango fuera del horno con un raspador o con un cepillo de alambres, para quitar los últimos restos de óxido, etc. Después empieza la operación de soldar propiamente dicha.

Primero se coloca la lengüeta Widia y al soldar con hoja metálica también ésta en el asiento del mango y la soldadura, que se va a emplear (cobre electrolítico), encima de la lengüeta Widia. Después de esparcido sobre la

herramienta, la lengüeta y el cobre electrolítico, colocados encima de ella, abundante cantidad de bórax (fig. 8), se la introduce en el horno, donde se deja añadiendo varias veces bórax, hasta que se ha fundido el cobre introduciéndose en las juntas de soldadura. Después se retira la herramienta del horno y se oprime la lengüeta con un punzón a mano puntiagudo firmemente contra la base de apoyo (fig. 9), para que quede una capa delgada de cobre. Una capa de soldadura demasiado gruesa influye desfavorablemente sobre la firmeza de la soldadura de la lengüeta.

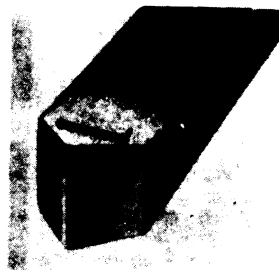


Fig. 8. Herramienta sin hoja metálica de soldar lista para la soldadura.

El punzón a mano debe ser puntiagudo para que no se enfrie de repente la lengüeta todavía caliente por el contacto con un cuerpo de acero mayor y frío.



Fig. 9

Forma de apretar una lengüeta Widia después de la soldadura.

Para proteger a las lengüetas Widia de un enfriamiento demasiado rápido, hay que colocar todas las herramientas, después de solidificarse el cobre en carbón de electrodos molido, que se puede adquirir en el comercio (fig. 10), lo mismo si han sido soldadas en el horno de soldar o con el mechero. Solo después de enfriarla completamente la herramienta se la puede afilar.



Fig. 10. Las herramientas Widia soldadas se colocan en carbón de electrodos molido.

## Afilado de las herramientas Widia

### Observaciones generales

El afilado de los filos de las herramientas Widia y los ángulos de corte justos son de una importancia extraordinaria y bastante mayor de lo que generalmente se supone. El rendimiento de corte y la conservación del filo de la herramienta, así como la calidad del acabado de la superficie y la conservación de la exactitud de las dimensiones de las piezas terminadas, dependen en alto grado de la calidad intachable del filo de la herramienta Widia.

El empleo de una plantilla de afilar debía ser natural en todos los talleres. (Fig. 11a - d.)

Con un procedimiento de afilar adecuado y con muelas de afilar apropiadas se puede conseguir el mismo acabado intachable del filo de las herramientas Widia como de las de acero rápido. Para ello apenas se necesita más tiempo para el afilado y los gastos tampoco resultan más altos, a pesar de que el Widia es mucho más duro.

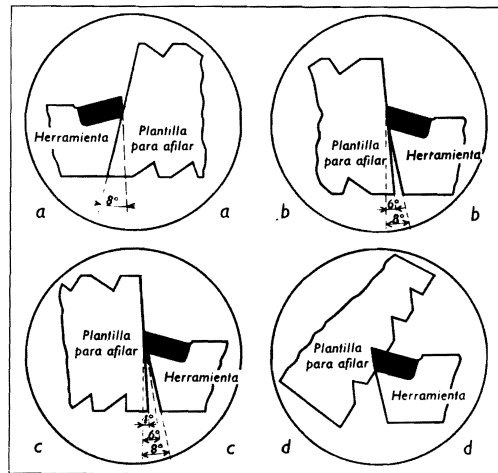


Fig. 11a - d. Empleo de la plantilla de afilar.

El afilado de las herramientas Widia se compone en general de tres operaciones, en algunos casos también de cuatro, a saber:

1. Afilado del mango: para ello se necesita una muela de corundum basta. Se deja el ángulo libre aproximadamente  $2^\circ$  mayor que el ángulo libre de la lengüeta Widia, para que el material del mango no llegue en contacto con la muela especial de carburo de silicio. El material blando del mango embotaría la muela de carburo de silicio.
2. Afilado previo de desbaste de la lengüeta Widia: para esto sirve solo una muela especial de carburo de silicio de grano más bien basto. Después de esta operación queda el filo aún imperfecto y mellado.

3. Afilado final de la lengüeta Widia: Para ello también sirve solo una muela especial de carburo de silicio, pero de grano más fino. Las herramientas de desbastar y afinar ya se dejan afiladas en esta operación con los ángulos de corte indicados en nuestra tabla de ángulos (pág. 339). A las herramientas para un trabajo finísimo se les deja aún un ángulo 2° mayor de lo indicado en dicha tabla.
4. Afilado extrafino de la lengüeta Widia: Esta operación solo es posible efectuarla con un disco de afilar con polvo de diamante y se precisa, ante todo, para herramientas para un trabajo finísimo y con las cuales se desea obtener superficies de un acabado limpiísimo.



Fig. 12. Reproduce una herramienta Widia con afilado extrafino afilada correctamente.



Fig. 13. Presenta una herramienta Widia completamente estropeada por haberla afilado con muelas no apropiadas.



Afilado previo de desbaste.



Afilado final.



Afilado extrafino.

Fig. 14. Reproduce los distintos grados del afilado.

## Afilado a mano o afilado automático

Las herramientas Widia deben afilarse en general solo a mano. En los casos en que no se puede evitar el afilado automático teniendo en cuenta

la forma y exactitud de la herramienta, hay que emplear para el afilado final muelas especiales de carburo de silicio con ligazón más blanda o discos de afilar de diamante. Para el uso de estas muelas especiales de carburo de silicio está dando buen resultado una velocidad de circunferencia de 4 a 10 m/seg.

## Afilado en húmedo o en seco

La cuestión tan discutida, si se debe afilar en húmedo o en seco, la podemos contestar después de las experiencias de un decenio, en el sentido de que con un afilado en húmedo correctamente ejecutado hasta ahora nunca se han presentado dificultades, mientras que al afilar en seco se está observando a menudo formaciones de grietas en las lengüetas (figs. 15 y 16). El afilado en seco es suficiente en algunos casos, pero el afilado en húmedo se puede recomendar siempre.



Fig. 15. Calentamiento excesivo del filo de una herramienta Widia al afilar en seco, con una muela no apropiada o con una presión de afilado demasiado fuerte.



Fig. 16. Formación de grieta debida a calentamiento excesivo.

Pero no es suficiente refrigerar solo a gotas, sino el agua de refrigerar clara tiene que correr abundantemente. El agua de refrigerar tiene que estar clara, para que el operario vea al afilar lo que está afilado.



Por este motivo el agua debe salir del tubo de conducción en un chorro continuo e igual, como se ve en la fig. 17.



Fig. 17. Conducción del agua correcta durante el afilado.

Hay que observar con sumo cuidado, que herramientas que al trabajar han perdido el filo y se han calentado, no deben afilarse en este estado caliente con agua fría, porque podían formarse grietas. Es preciso dejar enfriar antes completamente estas herramientas.

## Elección de las muelas de afilar

El consumidor debe elegir cuidadosamente las muelas especiales necesarias para el afilado de las herramientas Widia, en lo que a calidad, grano, dureza y especialmente tamaño se refiere. Es conveniente emplear muelas de las dimensiones siguientes:

Sección del mango de la herramienta	Diámetro de las muelas	Ancho de las muelas
más de 40 mm. □	400 hasta 500 mm.	60 a 80 mm.
20 hasta 40 mm. □	300 hasta 400 mm.	40 a 60 mm.
menos de 20 mm. □	200 hasta 300 mm.	30 a 40 mm.

Muelas de diámetros demasiado pequeños vuelven a producir siempre un afilado cóncavo del frente del ángulo libre, variando así forzosamente



Fig. 18a. Frente del ángulo libre afilado correctamente.

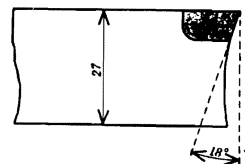


Fig. 18b. Frente del ángulo libre afilado en cóncavo y por lo tanto, falso.

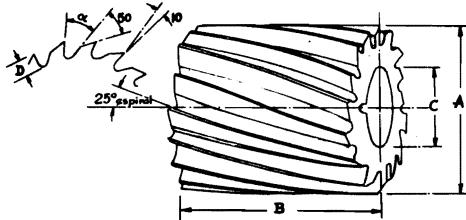
el tamaño de los ángulos libres no ofreciéndose a la lengüeta Widia un apoyo suficiente (fig. 18 a y b).

Antes de adquirir muelas y máquinas de afilar se debe también aclarar, si conviene afilado de circunferencia o de frente. Se recomienda efectuar todos los trabajos de afilado en la superficie de la salida de viruta, así como el afilado previo del frente del ángulo libre en la circunferencia de la muela de afilar y solo el afilado final del frente del ángulo libre con afilado de frente.

Antes de empezar a trabajar hay que igualar las muelas con el diamante, para que marchen sin golpe, y después hay que volver a dejar áspera la superficie de las muelas con ruedecitas de torneear las muelas.

Las muelas deben girar a la velocidad de circunferencia indicada en la etiqueta, y que es, como término medio, de aproximadamente 25 m/seg.

## FRESA DE PLANEAR NORMAL

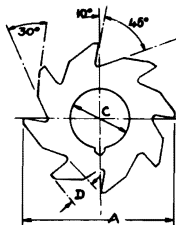
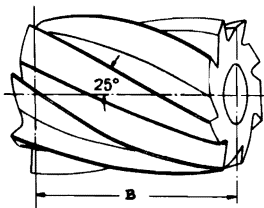


**DIMENSIONES DE LA FRESA**

A	B	C	D	$\alpha$	PASO	N.º de DIENTES	CHAVETERO
75	100	26	10	65°	504	16	8 x 8
100	150	32	12	60°	672	16	10 x 10

## FRESA DE PLANEAR PARA DESBASTE

**Materiales tenaces**

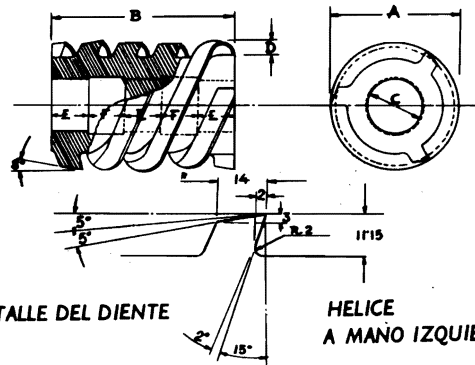


**DIMENSIONES DE LA FRESA**

A	B	C	D	Paso de la HELICE	N.º de DIENTES	$\alpha$ de la HELICE
75	100	32		504	8	25°
100	150	38		672	8	25°

## FRESA DE PLANEAR

**Para Aluminio, Bronces y Aceros blandos**



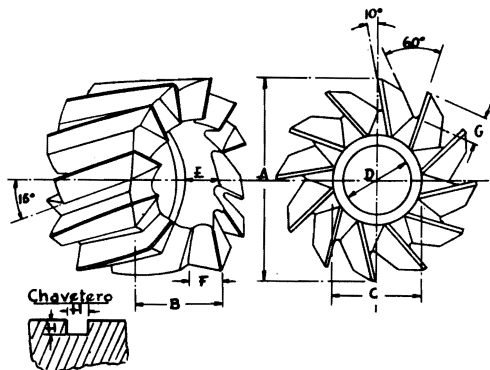
DETALLE DEL DIENTE

HELICE  
A MANO IZQUIERDA

**DIMENSIONES DE LA FRESA**

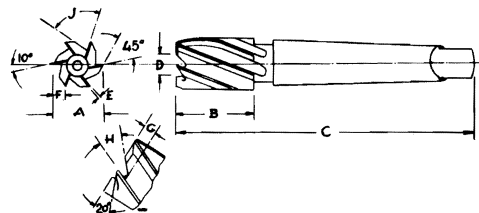
A	B	C	D	E	F	PASO de la HELICE
75	100	32	10	32	38	106
100	150	38	10	25	38	137

# FRESA FRONTAL PARA MANDRIL



**DIMENSIONES DE LA FRESA**

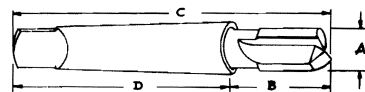
A	B	C	D	E	F	G	N.º de DIENTES	PASO	CHAVE-TERO H x H
50	50	27	19	10	6	6	12	586	5 x 5
60	50	35	25	13	7	8	»	702	6.5 x 6.5
75	60	38	»	16	9	10	»	878	8 x 8
100	70	57	»	19	11	13	»	1.171	10 x 10



**DIMENSIONES DE LA FRESA - mm.**

A	B	C	D	E	F	G	H	J	ANGULO de la HELICE	PASO	CONO MORSE N.º
7	16	88	2	0.4	1.2	1.25	20°	90°	7	179	1
10	20	90	3	0.4	1.5	1.5	20°	90°	7	251	1
15	26	102	5	0.8	2	2	20°	90°	7	383	1
20	31	122	8	0.8	4	3	30°	90°	7	512	2
25	41	150	9	0.8	4.7	4	30°	90°	12	369	3
30	50	160	12	0.8	5	5	25°	75°	12	443	3
40	57	188	18	0.8	6.3	6	25°	75°	12	591	4
50	67	200	25	0.8	7	6	30°	70°	12	759	4

**FRESAS DE DOS CORTES PARA CHAVETERO**

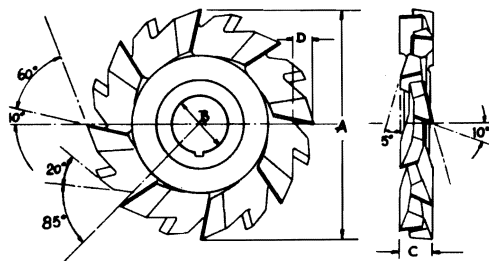


**DIMENSIONES DE LA FRESA - mm.**

A	B	C	D	CONO MORSE N.º
5 a 7	10	75	65	1
8 a 10	15	80	65	1
11 a 15	20	85	65	1
16 a 20	28	106	78	2
21 a 25	35 a 38	113 a 133	78 a 95	2 a 3
26 a 30	45	140	95	3

## FRESA PARA RANURAR

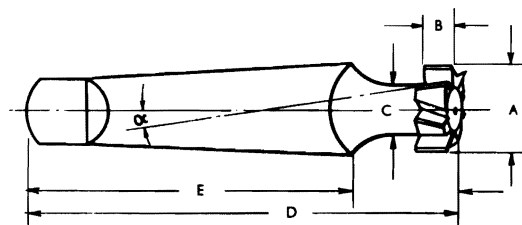
corde por tres caras-dientes en zig zag



**DIMENSIONES DE LA FRESA**

A	B	C	D	PASO DE LA HELICE	ANGULO $\alpha$	N.º de DIENTES
75	22	10	7.5	1676	10°	18
75	22	15	7.5	»	»	»
100	26	12	10	2235	»	20
100	26	18	»	»	»	»
150	32	16	15	3352	»	22
150	32	20	»	»	»	»
175	38	22	17.5	3911	»	24
175	38	25	»	»	»	»

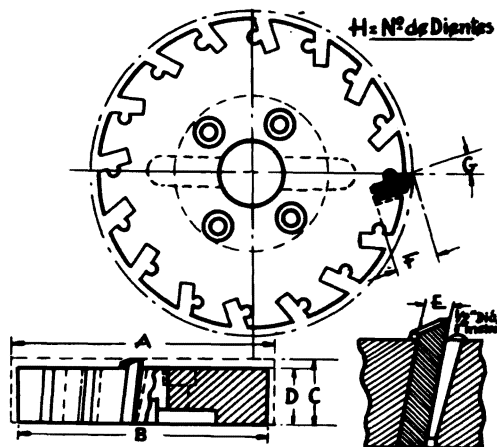
## FRESAS DE FORMA T PARA CANALES



**DIMENSIONES DE LA FRESA mm.**

A	B	C	D	E	ANGULO $\alpha$	PASO	CONO MORSE
15.5	5	7	84	65	12°	229	1
17.5	5.5	8	86	65	»	258	1
19.5	6	9	88	65	»	288	1
21.5	6.5	10			»	317	
23.5	7	12	104	78	»	347	2
26	7.75	14	106	78	»	378	2
30	8.75	16	108	78	»	443	2
34	9.75	18			»	506	
38.5	11	20	131	95	»	521	3
42.5	12				»	627	
49	13.3	26	137	95	»	724	3
55	14.3				»	812	

## FRESA TIPO CORONA PARA ENCARAR



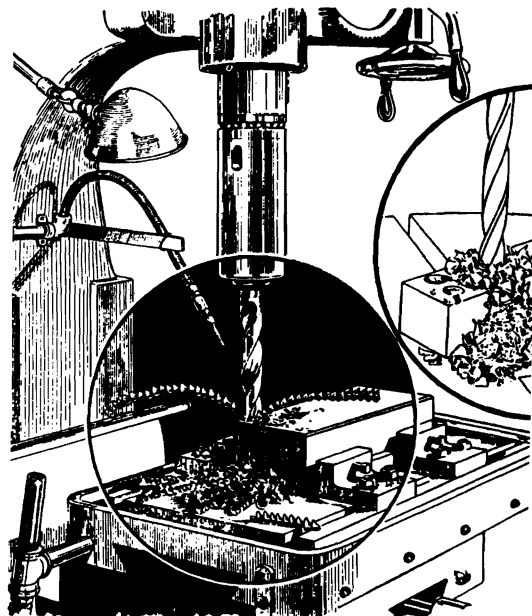
**DIMENSIONES DE LA FRESA EN mm.**

A	B	C	D	E	F	G	Dientes
203	187	54	44	10	30	15°	12
254	238	60	50	10	30	»	16
305	285	73	64	13	32	»	18
355	338	86	75	13	»	»	22
406	381	98	88	13	»	»	24
457	437	98	88	13	»	»	28

## BROCAS

Es necesario observar un correcto afilado para que trabaje bien la broca.

La herramienta está bien afilada cuando sale la viruta de una forma rizada y continua; y defectuosa si la viruta sale en pequeñas partes sin rizar.



# AFILADO DE BROCAS

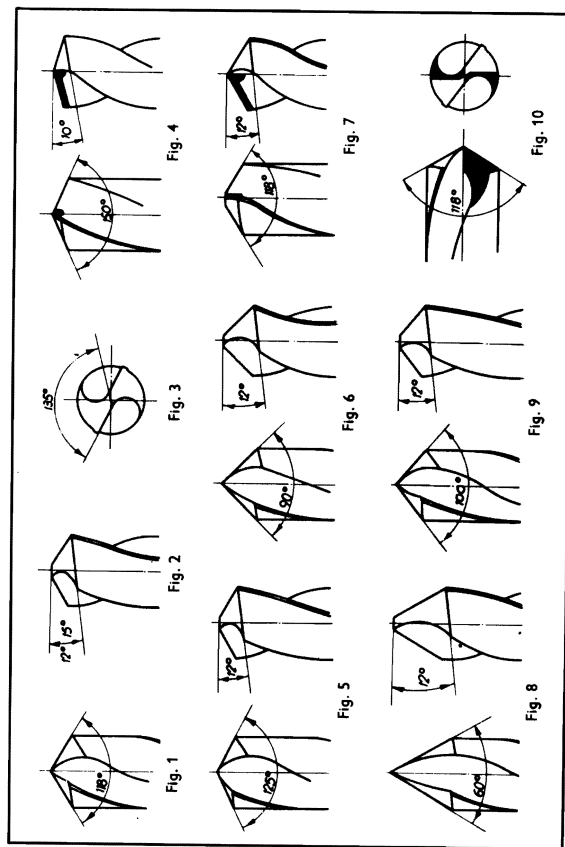
Figura núm.	MATERIAL A TALADRAR
1-2-3	Afilado normal para acero dulce y fundición.
4	Acero de carriles 7 % a 13 % de manganeso y materiales duros.
5	Acero forjado y de tratamiento hasta una dureza Brinell 250.
6	Hierro fundido blando.
7	Bronce y latón.
8	Madera dura, bakelita, goma, fibra y ebonita.
9	Cobre, aluminio, metal blanco.
10	Afilado de pequeñas brocas para perforaciones muy profundas.

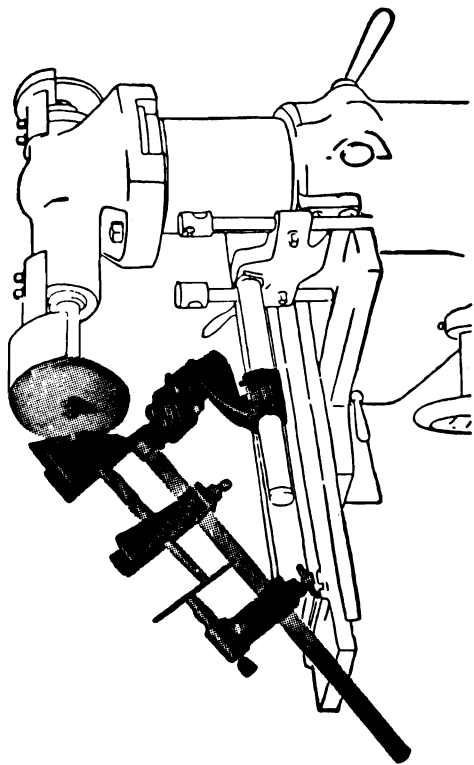
## IMPORTANTE

Al empezar la operación de taladrar, es de gran importancia para la conservación de la broca, el perforar dos o tres agujeros con avances y velocidades reducidas en lugar de trabajar en seguida a los avances y velocidades normales.

De este modo se produce un calentamiento progresivo en la broca, lo que aumenta su resistencia y duración.

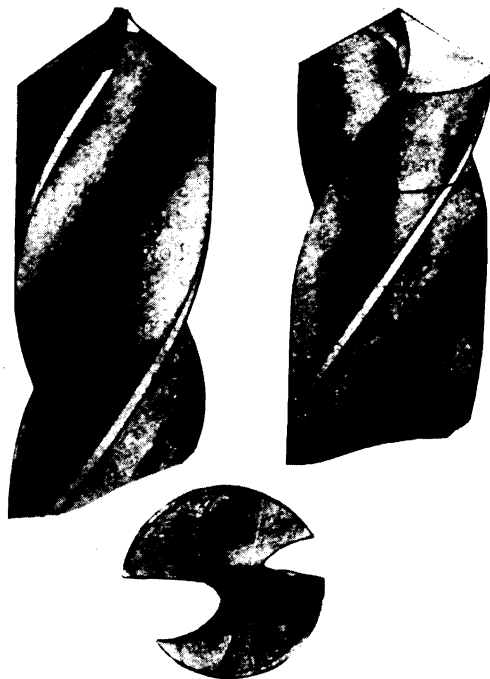
**Refrigerar constantemente**



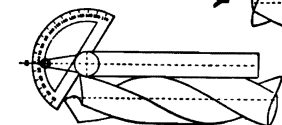
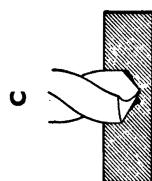
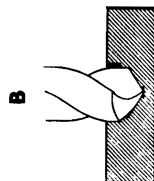
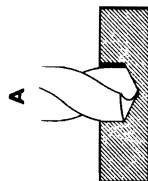


Dispositivo para afilado correcto de brocas

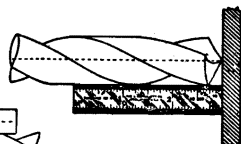
## DETALLES DE UNA BROCA BIEN AFILADA



## DEFECTOS EN EL TRABAJO DE LAS BROCAS MAL AFILADAS



H



Y

A = Filos de longitud desigual, el diámetro del agujero producido es mayor que la broca.

B = Filos desiguales y ángulos de corte distintos, el agujero resulta excesivamente grande, la broca oscila.

C = Ángulos de corte desiguales, punta descendida, solo corta uno de los filos, la broca trabaja desequilibrada y tiende a oscilar.

D = Comienzo del agujero descentrado.

E = Corrección por medio de ranura hecha con una uñeta.

F = Comienzo del agujero corregido.

H = Comprobación de ángulos de los filos.

Y = Medición de las alturas de los filos.

F

E

D

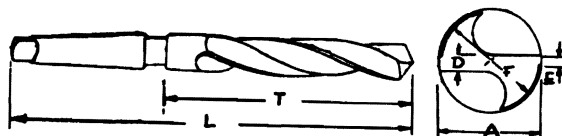


## DIAGNOSTICO DE LA BROCA

SINTOMA	CAUSA	REMEDIO
Broca rota.	Alabeo en la máquina o en la pieza. Muy poco espacio de labio. Muy poca velocidad. Refrigerante inadecuado.	Examine la rigidez de la máquina o la pieza a taladrar. Reafilase bien. Auméntese la velocidad. Emplee el refrigerante adecuado.
Puntas exteriores de filos de corte, rotas.	El material que se taladra es sucio o muy duro. Demasiada velocidad.	Redúzcase la velocidad y limpie el agujero que se practica.
Espiga rota.	Demasiado avance o más probablemente la espiga no ajusta en la boquilla del taladro a causa de estar sucia o gastada.	Redúzcase el avance o limpie y examine si ajusta bien en la boquilla.
Labios o filos de corte astillados.	Excesivo avance o demasiado espacio de labio.	Redúzcase el avance. Reafilase bien.
Broca de alta velocidad astillada o rajada.	Calentada muy rápidamente al afilar o taladrar.	Calientese despacio antes de usarla.
Agujero mayor que la broca.	Filos de corte o ángulos desiguales, o ambos defectos a la vez.	Reafilase bien.
Agujero con paredes rugosas.	Broca rota o mal afilada. Lubricante malo y falta de lubricante.	Lubriquese bien o reafilase si está desafilado.
El centro se raja.	Muy poco espesor el labio o excesivo avance.	Reafilase con debido espacio de labio. Redúzcase el avance.



# BROCAS



A = Diámetro de la broca.

B = Paso de la hélice.

C = Ángulo de inclinación de la mesa de la fresadora.

L = Longitud total.

D = Espesor del alma.

E = Ancho de la guía.

F = Diámetro de la parte destalonada.

T = Longitud del espiral de corte.

## N.º DEL CONO MORSE PARA BROCAS

Cono morse n.º

1 de 3 a 14 mm.  
2 de 15 a 23 mm.  
3 de 24 a 32 mm.  
4 de 33 a 50 mm.  
5 de 51 a 75 mm.

A	B	C	D	E	F	L	T	A	B	C	D	E	F	L	T
3	30	16°	0.7	0.7	2.60	130	43	27	177	26°	4.23	1.75	25.75	287	148
4	40	17°	0.8	»	3.60	136	49	28	180	»	4.39	2	26.75	298	181
5	50	»	0.9	»	4.50	152	65	29	185	27°	4.55	»	27.75	302	184
6	55	»	1.00	0.8	5.50	155	68	30	188	»	4.71	»	28.75	305	187
7	65	18°	1.10	0.9	6.40	159	75	31	192	»	4.86	»	29.75	308	190
8	70	19°	1.25	»	7.30	162	78	32	197	28°	5.02	»	30.75	358	214
9	77	20°	1.35	»	8.30	171	87	33	200	»	5.18	»	31.5	362	217
10	82	»	1.50	»	9.20	178	94	34	203	»	5.33	2.25	32.5	364	220
11	87	»	1.73	»	10.20	184	100	35	207	»	5.49	»	33.5	368	224
12	95	21°	1.88	1.25	11.20	190	106	36	210	29°	5.65	»	34.5	374	230
13	103	»	2.04	»	12.20	203	119	37	214	»	5.80	»	35.5	378	236
14	110	22°	2.20	»	13.20	209	122	38	217	»	5.96	»	36.5	381	240
15	117	»	2.36	»	14	221	124	39	220	30°	6.12	2.75	37.5	»	244
16	122	»	2.51	»	15	221	»	40	223	»	6.28	»	38.5	394	248
17	128	23°	2.66	»	16	234	136	41	226	»	6.43	»	39.5	396	252
18	133	»	2.82	1.50	17	241	143	42	230	»	6.59	»	40.5	406	255
19	140	»	2.88	»	18	247	149	43	232	»	6.75	»	41.5	»	»
20	145	24°	3.14	»	19	254	152	44	235	31°	6.90	3	42.5	412	257
21	150	»	3.30	»	20	»	155	45	237	»	7.02	»	43.5	412	»
22	154	»	3.45	»	21	»	155	46	240	»	7.22	»	44.5	»	262
23	158	»	3.60	1.75	22	»	»	47	243	32°	7.37	»	45.5	»	»
24	163	25°	3.76	»	22.75	273	»	48	245	»	7.53	»	46.5	422	»
25	167	»	3.92	»	23.75	279	162	49	250	»	7.70	»	47.5	»	»
26	172	26°	4.08	»	24.75	282	165	50	255	»	8.00	»	48.5	»	»

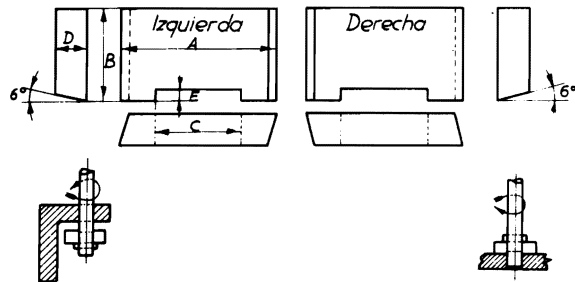
# BROCAS

Equivalencias en mm. de la clasificación americana en galga y letras para indicar diámetros de brocas

Galga núm.	mm.	Galga núm.	mm.	Galga núm.	mm.	Galga núm.	mm.	LETRA	mm.
1	5,79	21	4,04	41	2,43	61	0,99	A	5,94
2	5,61	22	3,99	42	2,37	62	0,96	B	6,04
3	5,41	23	3,91	43	2,26	63	0,94	C	6,14
4	5,30	24	3,86	44	2,18	64	0,91	D	6,24
5	5,21	25	3,78	45	2,08	65	0,89	E	6,35
6	5,18	26	3,73	46	2,05	66	0,84	F	6,52
7	5,10	27	3,65	47	1,99	67	0,81	G	6,62
8	5,05	28	3,56	48	1,93	68	0,78	H	6,75
9	4,98	29	3,45	49	1,85	69	0,73	I	6,90
10	4,91	30	3,26	50	1,77	70	0,71	J	7,03
11	4,85	31	3,05	51	1,70	71	0,66	K	7,13
12	4,80	32	2,94	52	1,61	72	0,63	L	7,36
13	4,70	33	2,87	53	1,50	73	0,61	M	7,49
14	4,62	34	2,82	54	1,39	74	0,56	N	7,67
15	4,57	35	2,79	55	1,32	75	0,53	O	8,02
16	4,49	36	2,70	56	1,17	76	0,50	P	8,20
17	4,39	37	2,64	57	1,09	77	0,45	Q	8,43
18	4,30	38	2,57	58	1,06	78	0,40	R	8,61
19	4,21	39	2,52	59	1,04	79	0,36	S	8,83
20	4,09	40	2,48	60	1,01	80	0,34	T	9,09
								U	9,34
								V	9,57
								W	9,80
								X	10,08
								Y	10,26
								Z	10,49

# CUCHILLAS O LAMAS PARA MANDRINOS DE TALADROS

Serie normal para refrentar asientos de tuercas «Whitworth»



Para tuercas de	A	B	C	D	E	Dímetro del mandrino para esta cuchilla	Para tuercas de	A	B	C	D	E	Dímetro del mandrino para esta cuchilla
mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.		mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	
1/4"	17	12,5	5,5	3	1,5	6,3	1 1/4"	56	24	26,5	6	3	28,5
5/16"	18	12,5	6,5	3	1,5	7,9	1 1/4"	62	24	29,5	6	3	31,7
3/8"	22	18	8	3	1,5	9,5	1 3/8"	67	29	33	6	3	34,9
7/16"	26	18	9,5	3	1,5	11	1 1/2"	72	34	36	8	4	38
1/2"	28	18	11	5	2,5	12,7	1 3/8"	77	39	39	8	4	41,2
9/16"	32	18	12	5	2,5	14,2	1 3/4"	83	39	42	8	4	44,4
5/8"	34	18	13,5	5	2,5	15,8	2"	94	48	48	8	4	50,7
11/16"	37	18	15,5	5	2,5	17,4	2 1/8"	106	48	54,5	8	4	57
3/4"	40	18	17	5	2,5	19	2 1/2"	116	48	61	10	5	63,4
13/16"	42	22	18,5	5	2,5	20,6	2 3/4"	125	48	67,5	10	5	69,8
7/8"	45	22	20	6	3	22,2	3"	135	48	73,5	10	5	76
1"	51	24	23,5	6	3	25,4							

# MANDRINOS PARA TALADROS

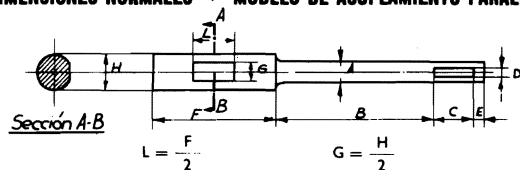
DIMENSIONES NORMALES + MODELO CÓNICO



A	B	C	D	E	CONO MORSE NUM.	A	B	C	D	E	CONO MORSE NUM.
mm.	mm.	mm.	mm.	mm.		mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	
10	150	20	3	9	2	31	250	35	10	30	3
11	150	20	3	9	2	32	250	35	10	30	3
12	150	20	3	9	2	33	250	35	10	30	3
13	150	20	3	9	2	34	250	35	10	30	3
14	150	20	5	15	2	35	250	35	10	30	4
15	150	20	5	15	2	36	250	40	10	30	4
16	150	20	5	15	2	37	250	40	10	30	4
17	150	20	5	15	2	38	250	40	10	30	4
18	150	20	5	15	2	39	250	40	10	30	4
19	150	20	5	15	2	40	250	45	12	36	4
20	250	25	6	18	3	41	250	45	12	36	4
21	250	25	6	18	3	42	250	45	12	36	4
22	250	25	6	18	3	43	250	45	12	36	4
23	250	25	6	18	3	44	250	45	12	36	4
24	250	25	6	18	3	45	250	50	12	36	4
25	250	30	8	24	3	46	250	50	12	36	4
26	250	30	8	24	3	47	250	50	12	36	4
27	250	30	8	24	3	48	250	50	12	36	4
28	250	30	8	24	3	49	250	50	12	36	4
29	250	30	8	24	3	50	250	55	12	36	4
30	250	35	10	30	3						

# MANDRINOS PARA TALADROS

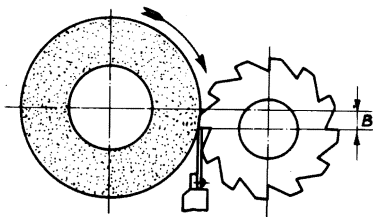
## DIMENSIONES NORMALES + MODELO DE ACOPLAMIENTO PARALELO



A	B	C	D	E	F	Acoplamiento H	A	B	C	D	E	F	Acoplamiento H
mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.
10	150	20	3	9	75	25	31	250	35	10	30	75	25
11	150	20	3	9	75	25	32	250	35	10	30	75	25
12	150	20	3	9	75	25	33	250	35	10	30	75	25
13	150	20	3	9	75	25	34	250	35	10	30	75	25
14	150	20	5	15	75	25	35	250	35	10	30	75	25
15	160	20	5	15	75	25	36	250	40	10	30	75	25
16	150	20	5	15	75	25	37	250	40	10	30	75	25
17	150	20	5	15	75	25	38	250	40	10	30	75	25
18	150	20	5	15	75	25	39	250	40	10	30	75	25
19	150	20	5	15	75	25	40	250	45	12	36	75	38
20	250	25	6	18	75	25	41	250	45	12	36	75	38
21	250	25	6	18	75	25	42	250	45	12	36	75	38
22	250	25	6	18	75	25	43	250	45	12	36	75	38
23	250	25	6	18	75	25	44	250	45	12	36	75	38
24	250	25	6	18	75	25	45	250	50	12	36	75	38
25	250	30	8	24	75	25	46	250	50	12	36	75	38
26	250	30	8	24	75	25	47	250	50	12	36	75	38
27	250	30	8	24	75	25	48	250	50	12	36	75	38
28	250	30	8	24	75	25	49	250	50	12	36	75	38
29	250	30	8	24	75	25	50	250	55	12	36	75	38
30	250	35	10	30	75	25							

## AFILADO DE FRESAS

# NORMAS PARA AFILADO DE FRESAS

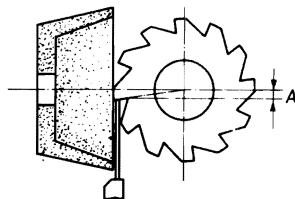


B = Diferencia de altura entre el centro de la fresa y la muela.

El soporte de apoyo quedará siempre a igual altura que el centro de la fresa.

DIAMETRO DE LA MUELA mm.	B PARA 5.º mm.	B PARA 7.º mm.	DIAMETRO DE LA MUELA mm.	B PARA 5.º mm.	B PARA 7.º mm.
50	2	3	121	5	7
57	2	4	127	6	8
63	3	4	133	6	8
70	3	4	140	6	9
76	3	5	146	6	9
83	4	5	152	7	10
89	4	6	158	7	10
95	4	6	165	7,25	10,25
102	4	6	171	7,5	10,5
108	5	7	177	7,8	11
114	5	7			

# NORMAS PARA AFILADO DE FRESAS



A = Diferencia de altura entre el centro del eje y el soporte de apoyo

**Fórmula para hallar la distancia A entre el soporte de apoyo y el centro del eje**

## FÓRMULA

Grados de incidencia  $\times$  diámetro de la fresa  $\times 0.0088 = A$

0.0088 = CONSTANTE

$\alpha$  = GRADOS DE INCIDENCIA

Diámetro de la fresa mm.	A para 5.º mm.	A para 7.º mm.	Diámetro de la fresa mm.	A para 5.º mm.	A para 7.º mm.	Diámetro de la fresa mm.	A para 5.º mm.	A para 7.º mm.
5 a 6	0,27	0,385	45 a 50	2	3,04	128 a 140	6,14	7,62
7 a 10	0,38	0,55	51 a 57	2,51	3,42	141 a 152	6,70	9,14
11 a 13	0,55	0,76	58 a 63	2,79	3,81	153 a 165	7,26	9,90
14 a 16	0,71	0,93	64 a 70	3,07	4,19	166 a 178	7,82	10,66
17 a 19	0,83	1	71 a 76	3,35	4,57	179 a 190	8,38	11,43
20 a 22	0,93	1,32	77 a 82	3,63	4,95	191 a 203	8,94	12,19
23 a 25	1	1,52	83 a 89	3,91	5,33	204 a 229	10	13,71
26 a 29	1,27	1,70	90 a 95	4,15	5,71	230 a 254	11,17	15,24
30 a 32	1,39	1,90	96 a 102	4,47	6,09	254 a 260	11,44	16,12
33 a 38	1,67	2,28	103 a 114	5	6,85	261 a 270	11,88	16,63
39 a 44	1,95	2,66	114 a 127	5,58	7,62	271 a 280	12,32	17,24

Las dimensiones dadas en la tabla para A son un promedio entre diámetros de las fresas. Por eso no coinciden exactamente con la aplicación de la fórmula.

## Afilado de fresas

Las fresas para tallar engranajes y fresado de formas varias, las cuales se conocen con el nombre de perfil constante, deben afilarse radialmente, otra forma de afilado cambia el perfil, lo cual hace que el trabajo de la fresa sea imperfecto.

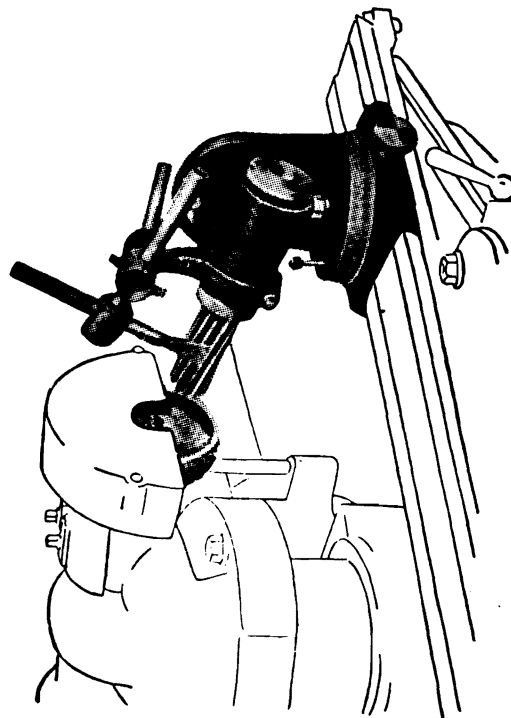
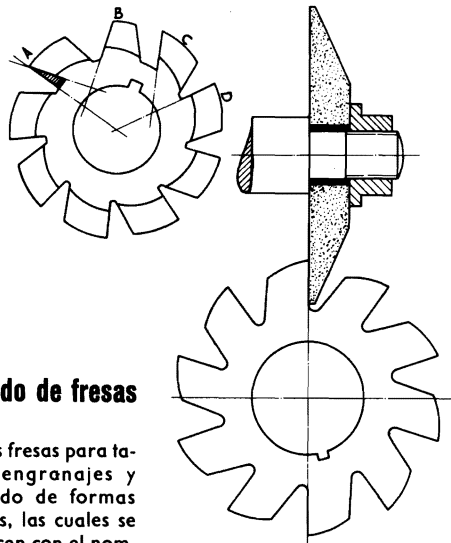
Las figuras detallan:

A = Afilado radial pero oblicuo al eje, es, por tanto, incorrecto.

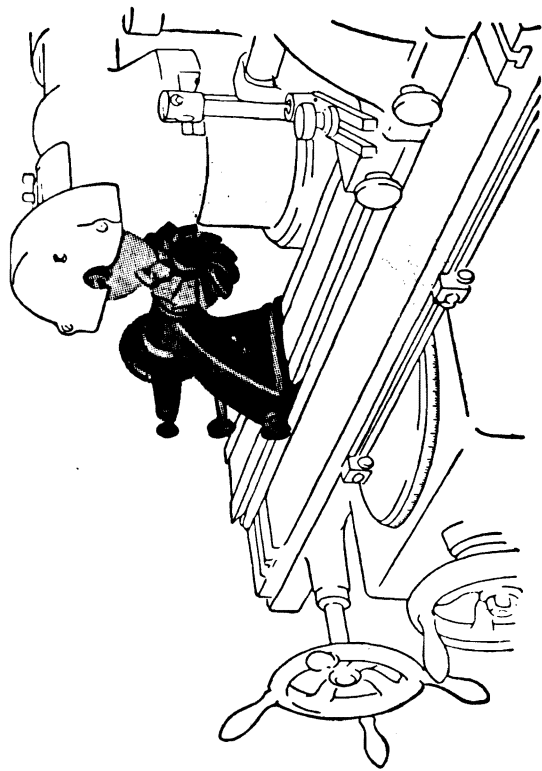
B y C = Afilados incorrectos.

D = Afilado radial correcto.

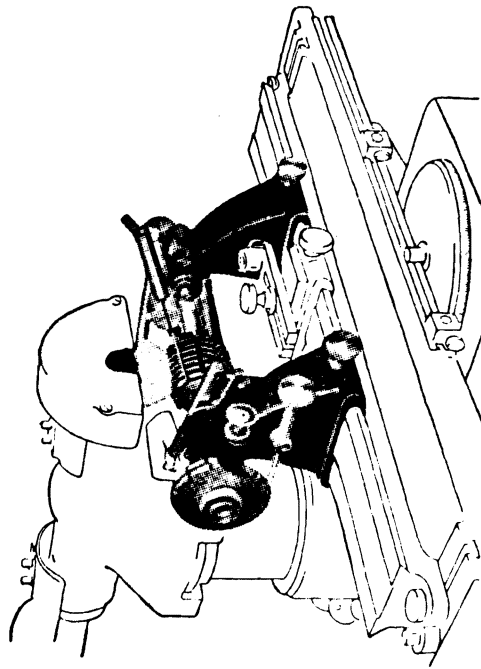
Se muestra también una buena posición de la muela con la fresa para afilado correcto.



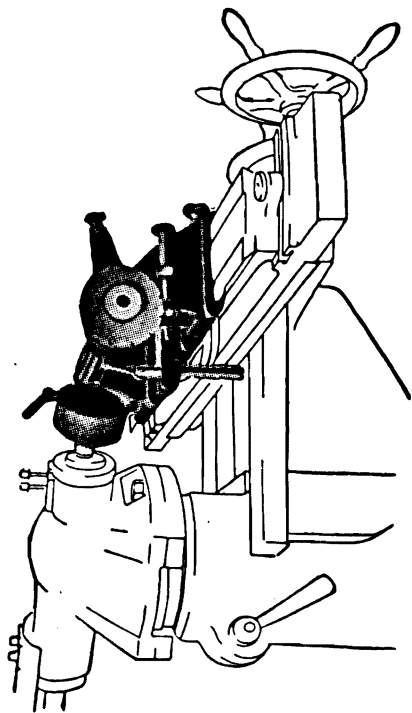
Afilado frontal de una fresa



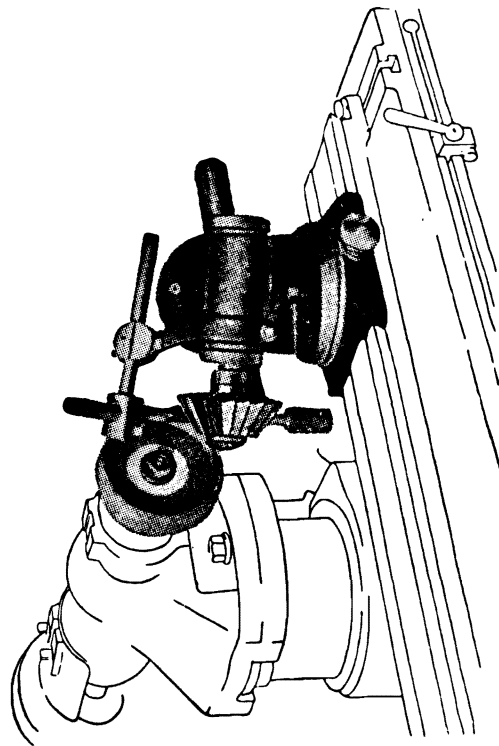
Afilado de una fresa módulo



Afilado de una fresa sinfin para tallar dientes de engranaje



Afilado de fresas



Afilado de una fresa cónica

## Números de revoluciones de las Muelas en cifras aproximadas

Dí- metro de la muela mm.	VELOCIDAD PERIFERICA EN METROS POR SEGUNDO								Dí- metro de la muela mm.
	15 m.	20 m.	25 m.	30 m.	35 m.	40 m.	45 m.	80 m.	
	NÚMERO DE REVOLUCIONES POR MINUTO								
25	12.000	15.300	19.100	23.000	26.750	30.550	34.370	61.150	25
50	6.000	7.650	9.550	11.450	13.400	15.275	17.185	30.570	50
75	4.000	5.100	6.380	7.650	9.000	10.185	11.455	20.380	75
100	3.000	3.825	4.775	5.730	6.700	7.640	8.600	15.290	100
125	2.400	3.050	3.800	4.600	5.300	6.110	6.875	12.230	125
150	2.000	2.550	3.200	3.800	4.450	5.100	5.730	10.190	150
175	1.715	2.200	2.730	3.270	3.825	4.365	4.910	8.730	175
200	1.500	1.910	2.390	2.875	3.343	3.820	4.300	7.650	200
225	1.335	1.700	2.100	2.550	2.975	3.395	3.820	6.800	225
250	1.200	1.525	1.900	2.300	2.675	3.055	3.440	6.120	250
300	1.000	1.275	1.590	1.900	2.230	2.550	2.865	5.100	300
350	860	1.090	1.370	1.640	1.900	2.180	2.450	4.370	350
400	750	960	1.200	1.450	1.675	1.910	2.150	3.820	400
450	665	850	1.060	1.275	1.425	1.700	1.910	3.400	450
500	600	770	960	1.150	1.340	1.525	1.720	3.050	500
550	545	700	850	1.030	1.200	1.390	1.565	2.780	550
600	500	640	800	950	1.110	1.275	1.430	2.550	600
650	460	590	730	875	1.030	1.175	1.320	2.350	650
700	430	540	675	810	950	1.090	1.225	2.180	700
800	375	475	600	715	835	955	1.075	1.910	800
1.000	300	380	480	570	670	765	860	1.530	1.000

Para obtener un rendimiento favorable recomendamos la velocidad periférica de 22-25 metros por segundo para el afilaje a mano y de 25-30 metros por segundo para el afilaje automático. Las revoluciones impresas en las columnas encuadradas deben considerarse como velocidades máximas, bien que todas las muelas poseen una resistencia considerablemente superior, y son probadas a una velocidad de un 40 % más elevada.

**IMPORTANTE:** Material blando = muela dura; material duro = muela blanda.

Si la muela no corta bastante y se abrillanta, es prueba de que resulta demasiado dura, en este caso, conviene reducir la velocidad. Si, por el contrario, se nota un fácil desgaste, conviene aumentar la velocidad.

## MUELAS DE ESMERIL

### FABRICACION «NORTON»

Muelas recomendadas para trabajar diversos materiales

MATERIAL	ABRASIVO	GRANO	GRADO
<b>PISTONES DE ALUMINIO:</b>			
Trabajando exterior.....	Sic. Vit.	36	J
<b>PISTONES HIERRO FUNDIDO:</b>			
Trabajando exterior.....	Sic. Vit.	36	K
<b>BULONES DE PISTON:</b>			
Trabajando exterior.....	Al. Vit.	60	M
<b>AROS DE PISTON:</b>			
Trabajando exterior.....	Sic. Vit.	36	K
<b>RECTIFICACION DE CILINDROS:</b>			
Trabajando en desbaste.....	Sic. Vit.	24	H
» afinado.....	Al. Vit.	46	L
<b>VALVULAS DE MOTOR:</b>			
Trabajando asentos.....	Al. Vit.	60	N
» vástagos.....	Al. Vit.	46	M
<b>CIGÜEÑALES</b>			
Trabajando en desbaste.....	Al. Vit.	36	Q
» afinado.....	Al. Vit.	50	N
<b>RODAMIENTO A BOLAS:</b>			
Trabajando pistas.....	Al. Sil.	3,820	J ó 70-K
» ranura exterior.....	Al. Rub.	80	Q
» ranura interior.....	Al. Rub.	80	N
Afinado de ranuras.....	Al. Rub.	120	N
<b>AFILADO DE BROCAS:</b>	Al. Vit.	46	N
<b>RECTIFICADO DE BROCAS:</b>			
Trabajando en desbaste.....	Al. Vit.	60	L
» afinado.....	Al. Rub.	120	N



# MUELAS DE ESMERIL

## FABRICACION «NORTON»

Muelas recomendadas para trabajar diversos materiales

MATERIAL	ABRASIVO	GRANO	GRADO
<b>ALUMINIO:</b>			
Trabajando exterior.....	Sic. Vit.	40	J
» interior.....	Sic. Shel.	30	J
» superficies planas.....	Al. Vit.	3,824	I
<b>LATON:</b>			
Trabajando exterior.....	Sic. Vit.	36	J
» interior.....	Sic. Vit.	36	J
» superficies planas.....	Sic. Vit.	24	H
<b>BRONCE DURO:</b>			
Trabajando exterior.....	Al. Vit.	46	K
» interior.....	Al. Vit.	60	J
» superficies planas.....	Al. Bak.	60	P
<b>HIERRO FUNDIDO:</b>			
Trabajando exterior.....	Sic. Vit.	36	J
» interior.....	Sic. Vit.	46	I
» superficies planas.....	Sic. Vit.	16	H
<b>COBRE:</b>			
Trabajando exterior.....	Sic. Shel.	70	L
» superficies planas.....	Sic. Vit.	16	H
<b>ACERO DULCE:</b>			
Trabajando exterior.....	Al. Vit.	46	M
» interior.....	Al. Vit.	3,846	L
» superficies planas.....	Al. Vit.	36	K
<b>ACERO TEMPLADO:</b>			
Trabajando exterior.....	Al. Vit.	3,846	L
» interior.....	Al. Vit.	60	L
» superficies planas.....	Al. Sil.	3,830	G
<b>METAL MONEL:</b>			
Trabajos de afinado.....	Al. Bak.	36	P
» desbaste.....	Al. Vit.	24	Q

# MUELAS DE ESMERIL

## FABRICACION «NORTON»

Muelas recomendadas para trabajar diversos materiales

MATERIAL	ABRASIVO	GRANO	GRADO
<b>SIERRAS CIRCULARES PARA METALES.....</b>	Al. Vit.	60	P
<b>MACHOS PARA ROSCAR.....</b>	Al. Vit.	60	N
<b>AFILADO DE FRESAS Y ESCARIADORES.....</b>	Al. Vit.	46 - 60	J - M
<b>CUCHILLAS PARA TORNOS Y ACEPILLADORAS:</b>			
Afilado a mano:			
Cuchillas pequeñas.....	Al. Vit.	46	N
» grandes.....	Al. Vit.	30	O
Afilado automático.....	Al. Vit.	16	P
<b>CUCHILLAS «WIDIA»:</b>			
Afilado en desbaste.....	Sic. Vit.	60	I
» afinado.....	Sic. Vit.	100	I
» muy finas.....	Sic. Vit.	220	G
<b>USO GENERAL EN TALLERES DE CALDERERIA.....</b>	Al. Vit.	12 - 24	Q - S
<b>TALLERES DE FORJA Y ESTAMPACION.....</b>	Al. Vit.	14 - 24	P - S
<b>TALLERES DE FUNDICION:</b>			
Rebarbando bronce.....	Al. Vit.	14 - 36	N - O
» fundición gris.....			
» piezas pequeñas.....	Sic. Vit.	24 - 36	P - S
» » grandes.....	Sic. Vit.	12 - 16	P - S
Fundición dura.....	Sic. Vit.	12 - 16	M - P
» de acero.....	Sic. Vit.	16 - 24	N - P
» maleable.....	Sic. Vit.	12 - 16	M - O

### ABRASIVOS

Abreviaciones usadas en las tablas:

Sic. = Carburo de silicio. Al. = Alumin. Vit. = Vitrificado.  
Sil. = Silicato. Rub. = Goma. Bak = Bakelita.

# GRADOS DE DUREZA (de acuerdo con la fórmula americana)

## a) COMPOSICION CERAMICA

E. F. G. H.....	blando	Q. R. S. T.....	semi-duro
J. K. L.....	semi-blando	U. V. W. X.....	duro
M. N. O. P.....	medio	Y. Z.....	extra-duro

## b) COMPOSICION VEGETAL

1, 1 1/2, 2, 2 1/2.....	semi-blando
3, 4.....	medio
5, 6, 7.....	semi-duro

## GRANOS (de acuerdo con la fórmula americana)

10, 12	14, 16	20, 24, 30	36, 46
muy basto	basto	semi-basto	medio
50, 60, 70	80, 90, 100	120, 150, 180, 200, 250	
semi-fino	fino	muy fino	

Para la elección de las mezclas, obsérvese lo siguiente:

Material blando = Muelas duras.

Material duro = Muelas blandas.

en igualdad de circunstancias y trabajos de afilado:

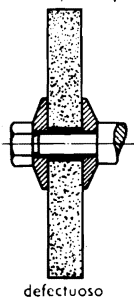
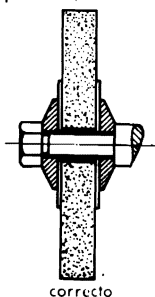
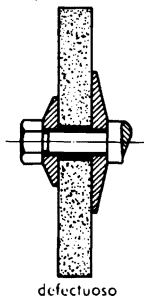
**Cuanto más lento sea el número de revoluciones, más dura deberá ser la muela.**

**Cuanto más elevado sea el número de revoluciones, más blanda deberá ser la muela.**

Las muelas deben retornarse si por la clase de trabajo quedan deformadas y su marcha no es circular. Las dos bridas de sujeción para la muela deben ser algo huecas y tener el mismo diámetro, el cual, por lo menos, ha de ser  $\frac{1}{3}$  del diámetro de la muela. Entre la brida y la muela deben intercalarse inserciones de papel secante, goma o cosa similar.

El atornillado de las tuercas de las bridas debe efectuarse no demasiado fuertemente, el grado perfecto del atornillado será el determinado por la fuerza de una mano armada de la correspondiente llave.

En la operación de afilado a mano libre, procúrese disponer de apoyos ajustables, a fin de que la pieza de labor no pueda quedar sujeta entre la muela y el apoyo.



## Diamantes para retornear muelas de esmeril

Tamaños.....	I	II	III	IV	V	VI
Blancos.....						
Negros.....						

Tamaño natural de los diamantes corrientes, sin engastar

DIAMETRO DE LAS MUELAS	PESO DEL DIAMANTE	TAMAÑOS CORRESPONDIENTES
De menos de 200 mm.....	$\frac{1}{2}$ a $\frac{5}{8}$ de quilate	I - II
Hasta 300 mm.....	$\frac{3}{4}$ a $\frac{7}{8}$ de quilate	III - IV
Hasta 500 mm.....	I quilate	V
De más de 500 mm.....	I $\frac{1}{4}$ a 2 quilates	VI

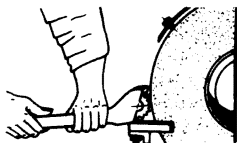


**1. Diamantes blancos (Boarts).** — La forma del diamante tiene siempre menor importancia que la calidad y la elección del tamaño apropiado. Generalmente se presta demasiada atención a la forma de estas piedras.

El tamaño del diamante a elegir dependerá del diámetro y grano de las muelas que se han de retornear. No hace falta decir que un diamante demasiado débil para el trabajo a que se le somete, actuará sobrecargado y se gastará rápidamente, además de que se saltará a menudo.

Una muela de grano extraordinariamente basto o de marcha muy rápida, esforzará naturalmente mucho más a los diamantes. Es recomendable, pues, escoger una piedra algo mayor que la que acusa la tabla precedente. Los diamantes demasiado pequeños son siempre antieconómicos; téngase siempre esto en cuenta para obtener un trabajo racional.

**2. Diamantes negros (Carbons).** — Al contrario de los diamantes blancos, que son cristalinos, los diamantes negros son amorfos y deformes. Los Carbons son generalmente mucho más duros que los Boarts. — De todas maneras, en los Carbons se constatan a menudo diferencias de dureza mucho más pronunciadas que en los Boarts. El precio del diamante negro de buena calidad es sensiblemente más elevado que el del Boart. — Por lo que a la economía del Carbón se refiere, hemos de aclarar que aquélla no depende únicamente del precio, y sí principalmente del uso a que se destina el diamante. — Muchas veces se ignora que a pesar de su mayor dureza absoluta tiene una dureza de desgaste inferior a la del Boart. — De ello se desprende que el diamante negro puede emplearse con utilidad para el retorneado de muelas de marcha moderada, siendo, sin embargo, inadecuado para rectificar muelas de marcha rápida.



## OBSERVACIONES PARA EL USO DE LAS MUELAS

Las muelas deben estar debidamente rodeadas por protectores de material tenaz.

La muela debe ajustar debidamente sobre el eje, pero en ningún caso debe quedar demasiado prieta o agarrotada.

Cúidese de que el eje de la máquina gire en cojinetes de libre juego y de que no golpee.

Al poner en marcha la muela, procúrese llegar al número necesario de revoluciones en forma paulatina.

En la primera puesta en marcha y especialmente cuando la muela esté descubierta o poco protegida, téngase cuidado en no ponerse delante de la muela. Protéjase la muela contra golpes.

Al afilar, la muela se calienta; este calentamiento no debe producirse demasiado rápidamente. Si se somete una muela fría a un rápido y muy fuerte esfuerzo, es de temer desprendimientos de la muela, especialmente en invierno.

Si la muela debe ser esforzada muy fuertemente en sus lados, procúrese emplear muelas correspondientemente gruesas. Si este trabajo lateral es continuo, utilícense las correspondientes muelas de forma.

## ¿POR QUÉ SE ROMPEN TANTO LAS SIERRAS PARA METALES?

**Antes de usar una sierra usted necesita saber varias cosas que no se deben hacer:**

No se debe hacer presión al retroceder.

No lubrifique la sierra cuando corte hierro fundido.

No corte acero fundido o blando sin lubricarlo.

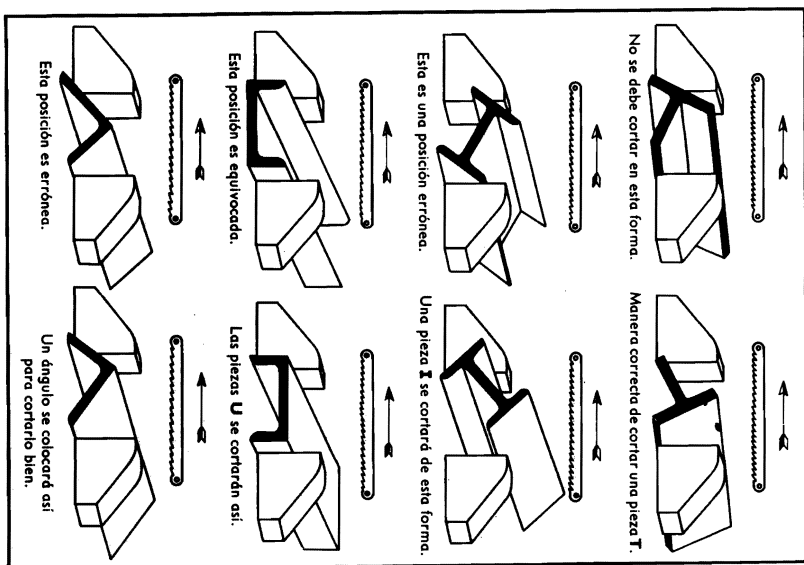
No esfuerce la sierra poniéndola demasiado tensa.

No emplee una hoja nueva en un corte viejo.

No sacuda o vibre una sierra de mano como si fuera un arco.

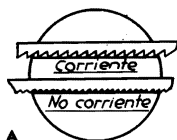


# CÓMO DEBE ASERRARSE



## Instrucciones para el uso de hojas de sierra a mano y mecánicas

La distancia entre dientes nunca debe ser mayor que el espesor del material



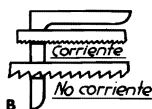
A

Dientes por 1"

Sierras a mano 14

id. máquina ligera 14

id. máquina fuerte 10



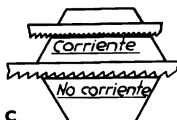
B

Dientes por 1"

Sierra a mano 22

id. máquina ligera 16

id. máquina fuerte 14



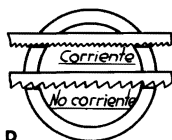
C

Dientes por 1"

Sierras a mano 18

id. máquina ligera 14

id. máquina fuerte 10



D

Dientes por 1"

Sierra a mano 32

id. máquina ligera 22

id. máquina fuerte 14

A. — Para cortar material dulce.

B. — Ángulos de latón, cobre y tubería de hierro.

C. — Trabajos generales en acero, secciones: redonda, plana, cuadrada.

D. — Tubos de electricidad de poco grueso y chapas de metal, ídem.

Núm. de pasadas para el buen trabajo y rendimiento de la sierra: **50 por minuto.**

Sobre instrucciones de la casa fabricante de las hojas de sierra «Boira».

En la Fabricación de Limas se emplean las normas aproximadas siguientes:

### **SERIE NORMAL**

Bastardas de 20 a 25 dientes por pulgada inglesa.  
 Entrefinas » 30 a 40 »  
 Finas » 50 a 60 »  
 Muy finas » 70 a 80 »

### **LIMAS ESPECIALES PARA AJUSTADORES DE HERRAMIENTAS, PLANTILLAS Y ESCANTILLONES**

NUMERACION SEGUN ESCALA AMERICANA U.S.A.

Núm. 0 - 35 dientes por pulgada inglesa.

» 1 - 55 »  
 » 2 - 80 »  
 » 3 - 90 »  
 » 4 - 125 »  
 » 5 - 140 »  
 » 6 - 180 »

NUMERACION SEGUN ESCALA «GROBET» SUIZA

Núm. 0 - 40 dientes por pulgada inglesa.

» 1 - 75 »  
 » 2 - 88 »  
 » 3 - 100 »  
 » 4 - 120 »  
 » 5 - 150 »  
 » 6 - 200 »



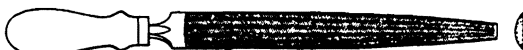
PLANA CANTOS LISOS



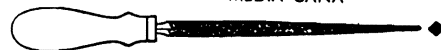
PLANA DE PUNTA



REDONDA



MEDIA CAÑA



CUADRADA



TRIANGULAR



PLANA CONICA



PLANA ANCHA



LIMA FRESA

## CARACTERISTICAS DE LIMAS

### PICADURA DOBLE



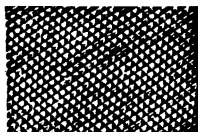
**ASPERA O BASTA**



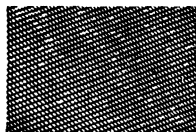
**BASTARDA**



**ENTREFINA**



**MEDIANA**



**FINA**



**MUY FINA**

## CARACTERISTICAS DE LIMAS

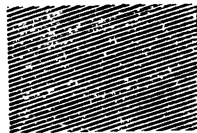
### PICADURA SENCILLA



**ASPERA O BASTA**



**BASTARDA**



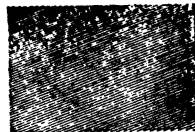
**FINA**



**MEDIANA**



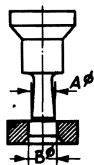
**ENTREFINA**



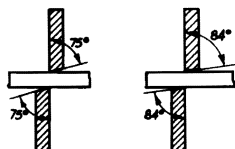
**MUY FINA**

## PUNZONADO Y CIZALLADO

### PUNZONES



### CUCHILLAS PARA CIZALLAS ANGULO DE CORTE



pequeñas  
cizallas

grandes  
cizallas

### HOLGURA ENTRE PUNZON «A» Y MATRIZ «B»

Fórmula: Dividir el espesor de la chapa a punzonar por su constante.

CONSTANTE	Metales blandos, latón y acero dulce.....	20
	Acero semi-duro.....	16
	Acero duro.....	14

Esta holgura debe llevarla bien el punzón o la matriz, depende de la pieza a producir, si su medida básica es interior o exterior.

### PRESION EN KILOGRAMOS PARA PUNZONAR Y CIZALLAR

Fórmula: Longitud del corte × espesor del material × resistencia al cizallamiento en kgs. mm<sup>2</sup> del material.

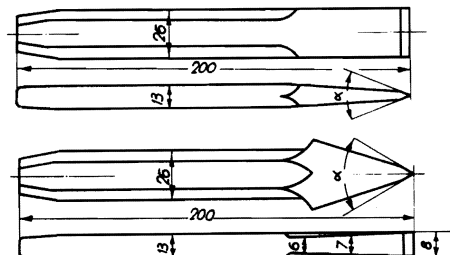
### RESISTENCIA A LA CIZALLA DE LOS MATERIALES MAS USUALES EN KGS. mm<sup>2</sup>

Latón.....	25	Estaño.....	4
Bronce fosforoso.....	28	Acero níquel 3,5 %.....	50
Cobre.....	20	Acero inoxidable.....	50
Cupro-níquel.....	28	Acero dulce.....	32
Metal monel.....	46	» 0,25 % carbono.....	38
Aluminio.....	11	» 0,50 » ».....	50
Duraluminio.....	21	» 0,75 » ».....	56
Plata.....	21	» 1 » ».....	60
Cinc.....	10	» 1,20 » ».....	67

## Cinceles y buriles

modelos para trabajar a máquina y a mano

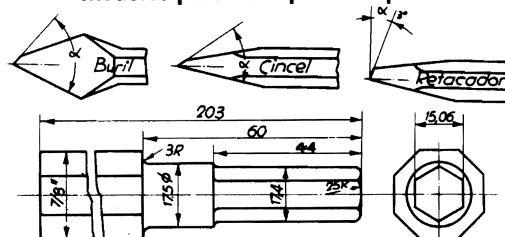
### Modelos para trabajar a mano



### Angulo de corte $\alpha$ para todos los modelos

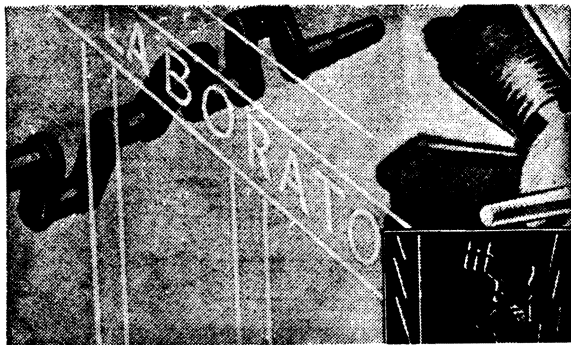
Material . . . . .	$\alpha$
Bronce . . . . .	50°
Acero dulce . . . . .	60°
Fundición . . . . .	80°

### Modelos para trabajar a máquina



Los tipos de máquinas neumáticas corresponden a los fabricados por «Chicago Pneumatic Tool Company», los cuales son, no obstante, Universales.





## Resistencia de materiales

### TERMINOS CONVENCIONALES

**Carga de rotura.** — Es la carga que se necesita aplicar sobre un cuerpo dado, para producir su rotura, ya sea por cizalla, flexión, tracción, etc.

**Carga de trabajo.** — Es la carga que obra sobre los cuerpos, llamada carga o esfuerzo solicitante.

**Carga límite de elasticidad.** — Cuando una fuerza es aplicada sobre un cuerpo cualquiera, éste tiene continuamente deformación, si quitamos la fuerza solicitante y la deformación desaparece, la pieza recobra su forma primitiva, entonces la deformación producida es elástica; si por el contrario la deformación sigue, se nombra permanente.

**Coefficiente de elasticidad.** — Es la tensión bajo la cual un cuerpo sometido a un esfuerzo en el sentido de su longitud se alarga y vuelve a su primitiva longitud; suponiendo que tal deformación sea posible.

$$E = \frac{t}{i}$$

E = Coeficiente de elasticidad.

i = Alargamiento producido por el esfuerzo % mm.

t = Coeficiente de trabajo por milímetro cuadrado.

**Coefficiente de rotura.** — Es la carga susceptible de determinar la rotura de una fibra elemental (1 milímetro cuadrado de sección).

Este coeficiente, así como la elasticidad de los metales, se determina sobre las Barretas o probetas de ensayo cortadas del material a ensayar, según dibujo a continuación:

R = Carga de rotura.

S = Sección de la barreta.

r = Coeficiente de rotura.

$$r = \frac{R}{S}$$

Antes de someter la barreta al ensayo se marcan dos puntos con las distancias que indica el dibujo de las barretas para poder así determinar el alargamiento total producido.

## EJEMPLO

Una barreta que tiene una sección  $30 \times 4$  milímetros rompió bajo un esfuerzo de 5.200 kgs. y la distancia entre marcas después de la rotura es 254 mm.

$$\text{Sección} = 30 \times 4 = 120 \text{ mm}^2$$

$$\text{Carga de rotura} = 5.200 \text{ kgs.}$$

$$\text{Coeficiente de rotura} = \frac{5.200}{120} = 43,3 \text{ kgs.}$$

$$\text{Alargamiento total} = 254 - 200 = 54 \text{ mm.}$$

$$\text{que corresponden a } \frac{54}{200} = 27 \text{ \%}.$$

Resumen, el material ensayado dio una resistencia a la rotura de 43,3 kgs. por milímetro cuadrado, con un alargamiento de 27 % sobre 200 mm. de longitud útil.

**Coeficiente de trabajo.** — Es la carga de trabajo por milímetro cuadrado de sección, derivándose de esto la *tasa de trabajo* o fatiga.

**Coeficiente de seguridad a la rotura.** — Se comprende así que los materiales empleados en la construcción de piezas, no pueden estar cargadas hasta su rotura, y que el coeficiente debe forzosamente ser menor, que el coeficiente de rotura.

## FORMULA

$$\text{Coeficiente de seguridad a la rotura} = \frac{\text{Coeficiente de rotura}}{\text{Coeficiente de trabajo}}$$

## TRACCION

Una pieza está sometida a tracción cuando la fuerza solicitante obra al centro de gravedad de su sección, y en la dirección de su eje, y el esfuerzo solicitante produce (generalmente) un alargamiento de la pieza.

P = Carga de trabajo en kilogramos.

S = Sección en milímetros cuadrados apreciada perpendicularmente al eje de la pieza.

t = Coeficiente de trabajo por milímetro cuadrado.

## FORMULAS

$$P = S \times t \qquad t = \frac{P}{S}$$

i = Alargamiento % mm.

l = Alargamiento total.

L = Longitud de la pieza.

E = Coeficiente de elasticidad.

$$E = \frac{t}{i} \qquad i = \frac{t}{E}$$

$$l = i \times L = \frac{t \times L}{E} = \frac{P \times L}{S \times E}$$

## EJEMPLO

Una barreta redonda de Acero dulce de 20 mm. de diámetro, soporta una carga de 2.500 kgs.; calcular su coeficiente de trabajo.

$$S = \frac{3.1416 \times 20^2}{4} = 314 \text{ mm}^2$$

$$t = \frac{P}{S} = \frac{2.500}{314} = 8 \text{ kgs. por mm}^2$$

## COMPRESION

Una pieza está comprimida, cuando la carga solicitante obra siguiendo su eje, y en tendencia en hacer entrar dos secciones próximas la una en la otra; el esfuerzo solicitante dará una disminución de longitud de la pieza.

Las fórmulas de compresión son exactamente las mismas que las dadas para la tracción.

## CORTADURA O CIZALLA

Se llama cortadura o cizallamiento, cuando la pieza está solicitada por dos esfuerzos de igual dirección cargando en la misma sección y perpendicularmente al eje de la pieza.

Las fórmulas de cizallamiento son las mismas que para la tracción, pero el coeficiente de trabajo debe ser  $\frac{1}{5}$  de la tracción.

*I*

# Resistencia de materiales

## FORMULAS INGLESAS

A = Area o sección en pulgadas cuadradas.

E = Módulo de elasticidad.

P = Resistencia total en libras.

S = Resistencia de trabajo en libras por pulgada cuadrada.

e = Alargamiento en pulgadas.

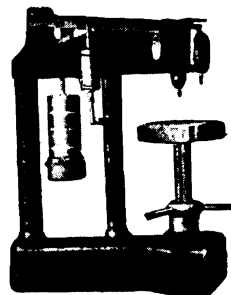
l = Longitud en pulgadas.

Para tracción y compresión.

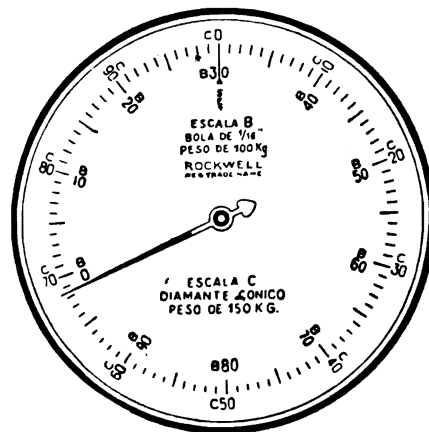
$$P = A \times S \quad e = \frac{P \times l}{A \times E} \quad S = \frac{P}{A}$$

Para cortadura o cizalla.

$$P = A \times S$$



Máquina «**ROCKWELL**» para ensayos de dureza



Esfera del micrómetro de la máquina «**ROCKWELL**» para ensayos de dureza

# Lectura de la esfera del micrómetro de la máquina «ROCKWELL» para ensayos de dureza

Ejemplos: La aguja de la esfera marca en la escala C 68  $\frac{1}{2}$  cifras de dureza (con penetrador de punta diamante cónico tallado a 120°) 68  $\frac{1}{2}$  Rockwell = 700 Brinell.

La aguja de la esfera marca en la escala B 98  $\frac{1}{2}$  cifras de dureza (con penetrador bola de acero  $\frac{1}{16}$ " de diámetro) 98  $\frac{1}{2}$  Rockwell = 231 Brinell.

El penetrador de diamante se utiliza para ensayos de materiales duros y el penetrador de bola para materiales blandos.

## Relación entre las cifras de dureza Rockwell y Brinell

ESCALA B						ESCALA C			
Rock-well	Brinell	Rock-well	Brinell	Rock-well	Brinell	Rock-well	Brinell	Rock-well	Brinell
B-100	242	66	117	32	74	C-65	682	31	288
99	235	65	116	31	73	64	665	C-30	280
98	228	64	114	B-30	72	63	650	29	272
97	222	63	112	29	71	62	635	28	265
96	216	62	110	28	71	61	621	27	258
95	210	61	108	27	70	C-60	607	26	252
94	205	B-60	107	26	69	59	594	25	246
93	200	59	106	25	68	58	581	24	240
92	195	58	104	24	67	57	568	23	234
91	190	57	103	23	66	56	555	22	228
B- 90	185	56	101	22	66	55	542	21	222
89	179	55	100	21	65	54	530	C-20	216
88	176	54	98	B-20	65	53	518		

## Relación entre las cifras de dureza Rockwell y Brinell

ESCALA B						ESCALA C			
Rock-well	Brinell	Rock-well	Brinell	Rock-well	Brinell	Rock-well	Brinell	Rock-well	Brinell
87	172	53	97	19	64		52	506	—
86	169	52	96	18	64		51	494	—
85	165	51	95	17	63	C-50	482	—	—
84	162	50	93	16	63		49	470	—
83	159	B-49	92	15	62		48	458	—
82	156	48	90	14	62		47	447	—
81	153	47	88	13	62		46	436	—
B-80	150	46	87	12	61		45	425	—
79	147	45	86	11	61		44	414	—
78	144	44	85	B-10	60		43	403	—
77	141	43	83	9	60		42	392	—
76	139	42	82	8	59		41	381	—
75	137	41	81	7	59	C-40	370	—	—
74	135	B-40	80	6	58		39	360	—
73	132	39	79	5	58		38	350	—
72	130	38	78	4	58		37	340	—
71	127	37	77	3	58		36	331	—
B-70	125	36	76	2	57		35	322	—
69	123	35	75	1	57		34	319	—
68	121	34	75	B- 0	57		33	304	—
67	119	33	74	—	—		32	296	—

# Cifras de dureza Brinell para varios metales

Bronce Naval.....	75
Cobre.....	98
Bronce fosforoso.....	110 - 130
Acero dulce.....	115 - 150
Hierro fundido (blando).....	150
» (duro).....	172
Acero fundido (blando).....	100 - 150
» (duro).....	180 - 207
Acero Bessemer.....	187
Carriles.....	190 - 206
Acero al carbono (laminado).....	228 - 273
» (medio templado).....	330 - 345
Acero manganeso (medio templado).....	203 - 228
» (forjado).....	277
Acero cromo-níquel (templado).....	420 - 720
Acero al Tungsteno (temple al aire).....	630
Acero con gran cantidad de carbono (templado).....	640 - 713

## Datos para determinar la cifra de dureza Brinell

Presión sobre la bola 3.000 Kgs. cuando H = más de 100.

» 1.000 » H = 30 a 120.

» 500 » H = 12 a 36.

H = Cifra de dureza.

W = Presión sobre la bola en Kgs.

A = Área de la superficie esférica de penetración en milímetros cuadrados.

D = Diámetro de la bola en mm.

d = Diámetro de la impresión en mm.

h = Altura de la penetración en mm.

### FORMULA

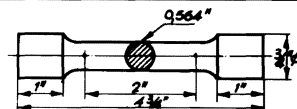
$$H = \frac{W}{A} = \frac{W}{\frac{3,1416 \times D}{2} \times (D - \sqrt{D^2 - d^2})} \text{ ó } \frac{W}{3,1416 \times D \times 1}$$

Para medir la impresión de la bola, debe utilizarse un microscopio.

## Probetas de tracción más utilizadas para ensayo de materiales

### Inglesa

Sección 0.250 pulgadas<sup>2</sup>



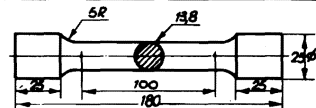
### Americana

Sección 0.1964 pulgadas<sup>2</sup>



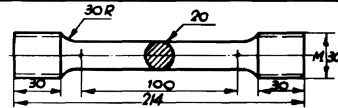
### Francesa

Sección 150 mm<sup>2</sup>



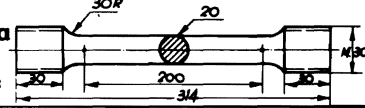
### Alemana corta

Sección 314.16 mm<sup>2</sup>



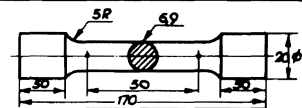
### Alemana larga

Sección 314.16 mm<sup>2</sup>



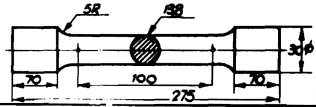
### Española

Sección 31,5 mm<sup>2</sup>



### Española

Sección 150 mm<sup>2</sup>



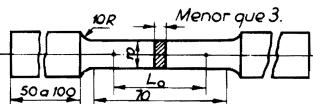
## Diversos tipos de probetas para ensayo de materiales

Probeta plana de tracción para ensayos de chapas.

$L_0$  = Longitud inicial.

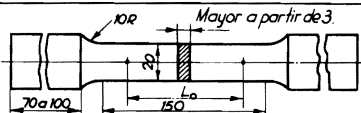
$e$  = Espesor de la chapa.

$$L_0 = \sqrt{66,67 \times e \times 10}$$



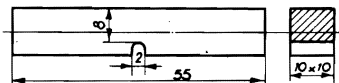
Probeta plana de tracción para ensayos de chapas.

$$L_0 = \sqrt{66,67 \times e \times 20}$$



Probeta de resiliencia. (ensayo de choque)

Tipo Mesnager para péndulo Charpy de 30 Kgmt.



Probeta de resiliencia tipo Charpy grande.



Punto para golpe de martillo

Probeta de resiliencia tipo Izod.



Probeta de resiliencia tipo Fremont.





Fórmulas:  $L_0$  = Longitud inicial.  $L_1$  = Longitud final.  $S_0$  = Área de la sección recta inicial.  $S_1$  = Área de la sección recta final en la zona de máxima contracción.  $\epsilon$  = Estricción.  $A$  = Alargamiento %.  $L_s$  = Ley de similitud.



$$L_s = \frac{L_1^2}{S_1} \quad L_s = \sqrt{L_1 \times S_1} \quad \epsilon = \frac{S_0 - S_1}{S_0} \times 100 \quad A = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100$$

## Kilogramos por milímetro cuadrado a toneladas por pulgada cuadrada inglesa y viceversa



Kgs. por mm <sup>2</sup>	Tons. por pulg. <sup>2</sup> inglesa	Kgs. por mm <sup>2</sup>	Tons. por pulg. <sup>2</sup> inglesa	Kgs. por mm <sup>2</sup>	Tons. por pulg. <sup>2</sup> inglesa	Tons. por pulg. <sup>2</sup> inglesa	Kgs. por mm <sup>2</sup>	Tons. por pulg. <sup>2</sup> inglesa	Kgs. por mm <sup>2</sup>
1	0,635	23	14,6	46	29,2	1	1,57	26	40,95
2	1,270	24	15,2	47	29,8	2	3,15	27	43,52
3	1,905	25	15,9	48	30,5	3	4,72	28	44,10
4	2,540	26	16,6	49	31,1	4	6,30	29	45,67
5	3,175	27	16,1	50	31,75	5	7,87	30	47,25
						6	9,45	31	48,82
6	3,610	28	17,1	51	32,4	7	11,02	32	50,40
7	4,445	29	18,4	52	33,0	8	12,60	33	51,97
7,5	4,762	30	19,0	53	33,7	9	14,17	34	63,55
8	5,080	31	19,7	54	34,3	10	15,75	35	65,12
9	5,715	32	20,3	55	34,9				
						11	17,32	36	56,70
10	6,35	33	21,0	56	35,6	12	18,90	37	58,27
11	6,98	34	21,6	57	36,2	13	20,47	38	59,85
12	7,62	35	22,2	58	36,8	14	22,05	39	61,42
13	8,25	36	22,9	59	37,5	15	23,62	40	63,00
14	8,89	37	23,5	60	38,1	16	25,20	41	64,57
						17	26,77	42	66,15
15	9,52	38	24,1	65	41,3	18	28,35	43	67,72
16	10,16	39	24,8	70	44,4	19	29,92	44	69,30
17	10,79	40	25,4	75	47,6	20	31,50	45	70,87
18	11,43	41	26,0	80	50,8				
19	12,06	42	26,7	85	54,0	21	33,07	46	72,45
						22	34,65	47	74,02
20	12,7	43	27,3	90	57,1	23	36,22	48	75,60
21	13,3	44	27,9	95	60,3	24	37,80	49	77,17
22	14,0	45	28,6	100	63,5	25	39,37	50	78,75



EQUIVALENCIAS ENTRE CARGAS EXPRESADAS EN MEDIDAS INGLESAS, RESISTENCIAS EN TONELADAS, Y LIBRAS POR PULGADA CUADRADA Y KILOGRAMOS POR mm<sup>2</sup> Y CORRESPONDENCIAS CON LOS NUMEROS DE DUREZA BRINELL, VICKERS, ROCKWELL Y SHORE



Toneladas por 1" 	Libras por 1" 	Resistencia Kgs./mm <sup>2</sup>	Diám. de la huella de bola 10 mm.	Dureza Brinell con 3.000 Kgs.	Dureza Vickers	Dureza Rockwell		Dureza Shore
						Rb.	Rc.	
1	2.240	1.57						
2	4.480	3.15						
3	6.720	4.72						
4	8.960	6.30						
5	11.200	7.87						
6	13.440	9.45						
7	15.680	11.02						
8	17.920	12.60						
9	20.160	14.17						
10	22.400	15.75						



Toneladas por 1" 	Libras por 1" 	Resistencia Kgs. x mm <sup>2</sup>	Diám. de la huella de bola 10 mm.	Dureza Brinell con 3.000 Kgs.	Dureza Vickers	Dureza Rockwell		Dureza Shore
						Rb.	Rc.	
11	24.640	17.32						
12	26.880	18.90						
13	29.120	20.47						
14	31.360	22.05						
15	33.600	23.62						
16	35.840	25.20		69				
17	38.080	26.77		74				
18	40.320	28.35		79				
19	42.560	29.92	6.33	84				
20	44.800	31.50	6.15	90				
21	47.040	33.07	6.07	93				
22	49.280	34.65	5.92	98		56		
23	51.520	36.22	5.85	101		58		
24	53.760	37.80	5.70	107		63		







Toneladas por 1" 	Libras por 1" 	Resistencia Kgs. x mm <sup>2</sup>	Diám. de la huella de bola 10 mm.	Dureza Brinell con 3.000 Kgs.	Dureza Vickers	Dureza Rockwell		Dureza Shore
						Rb.	Rc.	
25	56.000	39.37	5.64	110		64.5		
26	58.240	40.95	5.51	115		67.5		
27	60.480	42.52	5.39	121		70.5		
28	62.720	44.10	5.33	124		71.5		
29	64.960	45.67	5.23	129		73.5		
30	67.200	47.25	5.18	132		74.5		
31	69.440	48.82	5.08	138		76.5		
32	71.680	50.40	5.03	141		77.5		
33	73.920	51.97	4.94	146		79.5		
34	76.160	53.35	4.90	149		80		
35	78.400	55.12	4.81	155		82		
36	80.640	56.70	4.73	161		84		
37	82.880	58.27	4.70	163		84.5		
38	85.120	59.85	4.53	176	190	87.5		



Toneladas por 1" 	Libras por 1" 	Resistencia Kgs. x mm <sup>2</sup>	Diám. de la huella de bola 10 mm.	Dureza Brinell con 3.000 Kgs.	Dureza Vickers	Dureza Rockwell		Dureza Shore
						Rb.	Rc.	
39	87.360	61.42	4.49	179	194	89		
40	89.600	63.00	4.42	186	200	90		
41	91.840	64.57	4.35	192	207	92		
42	94.080	66.15	4.32	195	209	92		32
43	96.320	67.72	4.25	202	216	94		33
44	98.560	69.30	4.22	205	219	95	15	
45	100.800	70.87	4.16	211	226	96	16	34
46	103.040	72.45	4.13	214	229	96	17	35
47	105.280	74.02	4.08	220	235		18	
48	107.520	75.60	4.02	226	242		20	36
49	109.760	77.17	4.00	229	244	99		37
50	112.000	78.75	3.95	235	251	100		
51	114.240	80.50	3.90	241	257	101	23	
52	116.480	81.90	3.87	245	261		23	39



Toneladas por 1" 	Libras por 1" 	Resistencia Kgs. x mm <sup>2</sup>	Diám. de la huella de bola 10 mm.	Dureza Brinell con 3.000 Kgs.	Dureza Vickers	Dureza Rockwell		Dureza Shore
						Rb.	Rc.	
53	118.720	83.47	3.83	251	266			40
54	120.960	85.00	3.81	253	269	103	25	40
55	123.200	86.00	3.78	257	273			41
56	125.440	88.20	3.74	263	279			
57	127.680	89.77	3.70	269	285	105		
58	129.920	91.35	3.68	272	289		28	43
59	132.160	92.92	3.64	278	295	106	29	
60	134.400	94.50	3.60	285	302	107	30	
61	136.640	96.25	3.58	288	305			45
62	138.880	97.65	3.54	295	312	108		
63	141.120	99.20	3.53	297	314			46
64	143.360	100.80	3.49	304	321			47
65	145.600	102.37	3.47	307	325	109		
66	147.840	103.95	3.44	313	330			48



Toneladas por 1" 	Libras por 1" 	Resistencia Kgs. x mm <sup>2</sup>	Diám. de la huella de bola 10 mm.	Dureza Brinell con 3.000 Kgs.	Dureza Vickers	Dureza Rockwell		Dureza Shore
						Rb.	Rc.	
67	150.080	105.52	3.41	319	336	110		49
68	152.320	107.10	3.39	323	340	110		49
69	154.560	108.67	3.36	329	346		35	50
70	156.800	110.25	3.35	331	348			51
71	159.040	111.82	3.32	337	354	111	36	51
72	161.280	113.40	3.31	339	357			52
73	163.520	114.97	3.28	345	363		37	
74	165.760	116.55	3.26	350	368			
75	168.000	118.12	3.25	352	370			53
76	170.240	119.70	3.22	359	377	112		
77	172.480	121.27	3.21	361	379			
78	174.720	122.85	3.19	366	384		39	
79	176.960	124.42	3.17	370	389			
80	179.200	126.00	3.15	375	394		40	

Toneladas por 1" 	Libras por 1" 	Resistencia Kgs. x mm <sup>2</sup> "	Diám. de la huella de bola 10 mm.	Dureza Brinell con 3.000 Kgs.	Dureza Vickers	Dureza Rockwell		Dureza Shore
						Rb.	Rc.	
81	181.440	127.57	3.13	380	399			56
82	183.680	129.15	3.12	383	401			
83	185.920	130.72	3.10	388	407		41	57
84	188.160	132.30	3.09	390	410			
85	190.400	133.87	3.06	398	418		42	58
86	192.640	135.45	3.05	401	421			
87	194.880	137.02	3.03	406	427			59
88	197.120	138.60	3.02	409	431		43	
89	199.360	140.17	3.01	412	434			
90	201.600	141.75	2.99	418	440			
91	203.840	143.32	2.98	420	443		44	
92	206.080	144.90	2.96	426	450			
93	208.320	146.47	2.95	429	453			
94	210.560	148.05	2.94	432	457		45	62

Toneladas por 1" 	Libras por 1" 	Resistencia Kgs. x mm <sup>2</sup> "	Diám. de la huella de bola 10 mm.	Dureza Brinell con 3.000 Kgs.	Dureza Vickers	Dureza Rockwell		Dureza Shore
						Rb.	Rc.	
95	212.800	149.62	2.92	438	463			
96	215.040	151.20	2.91	441	467			63
97	217.280	152.77	2.90	444				
98	219.520	154.35	2.89	448	474			
99	221.760	155.92	2.87	454	482			
100	224.000	157.50	2.86	457	486			65
101	226.240	159.00	2.85	461	490			
102	228.480	160.60	2.84	464	494			66
103	230.720	162.10	2.83	467	498		48	66
104	232.960	163.80	2.82	471	502			
105	235.200	165.37	2.81	474	506			67
106	237.440	166.95	2.80	478	511			
107	239.680	168.52	2.78	485	520			68
108	241.920	170.10	2.78	485	520			

Toneladas por 1" 	Libras por 1" 	Resistencia Kgs. x mm²	Diám. de la huella de bola 10 mm.	Dureza Brinell con 3.000 Kgs.	Dureza Vickers	Dureza Rockwell		Dureza Shore
						Rb.	Rc.	
109	244.160	171.97	2.77	490				
110	246.400	173.25	2.76	492	529			69
111	248.640	174.82	2.75	495	533		50	
112	250.880	175.84	2.74	499	538			70
113	253.120	177.31	2.74	499	538			
114	255.360	178.98	2.73	503	543			
115	257.600	180.55	2.72	507	548		51	71
116	259.840	183.12	2.70	514	558			72
117	262.080	183.69	2.70	514	558			72
118	264.320	185.26	2.69	518	564			
119	266.560	186.83	2.68	522	570			73
120	268.800	188.40	2.67	526	575			
121	271.040	189.97	2.67	526	575			
122	273.280	191.54	2.66	530	581			74

Toneladas por 1" 	Libras por 1" 	Resistencia Kgs. x mm²	Diám. de la huella de bola 10 mm.	Dureza Brinell con 3.000 Kgs.	Dureza Vickers	Dureza Rockwell		Dureza Shore
						Rb.	Rc.	
123	275.520	193.11	2.65	534	587		53	
124	277.760	194.68	2.64	538	593			75
125	280.000	196.25	2.64	538	593			75
126	282.240	197.82	2.63	543	599			
127	284.480	199.39	2.62	547	606		54	76
128	286.720	200.96	2.61	551	612			77
129	288.960	202.53	2.61	551	612			77
130	291.200	204.10	2.60	555	619			
131	293.440	205.61	2.59	560	626		55	78
132	295.680	207.24	2.59	560	626		55	78
133	297.920	208.81	2.58	564	633			79
134	300.160	210.38	2.57	569	640			79
135	302.400	211.95	2.56	573	647		56	80
136	304.640	213.52	2.56	573	647		56	80

Toneladas por 1" 	Libras por 1" 	Resistencia Kgs. x mm <sup>2</sup>	Díam. de la huella de bola 10 mm.	Dureza Brinell con 3.000 Kgs.	Dureza Vickers	Dureza Rockwell		Dureza Shore
						Rb.	Rc.	
137	306.880	215.09	2.55	578	654			80.5
138	309.120	216.66						
139	311.360	218.23	2.54	582	662		57	81
140	313.600	219.80						
141	315.840	221.37	2.53	587	671		57	81.7
142	318.080	222.94						
143	320.320	224.51	2.52	592	679		58	
144	322.560	226.08						
145	324.800	227.65	2.51	597	688			83
146	327.040	229.22						
147	329.280	230.79	2.50	602	697			83.7
148	331.520	232.36						
149	333.760	233.93	2.49	606	707		59	84.5
150	336.000	235.50						

## RESISTENCIAS PRÁCTICAS O FACTORES DE SEGURIDAD DE LOS METALES

Se comprende por resistencia práctica, el coeficiente de trabajo específico que puede producir el esfuerzo máximo admisible en la construcción de piezas o elementos para máquinas en función del material a emplear.

El factor de seguridad  $F_s$ , se considera el producto de los factores primarios designados A, B, C, D, siendo la fórmula:

$$F_s = A \times B \times C \times D$$

Representan estos factores primarios lo siguiente:

A = Relación entre la resistencia máxima del material y el límite de elasticidad cuando este material es elástico, y no permanente; para materiales ordinarios el factor A = 2; para aceros níquel, forjado y templado se estima A = 1.5.

B = Factor que depende de la aplicación de la pieza en función de si las cargas son producidas del modo siguiente:

B = 1. Para cargas continuas.

B = 2. Para cargas que varían de 0 al máximo.

B = 3. Para cargas producidas alternativamente a tracción y compresión en igual proporción. "

C = Factor supeditado a la forma de obrar de la carga en la pieza.

C = 1. Para carga gradualmente aplicada.

C = 2. Si la carga es aplicada repentinamente.

D = Factor de precaución; se le denomina corrientemente de este modo, porque, así como otros factores provienen de condiciones conocidas, éste tiene las suyas desconocidas, ya que su valor se estima por la apreciación siguiente: cargas accidentales, previsión de cargas excesivas, desconfianza por la imperfección de materiales, etc., que normalmente se valoran en 1.5 a 2 y en ocasiones hasta la elevada cantidad de 10. Cuando las condiciones del material son completamente conocidas y no hay peligro de sobrecargas, este factor se le puede considerar D = 1.5 para acero dulce, y 2 para hierro fundido.

Para la aplicación de estos factores veamos el siguiente ejemplo:

Tenemos que construir un vástago para un pistón de una máquina de vapor para el cual emplearemos una barra de acero dulce forjado, se calculará el factor de seguridad  $F_s$  como sigue límite de elasticidad probable, la mitad de la resistencia a la rotura A = 2.

Como el vástago está sometido a un movimiento alternativo de tracción y compresión, tendremos el valor de B = 3.

Si tenemos en cuenta que en algún caso la presión del vapor puede aplicarse repentinamente, será el factor C = 2.

Si el material a utilizar es de poca confianza entonces el factor es D = 1.5.

### RESUMEN

$$\text{Tendremos } F_s = 2 \times 3 \times 2 \times 1.5 = 18$$

# **Tabla de factores de seguridad determinados por el método analítico**

ELEMENTOS VARIOS	FACTORES PRIMARIOS				FACTOR F <sub>s</sub>
	A	B	C	D	
Ruedas con llantas de hierro fundido.	2	1	1	10	20
Ruedas con llanta de acero.	2	1	1	4	8
Ejes para ruedas de coches y vagones. Volantes para máquinas. Bastidores o armazones.	1,5 a 2	3	1	1,5	6,75 a 9
Calderas.	2	1	1	2,25 a 3	4,5 a 6
Vástagos de pistón para máquinas de vapor simples.	1,5 a 2	2	2	1,5	9 a 12
Vástagos de pistón para máquinas de vapor dobles.	1,5 a 2	3	2	1,5	13,5 a 18
Construcciones metálicas para edificación.	2	1	1	2	4
Construcciones metálicas para puentes.	2	1	1	2,5	5
MATERIALES	VALORES MINIMOS				
Hierro fundido y otras fundiciones.	2	1	1	2	4
Bronce y latón en barras y forjado.	2	1	1	1,5	3
Acero dulce.	2	1	1	1,5	3
Acero templado.	1,5	1	1	2	3
Acero níquel temple al aceite.	1,5	1	1	1,5	2,25

## **Método usual en que se estiman los coeficientes de trabajo o fatiga SEGUN LA SIGUIENTE TABLA**

CLASE DE MATERIAL	TRACCION Kgs. mm <sup>2</sup>		COMPRESION Kgs. mm <sup>2</sup>		CIZALLA Kgs. mm <sup>2</sup>		FLEXION Kgs. mm <sup>3</sup>		TORSION Kgs. mm <sup>3</sup>	
	a <sup>1</sup>	a <sup>2</sup>	a <sup>1</sup>	a <sup>2</sup>	a <sup>1</sup>	a <sup>2</sup>	a <sup>1</sup>	a <sup>2</sup>	a <sup>1</sup>	a <sup>2</sup>
	3	2	1	9	6	1	3	2	1	5
Fundición. . . . .	9 a 12	6 a 8	3 a 4	9 a 12	6 a 8	3 a 4	9 a 12	6 a 8	3 a 4	2
Acero dulce. . . . .	12	8 a 10	4 a 5	15	8 a 10	4 a 5	12	8 a 10	4 a 5	2,75
Acero de alta resistencia. . . . .	15	10 a 12	6 a 8	18	12 a 15	8 a 10	15	10 a 12	6 a 8	3 a 4
Acero moldeado. . . . .	6 a 9	4 a 6	2 a 3	9 a 12	6 a 9	2 a 3	8,5	5,60	2,75	1,65
DESIGNACION DE COEFICIENTES										
a <sup>1</sup>			a <sup>2</sup>			a <sup>3</sup>				
Carga Permanente de 0 a + MAXIMA			Carga Variable de 0 a + MAXIMA a 0			Carga Máxima a 0 de 0 a + MAXIMA a 0 = MAXIMA a 0				

## ELECCION DE MATERIALES

Una cuestión de vital importancia en la construcción de máquinas es la elección de materiales; en determinados casos no se presta a este asunto toda la atención que merece, y hemos de insistir sobre tan fundamental tema recordando que, antes de decidirse por un material determinado, por sencilla y poca importancia que se le conceda a una pieza a construir, se elija el que reúna las características más apropiadas, no ya solo por su resistencia, sino por su facilidad de maquinado y tratamiento, y muy especialmente también por el factor económico que puede influir notablemente en el coste de fabricación, por tanto, elijase el más apropiado con todo detenimiento.

Signos: R = Recocido. M = Mejorado.  
 A = Temple en aire. M D = Mejorado Dulce.  
 M T = Mejorado Tenaz. M T D = Mejorado Tenaz Duro.  
 C = Cementado. L = Laminado.

En la composición del Acero intervienen los varios componentes que a continuación se detallan.

COMPONENTES	SUS EFECTOS
Hierro.	Elemento básico del Acero.
Carbono.	El determinativo.
Azúfre.	Mina la resistencia.
Fósforo.	Debilita la unión. } Impurezas.
Oxígeno.	Destruye la resistencia.
Manganeso.	Proporciona resistencia.
Níquel.	Proporciona resistencia y tenacidad.
Tungsteno.	Dureza y resistencia al calor.
Cromo.	Resistencia al choque.
Vanadio.	Resistencia a la fatiga y purifica.
Silicio.	Dureza e impureza.
Titanio.	Aleja el Nitrógeno y Oxígeno.
Molibdeno.	Dureza y resistencia al calor.
Aluminio.	Desoxida el Acero.

## ACEROS NO ALEADOS

(ACEROS CARBONO PARA MAQUINARIA)

APLICACION	COMPOSICION TIPO %	Características mecánicas		
		Limite de elasticidad kgs. mm²	Carga de rotura kgs. mm²	Alarga- miento %
Aceros para piezas forjadas y partes de Máquinas sometidas a choque o a esfuerzos alternativos, Bielas y Manivelas, piezas embutidas, engranajes y ejes de moderada resistencia.	Carbono 0,20	L 38-36	42-51	31-26
		R 25-34	38-46	32-27
Para Vástagos, Bielas y Manivelas sometidas a grandes esfuerzos y dureza contra el desgaste, Tornillos sinfin, chavetas, Husillos de prensa, ejes de Turbinas y propulsión, cigüeñales, ruedas dentadas sin cementar y no sometidas a grandes esfuerzos. Pernos, Bulones, Tornillos para bielas y acoplamiento de ejes.	Carbono 0,45	L 36-45	63-70	22-16
		R 28-35	53-60	26-20
		M55 aprox.	80 aprox.	13 aprox.

# ACERO PARA HERRAMIENTAS

## ACERO FUNDIDO AL CARBONO

CLASE DE HERRAMIENTAS	CONTENIDO POR % DE CARBONO
Estampas gruesas, Matrices para forjar, Tajaderas, Degüellos, Aplanadores y demás herramientas de Forja.	0,60 a 0,65
Punzones, Cinceles y Buriles, Cuchillas largas para Cizallas, Llaves para tuercas, Alicates, Herramientas para Madera, Mordazas para platos de Tornos, Martillos.	0,75 — 0,85
Punzones y Matrices, Puntos para Tornos, Cuchillas de Cizallas, Troqueles, Matrices para cortar y embutir.	0,85 — 0,95
Machos para roscar, Escariadores de mano, Peines para roscar, Rodillos de expansionador, Cuchillas para máquina de labrar madera, Saetas o Brochas para trabajar a máquina, Cuños, Letras y Numeraciones.	1,00 a 1,10
Brocas, Fresas, Cojinetes de Terraaja, Cuchillas de forma y afinar para Tornos, Escariadores para Máquina.	1,15 a 1,25
Herramienta de Grabador, Cuchillas para papel.	1,40 a 1,50

## Aceros empleados en la construcción mecánica ACERO CROMO-NIQUEL DE TRATAMIENTO

APLICACION	COMPOSICION TIPO	CARACTERISTICAS MECANICAS		
		Limite de elasticidad Kgs. mm	Carga de rotura Kgs. mm	Alargamiento %
Construcción de engranajes en alta resistencia.	Cromo .... 1.5	R 70	90	15
	Niquel. .... 5.0	M 100-125	130-150	6
	Carbono... 0.35 Manganeso 0.40-0.60	A 150-170	170-190	13-9
Para cigueñales, bielas y ejes de alta resistencia en autos y tractores.	Cromo .... 0.8	MD 75-85	90-100	14-10
	Niquel. .... 4.00	MT 85-95	100-120	12-8
	Carbono... 0.40 Manganeso 0.50			
Para cigueñales y ejes de motores Diesel, bulones de pistones	Cromo... 0.50-0.80	R 50-60	70-80	23-19
	Niquel... 1.5 -2.00	MT 85-100	100-115	16-14
	Carbono 0.35-0.45 Manganeso 0.50-0.80 Molibdeno 0.30-0.40	MTD 100-115	115-130	15-12
Para cigueñales y bielas en general, rótulas y ejes de autos.	Cromo .... 0.60	MD 65-75	80-90	16-12
	Niquel. .... 3.00	MDT 75-85	90-100	13-9
	Carbono... 0.31 Manganeso 0.50			
Para ejes (cardan y traseros), rótulas de dirección, bielas en autos, etc.	Cromo .... 0.6	MD 60-70	75-85	18-14
	Niquel. .... 3.5	MDT 70-80	85-95	15-11
	Carbono... 0.22 Manganeso 0.45			
Para piezas de maquinaria que necesiten mater.al tenaz.	Cromo .... 0.5 Niquel... 1.5 Carbono... 0.35 Manganeso 0.40	M 60	80	12



## ACEROS CROMO-NIQUEL DE CEMENTACION

APLICACION	COMPOSICION TIPO %	CARACTERISTICAS MECANICAS		
		Limite de elasticidad Kgs. mm <sup>2</sup>	Carga de rotura Kgs. mm <sup>2</sup>	Alargamiento %
Engranajes en general, y toda clase de piezas cementadas que hayan de trabajar en condiciones muy forzadas	Cromo..... 1,5	R 45-50	65-75	18-13
	Niquel..... 5,0			
	Manganeso. 0,5	C 105-120	130-145	10-8
	Carbono 0,10-0,17			
Engranajes, ejes y piezas en general que hayan de trabajar en condiciones forzadas.	Cromo..... 1,0	R 35-45	60-70	20-15
	Niquel..... 3,0			
	Manganeso. 0,40	C 85-105	105-125	12-8
	Carbono 0,10-0,17			

## ACERO NIQUEL DE CEMENTACION

Para ejes y todas clases de piezas que hayan de ser cementadas y tener muy elevada resistencia al choque.	Niquel..... 1,5-2	R 25-35	40-50	30-25
	Cromo..... 0,20			
	Manganeso. 0,50	C 43-53	60-75	16-12
	Carbono 0,10-0,17			

## ACERO AL CARBONO DE CEMENTACION

Acero Dulce para piezas en general y no tengan que trabajar en condiciones forzadas.	Carbono 0,10-0,15	L 25-30	45-50	28-32
	Manganeso 0,30-0,40			
		C 43-53	65-75	20-12

## ACERO NIQUEL DE TRATAMIENTO

APLICACION	COMPOSICION TIPO %	CARACTERISTICAS MECANICAS		
		Limite de elasticidad Kgs. mm <sup>2</sup>	Carga de rotura Kgs. mm <sup>2</sup>	Alargamiento %
Para ejes de gran tenacidad y resistencia a la torsión:	Niquel..... 5	R 40-50 M 50-60	65-70 75-85	20-15 19-15
Para ejes delanteros y traseros de autos, bielas para motores Diesel y piezas con gran resistencia a la torsión	Niquel..... 3	R 35-45 M 50-60	50-60 70-80	26-21 19-15

## ACEROS INOXIDABLES

Para válvulas de escape en motores, paletas de turbinas, ejes de bombas, etc.	Cromo..... 13-14 Carbono..... 0,35	R 35-45 MD 55-65 MDT 60-75	60-70 70-80 75-90	15-10 14-10 12-8
TIPO TURBINA	Carbono..... 0,12 Cromo..... 12,50			
Para paletas, ejes de bombas, partes de válvulas, pistones.	Niquel..... 0,40 Silicio..... 0,20 Manganeso. 0,40			
TIPO VALVULA Núm. 1	Carbono..... 0,50 Cromo..... 8,75 Vanadio..... 0,15			
Para válvulas de motores Diesel.	Manganeso. 0,50 Silicio..... 2,75			
TIPO VALVULA Núm. 2	Carbono..... 0,45 Cromo..... 10,00			
Especial para válvulas de exhaustación, motores de automóviles y aviación.	Manganeso. 0,40 Silicio..... 0,90 Aluminio.... 1,80			

## ACEROS INOXIDABLES

APLICACION	COMPOSICION TIPO %	CARACTERISTICAS MECANICAS		
		Límite de elasticidad Kgs. mm <sup>2</sup>	Carga de rotura Kgs. mm <sup>2</sup>	Alargamiento %
TIPO ESPECIAL	Carbono.... 1,05 Cromo.... 17,00 Para rodamientos a bolas y sus pistas. Manganeso. 0,40 Silicio..... 0,45			
TIPO DE CIRUGIA	Carbono.... 0,70 Cromo.... 16,50 Dental y cuchillería. Manganeso. 0,45 Silicio..... 0,40			
Aceros para casos de extrema corrosión.	Núm. 1 Cromo.... 18-23 Carbono.... 0,12			
	Núm. 2 Cromo.... 23-30 Carbono.... 0,12			
Aceros para adornos en arquitectura y automóviles.	Cromo.... 15-18 Carbono.... 0,12			
Acero resistente a la oxidación del calor hasta 1,100° C. y a la corrosión química.	Cromo.... 18,00 Níquel..... 25,00 Manganeso. 0,60 Carbono.... 0,20 Silicio..... 2,50			
Aceros para puertas de hornos, reortas, tubos, placas de calor.	Cromo.... 25,00 Níquel..... 20,00 Manganeso. 0,60 Carbono.... 0,15 Silicio..... 1,00			
Acero para agua salina y ácido sulfúrico, para elementos de buques, como tubos de periscopio, ejes de bombas, válvulas, etc.	Cromo.... 8,00 Níquel..... 21,00 Cobre..... 1,25 Manganeso. 0,75 Silicio..... 1,25 Carbono.... 0,35			

## ACEROS ALEADOS PARA HERRAMIENTAS

CLASE DE HERRAMIENTA	COMPOSICION TIPO %	DUREZA ROCKWELL C
Martillos, Buterolas, Cinceles, Buriles y Retacadores para trabajar con máquina neumática.	Carbono..... 0,40- 0,50 Manganeso..... 0,15- 0,35 Cromo..... 1,25- 1,50 Vanadio..... 0,15- 0,25 Tungsteno..... 2,00- 3,00	Cinceles y Buriles 45-48 Estampas y Buterolas 40-43
Punzones y Matrices para grandes producciones.	Carbono..... 1,45- 1,70 Manganeso..... 0,20- 0,40 Silicio..... 0,20- 0,40 Cromo..... 11,00-12,50 Vanadio..... 15 Cobalto..... 0,40- 0,60 Molibdeno..... 0,70- 1,00	60-63
Estampas para el prensado en caliente de aleaciones de latón y cobre, punzonar y cortar metales en caliente.	Carbono..... 0,32- 0,42 Manganeso..... 0,20- 0,40 Silicio..... 0,20- 0,35 Cromo..... 3,25- 3,75 Vanadio..... 0,60- 0,75 Tungsteno..... 13,50-15,00	52-56
<b>ACEROS RAPIDOS</b>		
Para cuchillas de Tornos, torneando Bandajes de Material Ferroviario y Tranvías, Cilindros de Laminación y Fundición dura.	Tungsteno..... 23 Vanadio..... 1,50 Molibdeno..... 0,50	
Para cuchillas de Tornos en trabajos normales, Fresas, Brocas, Escariadores, etc.	Tungsteno..... 18,00 Vanadio..... 1,00 Molibdeno..... 0,50	
Para Peines de Terrajas, Fresas y Brocas para Latón, etc.	Tungsteno..... 14,00 Vanadio..... 0,10 Molibdeno..... 0,20	

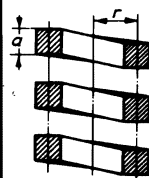
## MATERIALES PARA RESORTES

CLASE DE MATERIAL Y USO DEL RESORTE	COMPOSICION	RESISTENCIA DEL MATERIAL EMPLEADO	
		Carga de rotura Kgs. mm <sup>2</sup>	Límite de elasticidad Kgs. mm <sup>2</sup>
Alambre comercial especial para resortes.	Carbono.... 0,50 a 0,65 Manganeso. 0,70 a 1,00 Silicio..... 0,10 a 0,20	140 a 210	85 a 126
Alambre cuerda de piano para resortes pequeños.	Carbono.... 0,70 a 1,00 Manganeso. 0,25 a 0,40 Silicio..... 0,10 a 0,20	175	
Alambre recocido para resortes, con alto contenido de carbono. Muy indicado para válvulas.	Carbono.... 0,90 a 1,15 Manganeso. 0,30 a 0,45 Silicio..... 0,10 a 0,20	175 a 210	105 a 175
Alambre de acero manganeso-silicioso para resortes sujetos a gran fatiga.	Carbono.... 0,55 a 0,65 Manganeso. 0,60 a 0,90 Silicio..... 1,80 a 2,20 Fósforo..... 0,040 Máx. Azufre..... 0,050 Máx.	140 a 175	105 a 126
Acero cromo-vanadio para resortes de válvulas en compresores y motores donde exista elevada temperatura.	Carbono.... 0,45 a 0,55 Manganeso. 0,50 a 0,80 Cromo..... 0,90 a 1,20 Silicio..... 0,10 a 0,20 Vanadio.... 0,15 a 0,20	140 a 210	112 a 175
Acero inoxidable para resortes de alta resistencia a la corrosión y temperaturas hasta 360° C.	Carbono..... 0,12 Cromo..... 17 a 20 Níquel..... 8 a 10	105 a 196	52 a 105
Bronce fosforoso para resortes en los cuales el acero se corroe rápidamente.	Estañó..... 5 % Fósforo..... 0,5 Cobre, el resto	66	35
Metal «Monel» para resortes contra la corrosión y para elevadas temperaturas.	Níquel..... 66 Cobre..... 29 Aluminio.... 2,75 Hierro..... 0,9 Manganeso.... 0,4 Silicio..... 0,25	100 a 122	
Metal «Inconel» de excepcional resistencia para altas temperaturas y corrosión.	Níquel..... 79,5 Cromo..... 13 Hierro..... 6,5 Cobre..... 0,2 Silicio..... 0,25 Manganeso.... 0,25	115 a 129	

Véase tabla y fórmulas de resistencias prácticas o factor de seguridad de los metales

## RESORTES

### Fórmulas para el cálculo

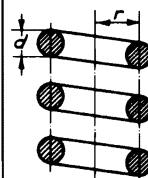


Sección CUADRADA  
FORMULA

$$P = \frac{R_2 \times a^2}{3r \times \sqrt{2}}$$

$$a = \sqrt[3]{\frac{P \times 3r \sqrt{2}}{R_2}}$$

$$f = \frac{12 \times \pi \times n \times P \times r^2}{G \times a^4}$$

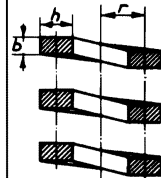


Sección REDONDA  
FORMULA

$$P = \frac{\pi \times d^2 \times R_2}{16 \times r}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \times P \times r}{\pi \times R_2}}$$

$$f = \frac{64 \times n \times P \times r^2}{G \times d^4}$$



Sección RECTANGULAR  
FORMULA

$$P = \frac{R_2}{r} \times \frac{b \times h \times \sqrt{b^2 + h^2}}{6}$$

$$f = \frac{24 \times \pi \times n}{G} \times \frac{P \times r^2}{b \times h (b^2 + h^2)}$$

### DESIGNACION

P = Esfuerzo de tracción o compresión en kgms.

R<sub>2</sub> = Resistencia práctica del metal al cizallamiento por mm<sup>2</sup>

r = Radio del centro de gravedad de la sección en mm.

f = Flexión en mm. soportando la carga P.

n = Número de espiras útiles.

G = Módulo de elasticidad al cizallamiento por mm<sup>2</sup>

d = Diámetro del alambre redondo.

a = Lado del alambre cuadrado.

b, h = Lados del alambre rectangular.

### Valores de G y R<sub>2</sub> para acero

G = Módulo de elasticidad al cizallamiento por mm<sup>2</sup>

8.000 a 10.000

R<sub>2</sub> = Resistencia práctica del metal al cizallamiento por mm<sup>2</sup>

30 a 40 kgs.

MATERIALES PARA DIVERSAS APLICACIONES				
CLASE DE MATERIAL Y APLICACION	COMPOSICION	CARACTERISTICAS MECANICAS		
		Tracción Kgs. mm <sup>2</sup>	Límite de elasticidad Kgs. mm <sup>2</sup>	Alargamiento tomado sobre 50 mm.
Aluminio manganeso.	Aluminio, 90 %; manganeso, 10 %.			
Aluminio magnesio.	Aluminio, 90 %; magnesio, 10 %.			
Aluminio para pistones y cilindros de motores de aviación.	Cobre, 3,75 a 4,25 %; níquel, 1,8 a 2,3 máx.; magnesio, 1,2 a 1,7; hierro, 1 máx.; silicio, 0,7 máx.; aluminio, el resto.	Moldeado en arena, 16; tratado, 21; molde metálico 18; tratado, 28.		
Aluminio para cárteres o carcasas, y piezas diversas en motores de automóviles, canoas y aviación.	Cobre, 4 a 5 %; silicio, 1,2 máx.; hierro, 1,2 máx.; manganeso, 0,3; magnesio, 0,05 máx.; cinc, 0,2; aluminio, el resto.	20 a 25		3 a 6 %
Aluminio para pistones de motores de automóviles y tractores.	Silicio, 6,5 a 7,5 %; magnesio, 0,7 a 1,3; níquel, 1 a 3; cobre, 0,5 a 1,5; hierro, 1,3 máx.; aluminio, el resto.			
Duraluminio comercial en chapas, tubos, barras, alambre, fleje y demás perfiles laminados. Tuercas, tornillos, remaches y piezas estampadas.	Cobre, 3,5 a 4,5 %; manganeso, 0,4 a 1; magnesio, 0,2 a 0,15; aluminio, el resto.	35 a 38 recocido 24	22	10 a 18 %

MATERIALES PARA DIVERSAS APLICACIONES				
CLASE DE MATERIAL Y APLICACION	COMPOSICION	CARACTERISTICAS MECANICAS		
		Tracción Kgs. mm <sup>2</sup>	Límite de elasticidad Kgs. mm <sup>2</sup>	Alargamiento tomado sobre 50 mm.
Metal «Monel», resistente a la corrosión en agua caliente, fría y salina, propia para ejes de bombas, hélices y tubos de condensador, etc.	Níquel, 65 a 67 %; cobre, 29 a 30; hierro, 0,9 a 1,5; silicio, 0,25 a 3 %; manganeso, 0,3 a 1 %; carbono, 0,15 a 0,20.	Recocido, 45 a 60; forjado, 56 a 77	17 a 34; 42 a 60	35 a 50 %; 20 a 40 %
Cupro-níquel para tubos de condensador.	Cobre, 70 %; níquel, 30			
Empaquetadura metálica para vástagos de pistón y de válvulas.	Plomo, 76 %; estaño, 14; antimonio, 10.			
Empaquetadura metálica para vástagos de pistón de marcha rápida.	Plomo, 73 %; estaño, 12 %; antimonio, 15.			
Aluminio comercialmente puro.	Aluminio, 99 % mínimo.	10 a 16 s/temple	Recocido, 3; templado, 80 a 95 % de la tracción	Templado, 1 a 4 %; recocido, 15 a 30 %
Cobre comercialmente puro.	99,5 %	Blando, 25 a 26; duro, 24 a 28		Blando, 20 a 25 %; duro, 8 a 15 %

MATERIALES PARA DIVERSAS APLICACIONES				
CLASE DE MATERIAL Y APLICACION	COMPOSICION	CARACTERISTICAS MECANICAS		
		Tracción Kgs. mm²	Límite de elasticidad Kgs. mm²	Alargamiento tomado sobre 50 mm.
Bronce duro para aros de pistón en bombas.	Cobre, 78 %; estaño, 22.			
Bronce para vástagos de válvulas.	Cobre, 32 %; cinc, 6; plomo, 1.			
Bronce para válvulas de vapor.	Cobre, 87 %; estaño, 7; cinc, 3; plomo, 3.			
Bronce para válvulas hidráulicas.	Cobre, 85 %; estaño, 10; cinc, 2; plomo, 3; fósforo, 0,25.			
Bronce para engranajes.	Cobre, 88 a 90 %; estaño, 10 a 12; fósforo, 0,10 a 0,30.	24	14	10 %
Bronce para cojinetes.	Cobre, 83 a 86 %; estaño, 4,5 a 6; cinc, 2; plomo, 8 a 10.	18	8,5	8 %
Bronce fosforoso.	Cobre, 78,5 a 81,5 %; estaño, 9 a 11; plomo, 9 a 11; fósforo, 0,5 a 0,25; cinc, 0,75.	18	8,5	8 %
Bronce duro.	Cobre, 86 a 89 %; estaño, 9 a 11; plomo, 0,20 máx.; hierro, 0,35 máx.; cinc, el resto.	21	10,5	14 %
Cobre aluminio.	Cobre, 50 %; aluminio, 50 %.			

MATERIALES PARA DIVERSAS APLICACIONES				
CLASE DE MATERIAL Y APLICACION	COMPOSICION	CARACTERISTICAS MECANICAS		
		Tracción Kgs. mm²	Límite de elasticidad Kgs. mm²	Alargamiento tomado sobre 50 mm.
Latón naval.	Cobre, 59 a 62 %; estaño, 0,5 a 1,50; hierro, 0,10 máx.; plomo, 0,30; cinc, el resto.	38 a 45	15 a 22	25 a 40 %
Latón amarillo para piezas fundidas.	Cobre, 62 a 67 %; estaño, 1; níquel, 0,25; plomo, 1,50 a 3,50; hierro, 0,75; fósforo, 0,03; aluminio, 0,3; antimonio, 0,15; cinc, el resto.	14		15 %
Latón para propulsores.	Cobre, 16 %; estaño, 2; cinc, 38.			
Latón para placas de condensador.	Cobre, 61 %; estaño, 1; cinc, 38.			
Latón para férulas de condensador.	Cobre, 70 %; estaño, 1; cinc, 29.			
Latón para impulsores de bombas para agua.	Cobre, 84 a 86 %; estaño, 4 a 6; plomo, 4 a 6; cinc, 4 a 6; hierro, 25 máx.; níquel, 0,75; fósforo, 0,05; azufre, 0,05; antimonio, 0,05.	18	8,5	15 %
Latón blanco al níquel para volantes y palancas de maniobra y usos análogos.	Cobre, 55 a 64 %; níquel, 18 mínimo; hierro, 0,35 máx.; cinc, el resto.	21		20 %
Bronce Almirantazgo para tubos de condensador.	Cobre, 70 %; cinc, 29; estaño, 1.			
Bronce de cañón.	Cobre, 88 %; estaño, 10; cinc, 2.			
Bronce resistente al ácido.	Cobre, 86 %; estaño, 3; cinc, 2; plomo, 9.			

# METAL ANTIFRICCIÓN PARA DIVERSAS APLICACIONES

## COMPOSICION

NOMBRE Y APLICACION	ESTAÑO	COBRE	ANTI-MONIO	PLOMO	HIERRO	ARSENICO	RESTANTE
Metal blanco «Almirantazgo» para maquinaria de buques.	85 a 89 %	2 a 7 %	8 a 9 %				
Latón blanco «Parsons» para turbinas de vapor.	65 a 68 %	1 a 2 %		0.05 a 0.15 %			Cinc. 28 a 30 %
Metal «Babbitt» para automóviles.	84 %	7 %	9 %				
Metal «Babbitt» para aviación.	90 %	4 a 5 %	4 a 5 %	0.35 % Máx.	0.08 % Máx.	0.10 % Máx.	Bismuto, 0.08 % Máx.
Metal blanco para motores eléctricos de alta velocidad.	88 %	3.5 %	8 %				Bismuto, 0.5 %
Metal blanco para ex-céntricas.	5 %	2 %	15 %	75 a 77 %			Bismuto, 0.25 %
Metal blanco para material ferroviario.	42 %	2 %					Cinc. 56 %

# COEFICIENTE DE DILATACION LINEAL $\alpha$ EN LOS METALES, CORRESPONDIENTE AL AUMENTO DE TEMPERATURA DE $t$ °C. ENTRE 0° Y 100°

(Unidad de longitud 1 metro)

METAL	$\alpha$	METAL	$\alpha$
Acero.....	0,000012	Latón.....	0,000019
Hierro.....	0,000012	Cobre.....	0,000017
Aluminio.....	0,000024	Estaño.....	0,000023
Bronce.....	0,000018	Cinc.....	0,000029
Fundición.....	0,000011	Plomo.....	0,000028
Níquel.....	0,000013	Plata.....	0,000019
Platino.....	0,000009	Oro.....	0,000015

$\alpha$  = Coeficiente de dilatación lineal de  $t$  °C.

Los coeficientes de dilatación son:

Superficial =  $2\alpha$       Cúbica =  $3\alpha$

$L$  = Longitud antes de calentar.

$l$  = Aumento de longitud.

$t$  = Temperatura en grados centígrados.

$S$  = Superficie.  $V$  = Volumen.

**EJEMPLOS:** Una barra con una determinada longitud  $L$  en milímetros, calentada a la temperatura de  $t$  °C. el aumento de longitud  $l$  de esta barra en mm., se determina por la fórmula  $l = \alpha L t$ .

Igualmente una chapa de superficie  $S$  mm<sup>2</sup>, si se calienta a  $t$  °C. tendrá un aumento de superficie  $s$ , según la siguiente fórmula:  $s = 2\alpha S t$ .

Un cuerpo cualquiera de volumen  $V$  mm<sup>3</sup>, que se calienta a  $t$  °C. tendrá un aumento de mm.  $v$ , Fórmula:  $v = 3\alpha V t$ .

MATERIAL	Símbolo	Peso específico	Peso atómico	Punto de fusión °C.	Calor específico c	Calor de fusión kcal/kg	Medición de fusión kcal/kg	Medición de fusión tWh/kg
Aluminio....	Al	2,69	26,97	658,5	0,2370	650	92,4	0,29
Antimonio....	Sb	6,69	121,76	630,5	0,0549	600	24,3	0,069
Arsénico....	As	5,72	74,93	817,0	0,0787	20		
Bario....	Ba	3,60	137,36	850,0	0,0680	20		
Berilio....	Be	1,84	9,02	1278	0,5060	300	341	
Plomo....	Pb	11,34	207,21	327	0,0362	327	5,65	17,48
Boro....	B	1,73	10,82	ca. 2300	0,5100	900		0,0203
Cadmio....	Cd	8,64	112,41	320,9	0,0667	320	12,9	0,0399
Calcio....	Ca	1,55	40,07	803	0,1724	795	78,5	0,252
Cerio....	Ce	6,8	140,13	623	0,0511	100		
Cromo....	Cr	7,1	52,01	1560	0,1554	1500	32	270
Hierro....	Fe	7,86	55,84	1530	0,1726	1500	49	329,69
Oro....	Au	19,3	197,2	1063	0,0364	1000	15,7	54,39
Iridio....	Ir	22,4	193,1	2440	0,0401	1400		0,0632
Cobalto....	Co	8,8	58,94	1490	0,1579	1400	58	302,27
C) Diamante.	C	3,51			0,4590	985		
H) Grafito ..	C	2,25			0,5350	3000		
Cobre....	Cu	8,93	63,57	1083	0,1105	1000	42	169,57
Magnesio....	Mg	1,74	24,32	650	0,3000	650	46,5	250,5
Manganeso....	Mn	7,3	54,93	1245	0,1673	550	37	273,08
Molibdeno....	Mo	10,2	96,0	ca. 2600	0,0722	550		
Níquel....	Ni	8,85	58,69	1452	0,1279	1300	65	256,1
Osmio....	Os	22,48	190,8	ca. 2500	0,0311	100		0,298
Paladio....	Pd	11,5	106,7	1557	0,076	1500	36,3	15,43
Platino....	Pt	21,4	195,23	1770	0,0362	1600	27,2	90,92
Rodio....	Rh	12,3	102,9	1970	0,0580	100		
Rutenio....	Ru	12,28	101,7	1950	0,0611	100		
Plata....	Ag	10,50	107,88	960,5	0,0650	900	24,9	87,03
Silicio....	Si	2,34	28,60	1414	0,2096	900		0,101
Estroncio....	Sr	2,60	87,63	797	0,0550	200		
Tantalio....	Ta	16,6	181,36	ca. 3000	0,0435	1400		
Talio....	Te	6,25	127,5	453	0,0500	880		
Teluro....	Tl	11,85	204,4	303,5	0,0326	100	3,67	13,46
Torio....	Th	11,5	232,12	1842	0,0276	100		0,0156
Titanio....	Ti	4,5	47,90	ca. 1800	0,1462	440	90	353,16
Uranio....	U	18,7	238,14	1690	0,0619	100		
Vanadio....	V	5,7	50,95	1710	0,1153	100		
Bismuto....	Bi	9,8	209,00	271	0,0338	271	14,1	23,15
Tungsteno....	W	19,1	184,00	3357	0,0479	2200	40	202,38
Cinc....	Zn	7,14	65,38	419,4	0,1100	419	23,6	69,73
Estaño....	Sn	7,28	118,7	231,8	0,0662	231,8	13,8	29,14
Zirconio....	Zr	6,53	91,22	1927	0,0660	100	61	188,18

## Coeficiente de contracción en los metales (MILIMETROS POR METRO)

METALES	CONTRACCION		
	LINEAL	SUPERFICIAL	CUBICA
Acero.....	$0,018 = \frac{1}{55}$	$0,036 = \frac{1}{28}$	$0,054 = \frac{1}{18}$
Hierro.....	$0,014 = \frac{1}{71}$	$0,028 = \frac{1}{35}$	$0,042 = \frac{1}{24}$
Fundición Gris.....	$0,010 = \frac{1}{100}$	$0,020 = \frac{1}{50}$	$0,030 = \frac{1}{33}$
Fundición Maleable.....	$0,021 = \frac{1}{48}$	$0,042 = \frac{1}{24}$	$0,063 = \frac{1}{16}$
Aluminio.....	$0,018 = \frac{1}{55}$	$0,036 = \frac{1}{28}$	$0,054 = \frac{1}{18}$
Bronce ordinario.....	$0,008 = \frac{1}{125}$	$0,016 = \frac{1}{62}$	$0,024 = \frac{1}{42}$
Bronce de Cañón.....	$0,007 = \frac{1}{142}$	$0,014 = \frac{1}{71}$	$0,021 = \frac{1}{48}$
Bronce aluminio.....	$0,018 = \frac{1}{55}$	$0,036 = \frac{1}{28}$	$0,054 = \frac{1}{18}$
Latón.....	$0,015 = \frac{1}{66}$	$0,030 = \frac{1}{33}$	$0,045 = \frac{1}{22}$
Estaño.....	$0,008 = \frac{1}{125}$	$0,016 = \frac{1}{62}$	$0,024 = \frac{1}{42}$
Cinc.....	$0,016 = \frac{1}{62}$	$0,032 = \frac{1}{31}$	$0,048 = \frac{1}{21}$
Plomo.....	$0,011 = \frac{1}{90}$	$0,022 = \frac{1}{45}$	$0,033 = \frac{1}{30}$

### EJEMPLO

Para fundir una barra de Aluminio con una longitud de 2 metros, la relación del modelo deberá ser:

$$\text{Longitud del modelo} = 2 \text{ m.} + \frac{1,018 \times 2}{55} = 0,037 = 2 + 0,037 = 2,037 \text{ m.}$$

En idénticas condiciones, y utilizando el correspondiente coeficiente, puede operarse para las contracciones superficial y cúbica.

## Depósitos cilíndricos sometidos a presión interior

D = Diámetro en centímetros.

P = Presión por centímetro cuadrado.

e = Espesor del material en centímetros.

l = Fatiga del material por centímetro cuadrado.

C = Cantidad variable según el material.

Se toma corrientemente para Hierro o Acero Dulce C = 3 mm.

Se toma corrientemente para Fundición 6 a 10 mm.

K = Relación entre la resistencia del remachado o de la chapa punzonada a la chapa sin punzonar.

### FORMULAS

Depósitos contruidos sin emplear remaches.

$$e = \frac{P \times D}{2 \times l} + C.$$

Si los depósitos son contruidos con remaches.

$$e = \frac{P \times D}{2 \times K \times l} + C.$$

Valores medios de K.

Remachado con recubrimiento.

Remachado Simple K = 0,60

» Doble K = 0,65

» Triple K = 0,75

Remachado con doble cubrejuntas.

Remachado Simple K = 0,65

» Doble K = 0,75

» Triple K = 0,88

Para juntas soldadas K = 0,70

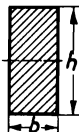
Estas fórmulas no son más que aplicables para depósitos de espesores sencillos y donde las presiones no sean muy elevadas.

## Cargas que pueden soportar los tornillos y tuercas con rosca corriente sistema "WHITWORTH"

Diámetro del tornillo	CARGA DE SEGURIDAD APROXIMADA EN KGS.					
	RESISTENCIA DEL MATERIAL					
	28 kgs. mm <sup>2</sup>	35 kgs. mm <sup>2</sup>	40 kgs. mm <sup>2</sup>	50 kgs. mm <sup>2</sup>	55 kgs. mm <sup>2</sup>	65 kgs. mm <sup>2</sup>
3/16"	25	32	38	44	51	57
1/4"	48	61	73	85	97	109
5/16"	83	103	124	145	170	186
3/8"	122	153	183	215	251	276
7/16"	169	211	227	282	338	381
1/2"	218	272	326	382	446	490
9/16"	279	349	418	488	558	618
5/8"	367	459	551	638	729	821
3/4"	537	684	820	956	1093	1230
7/8"	760	950	1139	1329	1519	1710
1"	997	1246	1496	1746	1993	2245
1 1/8"	1254	1568	1882	2196	2509	2821
1 1/4"	1609	2012	2414	2812	3215	3615
1 3/8"	1914	2380	2850	3330	3624	4279
1 1/2"	2338	2913	3507	4063	4644	5225
1 5/8"	2659	3312	3974	4630	5292	5953
1 3/4"	3155	3944	4733	5494	6277	7065
1 7/8"	3575	4468	5362	6155	7150	8044
2"	4160	5200	6240	7276	8316	9355
2 1/4"	5266	6583	7900	9213	10530	11846
2 1/2"	6719	8399	10079	11656	13434	15115
2 3/4"	8035	10044	12042	14049	16056	18063
3"	9810	12262	14715	17136	19584	22032



# TABLAS DE CALCULO



Momentos de inercia J y momentos de resistencia W

$$J_{\max} = \frac{b \cdot h^3}{12}$$

$$J_{\min} = \frac{h \cdot b^3}{12}$$

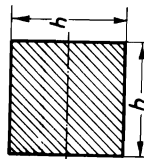
$$W_{\max} = \frac{b \cdot h^2}{6}$$

$$W_{\min} = \frac{h \cdot b^2}{6}$$

## CORTES TRANSVERSALES RECTANGULARES

h mm.	b mm.	J <sub>min.</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>max.</sub> cm <sup>3</sup>	h mm.	b mm.	J <sub>min.</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>max.</sub> cm <sup>3</sup>	h mm.	b mm.	J <sub>min.</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>max.</sub> cm <sup>3</sup>
2	1	0,1667	0,6667	12	8	512,00	192,00	20	14	4573,3	933,33
2	2	0,2500	1,5000		9	729,00	216,00		16	6826,7	1066,7
	2	2,0000	3,0000		10	1000,0	240,00		18	9720,0	1200,0
4	2	2,6667	5,3333	13	6	234,00	169,00	22	10	1833,3	806,67
	3	9,0000	8,0000		7	371,58	197,17		12	3168,0	968,00
5	2	3,3333	8,3333		8	554,67	225,33		14	5030,7	1129,3
	3	11,250	12,500	14	9	789,75	253,50	24	16	7509,3	1290,7
6	4	26,667	16,667		10	1083,3	281,67		18	10692	1452,0
	3	13,500	18,000		11	1441,9	309,83	26	20	14667	1613,3
7	4	32,000	24,000	15	12	1872,0	338,00		12	3456,0	1152,0
	5	62,500	30,000		7	400,17	228,67		14	5488,0	1344,0
8	3	15,750	24,500		8	597,33	261,33	28	16	8192,0	1536,0
	4	37,333	32,667	16	9	850,50	294,00		18	11664	1728,0
9	5	72,917	40,833		10	1166,7	326,67		20	16000	1920,0
	6	126,00	49,000	17	11	1552,8	359,33	30	22	21296	2112,0
10	4	42,667	42,667		12	2016,0	392,00		12	3744,0	1352,0
	5	83,333	53,333	18	13	2563,2	424,67	26	14	5945,3	1577,3
11	6	144,00	64,000		7	428,75	262,50		16	8874,7	1802,7
	7	228,67	74,667		8	640,00	300,00	28	18	12636	2028,0
12	4	48,000	54,000	19	9	911,25	337,50		20	17333	2253,3
	5	93,750	67,500		10	1250,0	375,00	30	22	23071	2478,7
13	6	162,00	81,000		11	1663,8	412,50		24	29952	2704,0
14	7	257,25	94,500	20	12	2160,0	450,00	28	14	6402,7	1829,3
	8	384,00	108,00		13	2746,3	487,50		16	9557,3	2090,7
15	5	104,17	83,333		14	3430,0	525,00		18	13608	2353,0
	6	180,00	100,00	21	8	682,67	341,33	30	20	18667	2613,3
16	7	285,83	116,67		10	1333,3	426,67		22	24845	2874,7
	8	426,67	133,33		12	2304,0	512,00	32	24	32256	3136,0
17	9	607,50	150,00		14	3658,7	597,33		26	41011	3397,3
18	5	114,58	100,83	22	8	768,00	432,00	34	14	6860,0	2100,0
	6	198,00	121,00		10	1500,0	540,00		16	10240	2400,0
19	7	314,42	141,17		12	2592,0	648,00		18	14580	2700,0
	8	469,33	161,33	24	14	4116,0	756,00	36	20	20000	3000,0
20	9	668,25	181,50		16	6144,0	864,00		22	26620	3300,0
	10	916,67	201,67		18	1166,7	666,67	38	24	34560	3600,0
21	6	216,00	144,00	26	10	1166,7	666,67		26	43940	3900,0
	7	343,00	168,00		12	2880,0	800,00		28	54880	4200,0

## CORTES TRANSVERSALES CUADRADOS

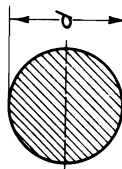


$$J = \frac{h^4}{12}$$

$$W = \frac{h^3}{6}$$

h mm.	J cm <sup>4</sup>	W cm <sup>3</sup>	h mm.	J cm <sup>4</sup>	W cm <sup>3</sup>
1	0,0833	0,1667	21	16207	1543,5
2	1,3333	1,3333	22	19521	1774,7
3	6,7500	4,5000	23	23320	2027,8
4	21,333	10,667	24	27648	2304,0
5	52,083	20,833	25	32552	2604,2
6	108,00	36,000	26	38081	2929,3
7	200,08	57,167	27	44287	3280,5
8	341,33	85,333	28	51221	3658,7
9	546,75	121,50	29	58940	4064,8
10	833,33	166,67	30	67500	4500,0

# CORTES TRANSVERSALES CIRCULARES



$$J = \frac{\pi d^4}{64} \quad W = \frac{\pi d^3}{32} \approx \frac{1}{10} d^3$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 W}{\pi}} \approx \sqrt[3]{10 W}$$

d cm.	J cm <sup>4</sup>	W cm <sup>3</sup>	d cm.	J cm <sup>4</sup>	W cm <sup>3</sup>	d cm.	J cm <sup>4</sup>	W cm <sup>3</sup>
2,5	1,917	1,534	10,5	596,7	113,7	25	19175	1534
3	3,976	2,651	11	718,7	130,7	26	22432	1726
3,5	7,366	4,209	11,5	858,5	149,3	27	26087	1932
4	12,57	6,283	12	1018	169,6	28	30172	2155
4,5	20,13	8,946	12,5	1198	191,7	29	34719	2394
5	30,68	12,27	13	1402	215,7	30	39761	2651
5,5	44,92	16,33	14	1886	269,4	32	51472	3217
6	63,62	21,21	15	2485	331,3	34	65597	3859
6,5	87,62	26,96	16	3217	402,1	36	82448	4580
7	117,9	33,67	17	4100	482,3	38	102354	5387
7,5	155,3	41,42	18	5153	572,6	40	125664	6283
8	201,1	50,27	19	6397	673,4	42	152745	7274
8,5	256,2	60,29	20	7854	785,4	44	183984	8363
9	322,1	71,57	21	9547	909,2	46	219787	9556
9,5	399,8	84,17	22	11499	1045	48	260576	10857
10	490,9	98,17	23	13737	1194	50	306796	12272
			24	16286	1357			

# CEMENTACION

## MODO DE PREPARAR LAS PIEZAS

Deben utilizarse cajas especiales de un material compuesto de Cromo Niquel; ello asegura una larga duración de la caja, resistente a altas temperaturas con el mínimo grado de distorsión y deterioro por oxidación. Debe evitarse el empleo de cajas construidas de chapa de Acero Dulce, ya que son antieconómicas por su rápido deterioro. Las de Hierro Fundido su duración es mayor, pero solo se usarán a falta de las de Cromo Niquel.

Se coloca la pieza dentro (véase figura) de la caja donde previamente se ha depositado una cama de carburante (o compuesto de cemento) de un espesor de 20 a 30 milímetros; este espesor debe conservarse alrededor de la pieza, o piezas, como mínimo; al lado de la pieza a cementar se coloca una barreta de igual material de la pieza y que denominaremos «Barreta Testigo» y tiene por objeto conocer la penetración efectiva de la cementación y estado del núcleo del material una vez tratado; sobre el carburante se pone una chapa de arcilla y se coloca la tapa.

La caja debe tener un orificio lateral para introducir una segunda barreta que se pueda extraer las veces que sean necesarias desde el exterior sin necesidad de abrir la caja; a ésta se le llama «Barreta de Comprobación» y tiene por objeto, primero comprobar el comienzo de la igualdad de calor entre la pieza y el Horno, para asegurarse de que la temperatura dentro de la caja y en la pieza es igual que la existente en el Horno; ello se verifica por comparación entre el color de la barreta y el del Horno; cuando ambos coincidan será el momento de anotar el comienzo de la cementación de la pieza y a partir de esto se le tiene el número de horas previsto para la carburación. La segunda misión de esta barreta de comprobación es, llegado el tiempo final de la carburación se saca la barreta, se procede a su tratamiento y rotura para comprobar si efectivamente la penetración ha sido la prevista; entonces puede retirarse la caja del Horno. El tratamiento de endurecimiento depende de la aplicación de la pieza y clase de acero a tratar; como norma usual se dan los datos siguientes:

## TRATAMIENTOS

Acero Dulce para cementación con 0,10 de carbono para piezas que no formen parte de organismos de máquinas, como son elementos para Herramientas, cuyo objeto principal es conseguir dureza para resistencia al desgaste.

**Temperatura de Cementación 900° C.** — El número de horas según la penetración deseada (véase tabla) de acuerdo con el tamaño de las piezas.

**Temple.** — Terminado el periodo de cementación se retira la caja del Horno, se extraen las piezas y, acto seguido, con una temperatura aproximada de a 800° C., se las enfria en agua; este procedimiento se le llama «Temple Rápido».

Si las piezas de este material se deben emplear en máquinas y con objeto de evitar la deformación, consiguiendo una buena dureza en la superficie, el tratamiento es el siguiente:

**Temperatura de Cementación 900° C.** — Retirar la caja del Horno y dejarla enfriar al aire en reposo sin sacar las piezas hasta que se hayan enfriado; una vez

logrado esto, se sacan las piezas de la caja y se meten nuevamente en el Horno a fin de proceder a un nuevo calentamiento a 800° C. el tiempo que se considere imprescindible para suponer que la temperatura en la pieza haya llegado correctamente a la totalidad del núcleo; verificado esto, se sacan del Horno y se enfrían en agua; a este tratamiento se le llama «Temple Sencillo».

Si se desea obtener una gran dureza en la superficie y máxima tenacidad del núcleo, la operación es la siguiente:

Cementar a 900° C., sacar la caja del Horno y enfriar seguidamente la pieza en agua, volver a colocarla en el Horno y calentar a 780° C., enfriar en agua. A este tratamiento se le conoce por «Temple Doble».

## ACEROS AL NIQUEL PARA CEMENTAR

### COMPOSICION DE NIQUEL 1,5 a 3 % MAXIMA

**Temple Rápido** { Cementar a una temperatura de 880° C.  
Sacar la caja del Horno y enfriar las piezas acto seguido en agua.

**Temple Sencillo** { Cementar a una temperatura de 880° C.  
Sacar la caja del Horno y dejarla enfriar en aire en reposo.  
Cuando estén frías las piezas se sacan de la caja y se meten en el Horno calentándolas a 780° C. y después se enfrían en agua.

**Temple Doble** { Cementar a una temperatura de 880° C.  
Retirar la caja del Horno, sacar las piezas e inmediatamente enfriarlas en aceite.  
Volver a calentarlas a una temperatura de 780° C. y enfriarlas en agua.

### REVENIDO

Las piezas después de tratadas deben revenirse y, para ello, el procedimiento más apropiado es introducir las en agua hirviendo (100° C.) y tenerlas como mínimo media hora.

### RECOCIDO DEL ACERO NIQUEL DE CEMENTACION

Después de forjada una pieza, para reducir o afinar el grano y conseguir una mecanización buena y fácil, se tratará el acero de la manera siguiente:

Calentar la pieza a una temperatura de 850° C. y enfriar en aceite; volver a calentarla a 650° C. y enfriar dentro del Horno.

## ACERO CROMO NIQUEL DE CEMENTACION

### COMPOSICION APROXIMADA: CROMO, 0,75; NIQUEL, 2,5

#### TRATAMIENTO

**Temple Rápido** { Cementar a una temperatura de 880° C.  
Sacar la caja del Horno y enfriar las piezas acto seguido en aceite.

#### Temple Sencillo

Cementar a una temperatura de 880° C.  
Sacar la caja del Horno y dejarla enfriar en aire en reposo.  
Cuando las piezas estén frías se sacan de la caja y se meten en el Horno, calentándolas a 800° C., después se enfrían en aceite.

#### Temple Doble

Cementar a una temperatura de 880° C.  
Al retirar la caja del Horno, sacar las piezas e inmediatamente enfriarlas en aceite.  
Volver a calentarlas a una temperatura de 800° C. y enfriar en aceite.

### REVENIDO

En general, agua hirviendo (100° C.) durante media hora, aproximadamente.

### RECOCIDO

Después de forjada una pieza, para reducir o afinar el grano y conseguir una buena y fácil mecanización, se tratará el acero de la manera siguiente:

Calentar la pieza a 850° C., enfriar en aceite, volver a calentarla a 650° C. y enfriar dentro del Horno.

## ACERO CROMO NIQUEL DE CEMENTACION

### COMPOSICION APROXIMADA: CROMO, 0,75 a 1,10; NIQUEL, 3,00 a 5,00

#### TRATAMIENTO

**Temple Rápido** { Cementar a una temperatura de 860° C.  
Sacar la caja del Horno y enfriar las piezas acto seguido en aceite.

**Temple Sencillo** { Cementar a una temperatura de 860° C.  
Sacar la caja del Horno y dejarla enfriar en aire en reposo.  
Cuando las piezas estén frías se sacan de la caja y se meten en el Horno, calentándolas a 800° C., después se enfrían en aceite.

**Temple Doble** { Cementar a una temperatura de 860° C.  
Al retirar la caja del Horno sacar las piezas e inmediatamente enfriarlas en aceite.  
Volver a calentarlas a una temperatura de 800° C. y enfriar en aceite.

### REVENIDO

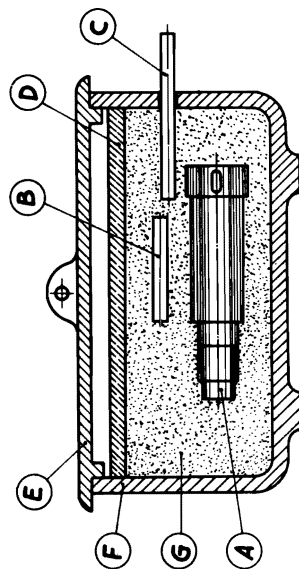
En general, en agua hirviendo (100° C.) durante media hora, aproximadamente.

### RECOCIDO

Después de forjada una pieza, para reducir o afinar el grano y conseguir una buena y fácil mecanización, se tratará el acero de la manera siguiente:

Calentar la pieza a 850° C., enfriar en aceite, volver a calentar a 620° C. y enfriar dentro del Horno.

## Modo de preparar una caja para la cementación



- A** = Pieza a cementar.  
**B** = Barreta testigo.  
**C** = Barreta de comprobación.  
**D** = Capa de arcilla.  
**E** = Tapa.  
**F** = Caja.  
**G** = Carburante.

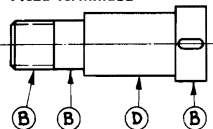
## CEMENTACION PARCIAL

Constantemente se presentan casos en los cuales la pieza a cementar requiere una cementación parcial, ya que aún no fue ajustada en su lugar y, además, le falta realizar operaciones posteriores, las cuales necesariamente hay que ejecutarlas en montaje, como son: agujeros, chaveteros y roscas, partes estas de las piezas que no deben ser endurecidas.

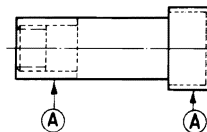
Una vieja costumbre, que debe rechazarse, es el revestir de barro o arcilla las partes que se quiere no sean carburadas durante el proceso de cementación, ya que no es eficaz; no debe ocultarse que la acción térmica sobre la arcilla hace que ésta se agriete, y por ella penetran los efectos de la carburación.

En lugar de esta forma de operar existe otra con preparados que comercialmente se les denomina anticementita; en algunos casos no deja de producir resultados satisfactorios, pero en otros (en la mayoría) son negativos sus efectos. Por ello, y como la única solución normal que debe adoptarse, es la de conceder aumentos de material a las piezas en las partes que no deban quedar endurecidas, haciéndolas desaparecer (antes de templar) en el torno, y en algunos casos después de templar en la rectificadora; con ello se logra la desaparición de la superficie cementada de la forma más sencilla; a continuación se detallan los ejemplos para aumentos de material.

**Pieza terminada**



**Pieza con aumento para cementar**



- A** = Aumento de material.  
**D** = Parte aumentada y templada.  
**B** = Partes blandas.





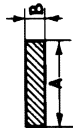
**TABLA DE PENETRACION NORMAL EN LA OPERACION DE CEMENTAR BASADOS EN 8 HORAS DE CARBURACION**

Temperatura en grados centigrados	CARBURANTE USADO Y VALOR DE PENETRACION EN MM.			
	Carbón madera 60 % Carbonato bario 40 %	Ferrocianuro 66 % Bicromato 34 %	Ferrocianuro solamente	Carbón de madera en polvo solamente
800	0,5	0,85	0,5	0,5
900	2,10	1,75	3	1,2
995	3,25	3,25	3,25	2,5
1093	4,5	4,5	5	3,5

El Carbón de madera pulverizada, usado solamente, es muy indicado para cementar ACERO CROMO NIQUEL.

Debe tenerse en cuenta, para el uso de los diversos carburantes, que el MANGANESO, CROMO, TUNGSTENO, MOLIBDENO, incrementan el valor de penetración; en cambio, el NIQUEL, SILICIO, TITANIO Y ALUMINIO, la retardan. 5 % de Silicio reduce ésta a 0.

# **PESO Y DATOS DE MATERIALES**

PESO POR METRO DE HIERROS.		Gramos ————— 1,000		= Kgs.				
EXAGONALES Y OCTOGONOS		FORMULA						
		$D \times D \times 6.79 = \text{Peso EXAG.}$ $D \times D \times 6.74 = \text{Peso OCTOG.}$						
CUADRADOS		FORMULA						
		$D \times D \times 7.85 = \text{Peso}$						
REDONDOS		FORMULA						
		$D \times D \times 6.16 = \text{Peso}$						
PLANOS		FORMULA						
		$A \times B \times 7.85 = \text{Peso}$						
PARA OTROS METALES MULTIPLIQUESE EL PRODUCTO DE LAS FORMULAS DADAS POR LOS FACTORES SIGUIENTES								
Acero al carbono	Acero rápido	Fundición	Cobre	Latón	Bronce	Cinc	Plomo	Niquel
1,002	1,010	0,930	1,137	1,095	1,103	0,922	1,450	1,132

## Denominación de Hierros Comerciales

### HIERROS PLANOS

Flejes, de 1 a 4 mm. de espesor.

Pletinas, de 4 mm. de espesor en adelante, con ancho hasta 100 mm.

Llantas, desde 50 × 15 mm.

Llantos, los de 150 a 400 mm. de ancho.

Planos Anchos, mayor de 400 mm.

### HIERROS DE SECCION CUADRADA

Cuadrillos, los menores de 20 × 20 mm.

Palanquillas, 20 × 20 a 40 × 40 mm.

Tochuelos, de 40 × 40 a 70 × 70 mm.

Tochos, desde 70 × 70 mm. en adelante.

### CHAPAS

Chapa fina, la de espesor inferior a 5 mm.

Chapa gruesa, de 5 mm. en adelante.

### ALAMBRES REDONDOS

Alambre, de 0,15 a 5 mm.

Varilla de alambre, hasta 10 mm.

Hilo de alambre, menor de 0,15.

### HIERROS DE SECCION REDONDA

Redondos, a partir de 10 mm.

## Ejemplos para uso de las fórmulas de pesos de Hierros por metro

(PESO ESPECIFICO 7,85)

¿Cuánto pesará por metro una barra cuadrada de Hierro de 50 mm.?

$$50 \times 50 \times 7,85 = 19,625 \text{ kilogramos.}$$

¿Si la barra fuese de Cobre, cuál sería su peso?

$$50 \times 50 \times 7,85 \times 1,137 = 22,313 \text{ kilogramos}$$

$$\text{ó } 50 \times 50 \times \text{Factor de densidad del cobre} = \text{Peso.}$$

Determinar el peso por metro de una barra Exagonal de Hierro de 30 mm.

$$30 \times 30 \times 6,798 = 6,118 \text{ kilogramos.}$$

La misma barra del ejemplo anterior siendo de Latón.

$$30 \times 30 \times 6,798 \times 1,095 = 6,699 \text{ kilogramos.}$$

Una barra redonda de Hierro 40 mm. diámetro su peso por metro será

$$40 \times 40 \times 6,16 = 9,856 \text{ kilogramos.}$$

Una barra de Plomo de igual dimensión su peso por metro sería

$$40 \times 40 \times 6,16 \times 1,450 = 14,291 \text{ kilogramos.}$$

Determinar el peso por metro de una llanta de Hierro, siendo sus dimensiones de 10 x 50 mm.

$$10 \times 50 \times 7,85 = 3,925 \text{ kilogramos.}$$

El peso de la misma llanta en Bronce sería

$$10 \times 50 \times 7,85 \times 1,103 = 4,329 \text{ kilogramos}$$

$$\text{ó } 10 \times 50 \times \text{Factor de densidad del Bronce} = \text{Peso.}$$

## METODO PARA CALCULAR EL PESO DE LAS PLANCHAS DE DIVERSOS METALES

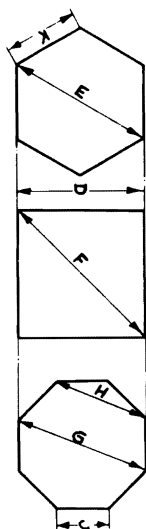
Se calcula el peso de una plancha (o chapa) en kilos por metro cuadrado, midiendo el espesor y multiplicando por el factor de densidad ( $\text{dm}^3$ ), según tabla siguiente:

Para Acero dulce	espesor	x	7,85	Densidad
» Hierro forjado	»	x	7,86	»
» Acero colado	»	x	7,5	»
» Cobre fundido	»	x	8,85	»
» Cobre laminado	»	x	8,95	»
» Aluminio fundido	»	x	2,56	»
» Aluminio laminado	»	x	2,7	»
» Oro	»	x	19,25	»
» Estaño	»	x	7,35	»
» Platino	»	x	21,5	»
» Plomo	»	x	11,37	»
» Cinc	»	x	7,13	»
» Bronce	»	x	8,8	»
» Níquel	»	x	8,80	»
» Fundición blanca	»	x	7,5	»
» Fundición gris	»	x	7,2	»
» Latón	»	x	8,5	»
» Plata	»	x	10,5	»

### EJEMPLO

¿Cuánto pesa un metro cuadrado de una plancha de plomo de 5 mm. de espesor?

$$5 \times 11,37 = 56,85 \text{ kilos}$$



**Relaciones en función de la dimensión entre caras "D"**  
 **barras cuadradas, exagonales y octogonales**

$$E = 1,1547 \times D$$

$$F = 1,4142 \times D$$

$$G = 1,0824 \times D$$

$$H = 0,7654 \times D$$

$$J = 0,4142 \times D$$

$$K = \frac{E}{2}$$

$$D = F \times 0,7072 \text{ (para el cuadrado)}$$

### SECCIONES DE LAS BARRAS

#### EXAGONO

$$\text{Area} = 2,598 \times K^2 = 2,598 \times R^2 = 3,464 \times r^2$$

#### OCTOGONO

$$\text{Area} = 4,828 \times J^2 = 2,828 \times R^2 = 3,314 \times r^2$$

#### CUADRADO

$$\text{Area} = D \times D$$

#### REDONDO









$$\text{Area} = 3,1416 \times r^2 = 0,7854 \times D^2$$

#### TRIANGULO

$$\text{Area} = \frac{1}{2} \text{ base por altura perpendicular.}$$

## ACEROS









**Peso en kilos por metro, y sección en mm<sup>2</sup> de las barras redondas y cuadradas**

Diámetro en mm. D	Longitud de la circunferencia de la p.p. ap	Sección en mm <sup>2</sup>		Peso en Kgs. x metro		Diámetro en mm. D	Longitud de la circunferencia de la p.p. ap	Sección en mm <sup>2</sup>		Peso en Kgs. x metro	
											
1	3.142	0.7854	1	0.006	0.007	21	65.973	346.361	441	2.72	3.46
2	6.283	3.1416	4	0.025	0.031	22	69.115	380.133	484	2.98	3.80
3	9.425	7.0686	9	0.055	0.071	23	72.257	415.476	529	3.26	4.15
4	12.566	12.5664	16	0.099	0.126	24	75.398	452.389	576	3.55	4.52
5	15.708	19.6350	25	0.15	0.20	25	78.540	490.874	625	3.85	4.91
6	18.850	28.2743	36	0.22	0.28	26	81.681	530.929	676	4.17	5.31
7	21.991	38.4845	49	0.30	0.39	27	84.823	572.555	729	4.49	5.72
8	25.133	50.2655	64	0.39	0.50	28	87.625	615.752	784	4.83	6.15
9	28.274	63.6173	81	0.50	0.64	29	91.106	660.520	841	5.18	6.60
10	31.416	78.5398	100	0.62	0.79	30	94.248	706.858	900	5.55	7.07
11	34.558	95.0332	121	0.75	0.95	31	97.389	754.768	961	5.93	7.54
12	37.699	113.097	144	0.89	1.13	32	100.531	804.248	1.024	6.31	8.04
13	40.841	132.732	169	1.04	1.33	33	103.673	855.299	1.089	6.71	8.55
14	43.982	153.938	196	1.21	1.54	34	106.814	907.920	1.156	7.13	9.07
15	47.124	176.715	225	1.39	1.77	35	109.956	962.113	1.225	7.55	9.62
16	50.265	201.062	256	1.58	2.01	36	113.097	1017.88	1.296	7.99	10.17
17	53.407	226.980	289	1.78	2.27	37	116.239	1075.21	1.369	8.44	10.75
18	56.549	254.469	324	2.00	2.54	38	119.381	1134.11	1.444	8.90	11.34
19	59.690	283.529	361	2.23	2.83	39	122.522	1194.59	1.521	9.38	11.94
20	62.832	314.159	400	2.47	3.14	40	125.664	1256.64	1.600	9.86	12.56











# ACEROS

Peso en kilos por metro, y sección en mm<sup>2</sup> de las barras redondas y cuadradas

Diámetro o lado D mm.	Longitud de la circunferencia de diá. = D	Sección en mm <sup>2</sup>		Peso en Kgs. x metro		Diámetro o lado D mm.	Longitud de la circunferencia de diá. = D	Sección en mm <sup>2</sup>		Peso en Kgs. x metro	
											
41	128.805	1320.25	1.681	10.36	13.20	61	191.64	2922.47	3.721	22.94	29.21
42	131.95	1385.44	1.764	10.88	13.85	62	194.78	3019.07	3.844	23.70	30.18
43	135.09	1452.20	1.849	11.40	14.51	63	197.92	3117.25	3.969	24.47	31.16
44	138.23	1520.58	1.936	11.94	15.20	64	201.06	3216.99	4.069	25.25	32.15
45	141.37	1590.43	2.025	12.48	15.90	65	204.20	3318.31	4.225	26.05	33.17
46	144.51	1616.90	2.116	13.05	16.61	66	207.35	3421.19	4.356	26.86	34.19
47	147.65	1734.94	2.209	13.62	17.34	67	210.49	3525.65	4.489	27.68	35.24
48	150.80	1809.56	2.304	14.21	18.09	68	213.63	3631.68	4.624	28.51	36.30
49	153.94	1885.74	2.401	14.80	18.85	69	216.77	3739.28	4.761	29.35	37.39
50	157.08	1963.50	2.500	15.41	19.63	70	219.91	3848.45	4.900	30.21	38.47
51	170.22	2042.82	2.601	16.04	20.42	71	223.05	3959.19	5.041	31.08	39.57
52	163.36	2123.72	2.704	16.67	21.23	72	226.19	4071.50	5.184	31.96	40.69
53	166.50	2206.18	2.809	17.32	22.05	73	229.34	4185.39	5.329	32.86	41.83
54	169.65	2290.22	2.916	17.98	22.89	74	232.48	4300.84	5.476	33.76	42.99
55	172.79	2375.83	3.025	18.65	23.75	75	235.62	4417.86	5.625	34.68	44.16
56	175.93	2463.01	3.136	19.33	24.62	76	238.76	4536.46	5.776	35.61	45.34
57	179.07	2551.76	3.249	20.03	25.50	77	241.90	4656.63	5.929	36.55	46.54
58	182.21	2642.08	3.364	20.74	26.41	78	245.04	4778.36	6.034	37.51	47.76
59	185.35	2733.97	3.481	21.46	27.33	79	248.19	4901.67	6.241	38.48	48.99
60	188.50	2827.43	3.600	22.20	28.26	80	251.33	5026.55	6.400	39.46	50.24









# ACEROS

Peso en kilos por metro, y sección en mm<sup>2</sup> de las barras redondas y cuadradas

Diámetro o lado D mm.	Longitud de la circunferencia de diá. = D	Sección en mm <sup>2</sup>		Peso en Kgs. x metro		Diámetro o lado D mm.	Longitud de la circunferencia de diá. = D	Sección en mm <sup>2</sup>		Peso en Kgs. x metro	
											
81	254.47	5153.00	6.561	40.45	51.50	101	317.30	8011.85	10.201	62.89	80.08
82	257.61	5281.02	6.724	41.46	52.78	102	320.44	8171.28	10.404	64.14	81.67
83	260.75	5410.61	6.889	42.47	54.08	103	323.58	8332.29	10.609	65.41	83.28
84	263.89	5441.77	7.056	43.50	55.39	104	326.73	8494.87	10.816	66.68	84.91
85	267.04	5674.50	7.225	44.54	56.72	105	329.87	8659.61	11.025	67.97	86.55
86	270.18	5808.80	7.396	45.60	58.06	106	333.01	8824.73	11.236	69.27	88.20
87	273.32	5944.68	7.569	46.67	59.42	107	336.15	8992.02	11.449	70.59	89.87
88	276.46	6082.12	7.744	47.74	60.79	108	339.29	9160.88	11.664	71.91	91.56
89	279.60	6221.14	7.921	48.84	62.18	109	342.43	9331.32	11.881	73.25	93.27
90	282.74	6361.73	8.100	49.94	63.59	110	345.58	9503.32	12.100	74.60	94.99
91	285.88	6503.88	8.281	51.06	65.01	111	348.72	9676.89	12.321	75.96	96.72
92	289.03	6647.61	8.464	52.18	66.44	112	351.86	9852.03	12.544	77.34	98.47
93	292.17	6792.91	8.649	53.32	67.89	113	355.00	10028.7	12.769	78.73	100.24
94	295.31	6939.78	8.836	54.48	69.36	114	358.14	10207.0	12.996	80.13	102.02
95	298.45	7088.22	9.025	55.64	70.85	115	361.28	10386.9	13.225	81.54	103.82
96	301.59	7238.23	9.216	56.82	72.35	116	364.42	10568.3	13.456	82.96	105.63
97	304.73	7389.84	9.409	58.01	73.86	117	367.57	10751.3	13.689	84.40	107.46
98	307.88	7542.96	9.604	59.21	75.39	118	370.71	10935.9	13.924	85.85	109.30
99	311.02	7697.69	9.801	60.43	76.94	119	373.85	11122.0	14.161	87.31	111.16
100	314.16	7853.98	10.000	61.65	78.50	120	376.99	11309.7	14.400	88.78	113.04









# ACEROS

Peso en kilos por metro, y sección en mm<sup>2</sup> de las barras redondas y cuadradas

Diámetro o lado D mm.	Longitud de la circunferencia de diá. = D	Sección en mm <sup>2</sup>		Peso en Kgs. x metro		Diámetro o lado D mm.	Longitud de la circunferencia de diá. = D	Sección en mm <sup>2</sup>		Peso en Kgs. x metro	
											
121	380.13	11499.0	14.641	90.27	114.93	141	442.96	15614.5	19.881	122.57	156.07
122	383.27	11689.9	14.884	91.77	116.84	142	446.11	15836.8	20.164	124.32	158.29
123	386.42	11882.3	15.129	93.28	118.76	143	449.25	16060.6	20.449	126.08	160.52
124	389.56	12076.3	15.376	94.80	120.70	144	452.39	16286.1	20.736	127.85	162.78
125	392.70	12271.9	15.625	96.33	122.66	145	455.53	16513.0	21.025	129.63	165.05
126	395.84	12469.0	15.876	97.88	124.63	146	458.67	16741.5	21.316	131.42	167.33
127	398.98	12667.7	16.129	99.44	126.61	147	461.81	16971.7	21.609	133.23	169.63
128	402.12	12868.0	16.384	101.01	128.61	148	465.96	17203.4	21.904	135.05	171.95
129	405.27	13069.8	16.641	102.60	130.63	149	468.10	17436.7	22.201	136.88	174.28
130	408.41	13273.3	16.900	104.20	132.67	150	471.24	17671.5	22.500	138.72	176.63
131	411.55	13478.2	17.161	105.80	134.71	151	474.38	17907.9	22.801	140.58	178.99
132	414.69	13684.8	17.424	107.43	136.78	152	477.52	18145.8	23.104	142.44	181.37
133	417.83	13892.9	17.689	109.06	138.86	153	480.66	18385.4	23.409	144.33	183.76
134	420.97	14102.6	17.956	110.71	140.95	154	483.81	18626.5	23.716	146.22	186.17
135	424.12	14313.9	18.225	112.36	143.07	155	486.95	18869.2	24.025	148.12	188.60
136	427.26	14526.7	18.496	114.03	145.19	156	490.09	19113.4	24.336	150.04	191.04
137	430.40	14741.2	18.769	115.72	147.34	157	493.23	19359.3	24.649	151.97	193.49
138	433.54	14957.2	19.044	117.41	149.50	158	496.37	19606.7	24.964	153.91	195.97
139	436.68	15174.7	19.321	119.12	151.67	159	499.51	19855.7	25.281	155.87	198.46
140	439.82	15393.8	19.600	120.84	153.86	160	502.65	20106.2	25.600	157.83	200.96

# ACEROS

Peso en kilos por metro, y sección en mm<sup>2</sup> de las barras redondas y cuadradas

Diámetro o lado D mm.	Longitud de la circunferencia de diá. = D	Sección en mm <sup>2</sup>		Peso en Kgs. x metro		Diámetro o lado D mm.	Longitud de la circunferencia de diá. = D	Sección en mm <sup>2</sup>		Peso en Kgs. x metro	
											
161	505.80	20358.3	25.921	159.81	203.5	181	568.63	25730.4	32.761	201.98	259.2
162	508.94	20612.0	26.244	161.80	206.0	182	571.77	26015.5	33.124	204.2	260.0
163	512.08	20867.2	26.569	163.81	208.6	183	574.91	26302.2	33.489	206.5	262.9
164	515.22	21124.1	26.896	165.82	211.1	184	578.05	26590.4	33.856	208.7	265.8
165	518.36	21382.5	27.225	167.85	213.7	185	581.19	26810.3	34.225	211.0	268.7
166	521.50	21642.4	27.556	169.89	216.3	186	584.34	27171.6	34.596	213.3	271.6
167	524.65	21904.0	27.889	171.95	218.9	187	587.48	27464.6	34.969	215.6	274.5
168	527.79	22167.1	28.224	174.01	221.6	188	590.62	27759.1	35.344	217.9	277.5
169	530.93	22431.8	28.561	176.09	224.2	189	593.76	28055.2	35.721	220.2	280.4
170	534.07	22698.0	28.900	178.18	226.9	190	596.90	28352.9	36.100	222.6	283.4
171	537.21	22965.8	29.241	180.28	229.5	191	600.04	28652.1	36.481	224.9	286.4
172	540.35	23235.2	29.584	182.40	232.2	192	603.19	28952.9	36.864	227.3	289.4
173	543.50	23506.2	29.929	184.52	234.9	193	606.33	29255.3	37.249	229.7	292.4
174	546.64	23778.7	30.276	186.66	237.7	194	609.47	29559.2	37.636	232.0	295.4
175	549.78	24052.8	30.625	188.81	240.4	195	612.61	29864.8	38.025	234.4	298.5
176	552.92	24328.5	30.976	190.98	243.2	196	615.75	30171.9	38.416	236.9	301.6
177	556.06	24605.7	31.329	193.16	245.9	197	618.89	30480.5	38.809	239.3	304.7
178	559.20	24884.6	31.684	195.34	248.7	198	622.04	30790.7	39.204	241.7	307.8
179	562.35	25164.9	32.041	197.55	251.5	199	625.18	31102.6	39.601	244.2	310.9
180	565.49	25446.9	32.400	199.76	254.3	200	628.32	31415.9	40.000	246.6	314.0

## CHAPAS DE ALUMINIO

### PESO POR METRO CUADRADO

ESPOSOR mm.	PESO Kgs.	ESPOSOR mm.	PESO Kgs.	ESPOSOR mm.	PESO Kgs.	ESPOSOR mm.	PESO Kgs.
0.2	0.54	2.1	5.67	4.8	12.96	7.5	20.25
0.25	0.67	2.2	5.94	4.9	13.23	7.6	20.52
0.3	0.81	2.3	6.21	5	13.5	7.7	20.79
0.35	0.94	2.4	6.48	5.1	13.77	7.8	21.06
0.4	1.08	2.5	6.75	5.2	14.04	7.9	21.33
0.45	1.21	2.6	7.02	5.3	14.31	8	21.6
0.5	1.35	2.7	7.29	5.4	14.58	8.1	21.87
0.55	1.48	2.8	7.56	5.5	14.85	8.2	22.14
0.6	1.62	2.9	7.83	5.6	15.12	8.3	22.41
0.65	1.75	3	8.1	5.7	15.39	8.4	22.68
0.7	1.89	3.1	8.37	5.8	15.66	8.5	22.95
0.75	2.02	3.2	8.64	5.9	15.93	8.6	23.22
0.8	2.16	3.3	8.91	6	16.2	8.7	23.49
0.85	2.29	3.4	9.18	6.1	16.47	8.8	23.76
0.9	2.43	3.5	9.45	6.2	16.74	8.9	24.03
0.95	2.56	3.6	9.72	6.3	17.01	9	24.30
1	2.7	3.7	9.99	6.4	17.28	9.1	24.57
1.1	2.97	3.8	10.26	6.5	17.55	9.2	24.84
1.2	3.24	3.9	10.53	6.6	17.82	9.3	25.11
1.3	3.51	4	10.8	6.7	18.09	9.4	25.38
1.4	3.78	4.1	11.07	6.8	18.36	9.5	25.65
1.5	4.05	4.2	11.34	6.9	18.63	9.6	25.92
1.6	4.32	4.3	11.61	7	18.9	9.7	26.19
1.7	4.59	4.4	11.88	7.1	19.17	9.8	26.46
1.8	4.86	4.5	12.15	7.2	19.44	9.9	26.73
1.9	5.13	4.6	12.42	7.3	19.71	10	27
2	5.4	4.7	12.69	7.4	19.98		

## PESOS DE LOS TUBOS DE HIERRO FORJADO PARA AGUA, GAS Y CALEFACCION

Diámetro interior en pulgadas	Espesor del Tubo en milímetros	Peso por metro del Tubo en kgs.
$\frac{1}{8}$	1.9	0,400
$\frac{1}{4}$	2.1	0,570
$\frac{3}{8}$	2.3	0,870
$\frac{1}{2}$	2.7	1,160
$\frac{5}{8}$	3	1,150
$\frac{3}{4}$	3	1,720
$\frac{7}{8}$	3.3	2,250
1"	3.3	2,440
1 $\frac{1}{4}$	3.7	3,400
1 $\frac{1}{2}$	3.9	4,200
1 $\frac{3}{4}$	4	4,600
2"	4.3	5,800
2 $\frac{1}{4}$	4.5	6,800
2 $\frac{1}{2}$	4.7	7,700
2 $\frac{3}{4}$	4.8	8,900
3"	5	10
3 $\frac{1}{2}$	5.3	11,500
4"	5.3	13,500

NOTA. — Los Tubos se clasifican midiendo su interior; entre la fabricación Inglesa y la de los demás países que tienen adoptado el sistema métrico, existe una pequeña diferencia en la denominación.

Ejemplo: Un Tubo de fabricación Inglesa de  $\frac{1}{4}$ " en dimensiones métricas, se conoce por Tubo de 8 x 13.

## Peso de los Tubos de Plomo en kgs. por m. lineal

Diámetro interior del Tubo mm.	ESPESOR EN MILIMETROS					
	3	4	5	6	8	9
20	2,400	3,400	4,400			
30	3,500	4,800	6,200			
40	4,600	6,300	8,000			
50	5,700	7,700	9,800	12,000	14,800	18,100
60	7,800	9,100	11,600	14,000	17,900	22,000
70	8,900	10,500	13,400	16,300	22,200	25,300
80	9,900	12,000	15,000	18,500	23,100	28,100
90	10,000	13,400	16,800	20,600	27,900	31,800
100	12,100	14,800	18,600	22,600	30,800	35,000
110	13,100	16,300	20,000	24,900	33,600	38,200
120	14,200	17,700	22,200	27,100	36,500	41,400
130	15,300	19,100	24,000	29,100	39,300	44,600
140	16,400	20,500	25,700	31,200	42,200	47,800
150		22,200	27,500	33,300	45,000	51,000
160				35,400	47,900	54,200
170				37,600	50,600	57,500
180				39,700	53,600	60,700

## TUBOS DE COBRE (Fabricación normal)

Peso de los tubos de cobre en kgs. por metro lineal

Diámetro interior mm.	ESPESOR EN MILIMETROS					
	1	1,5	2	2,5	3	4
10	0,300	0,500	0,700			
15	0,500	0,700	1,000			
20	0,600	1,000	1,300	1,600		
25	0,800	1,200	1,700	2,100		
30	1,000	1,500	2,000	2,500		
35	1,100	1,700	2,300	2,900		
40	1,300	1,900	2,600	3,200		
45	1,400	2,100	2,900	3,600		
50	1,600	2,400	3,200	4,000		
55	1,700	2,600	3,500	4,400		
60	1,900	2,800	3,800	4,800	5,700	7,600
65	2,000	3,000	4,100	5,100	6,100	8,030
70	2,200	3,300	4,400	5,600	6,700	8,820
75	2,400	3,600	4,800	6,000	7,200	9,380
80	2,500	3,800	5,100	6,400	7,600	9,950
90	2,800	4,300	5,700	7,100	8,600	11,080
100	3,100	4,700	6,300	7,900	9,400	12,210
110	3,500	5,200	6,900	8,600	10,300	13,340
120	3,800	5,700	7,500	9,400	11,400	14,480
130				10,200	13,300	15,600
140				11,000	13,200	16,730
150					14,000	17,880
160					15,000	19,000
180					16,800	21,260

# TUBOS DE FUNDICION (tipo corriente)

## PESO POR METRO LINEAL

Diámetro interior en mm.	Espesor para 6 a 7 ATM mm.	Diámetro de la Brida mm.	Espesor de la Brida mm.	Núm. de agujeros	Diámetro de los agujeros	Longitud de un tubo metros	Peso por metro kilogramos
40	8	150	18	4	13	2	10,7
50	8	160	18	4	15,5	2	12,8
60	8,5	175	19	4	15,5	3	15
70	8,5	185	19	4	15,5	3	17,1
80	9	200	20	4	15,5	3	20,5
90	9	215	20	4	15,5	3	23
100	9	230	20	4	19	3	25,5
125	10	260	21	4	19	3	33
150	10	290	22	6	19	3	41
175	10,5	320	22	6	19	3	50
200	11	350	23	6	19	3	60
225	11,5	370	23	6	19	3	69
250	12	400	24	8	19	3	80
275	12,5	425	25	8	19	3	91
300	13	450	25	8	19	3	102
325	13,5	490	26	10	22,5	3	114
350	14	520	26	10	22,5	3	125
375	14	550	27	10	22,5	3	138
400	14,5	575	27	10	22,5	3	152
425	15	600	28	12	22,5	3	161
450	15	630	28	12	22,5	3	180
475	15,5	655	29	12	22,5	3	194
500	16	680	30	12	22,5	3	208
550	16,5	740	33	14	26	3	241
600	17	790	33	16	26	3	271
650	18	850	33	18	26	3	305
700	19	900	33	18	26	3	345
750	20	950	33	20	26	3	383
800	21	1020	36	20	29,5	3	432
900	22,5	1120	36	22	29,5	3	522
1000	24	1220	36	24	29,5	3	624

# Peso de los tubos de latón en kgs. por metro lineal

Diámetro interior mm.	ESPESOR EN MILIMETROS						
	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
20	0,590	0,920	1,280	1,650	2,080		
25	0,720	1,120	1,550	2,200	2,490		
30	0,890	1,320	1,810	2,330	2,880		
35	0,980	1,520	2,080	2,530	3,280	3,920	
40	1,120	1,720	2,350	2,870	3,680	4,400	
45	1,180	1,920	2,610	3,200	4,010	4,860	
50	1,280	2,120	2,880	3,670	4,480	5,300	
55	1,490	2,320	3,150	4,000	4,890	5,800	6,700
60	1,560	2,540	3,410	4,350	5,280	6,260	7,250
65	1,760	2,740	3,680	4,670	5,730	6,730	7,800
70			3,850	5,380	6,080	7,200	8,350
75					6,480	7,740	8,860
80					6,880	8,100	9,380
85					7,380	8,650	9,900
90						9,060	10,460
100						10,000	11,500
110						10,900	12,600
120						11,880	13,660

# Peso de los hilos de cobre

Diámetro en mm.	Sección en mm²	Peso en kgs. por 1.000 metros	Diámetro en mm.	Sección en mm²	Peso en kgs. por 1.000 metros
0,1	0,0079	0,0699	1,1	0,9503	8,458
0,2	0,0314	0,2796	1,2	1,1310	10,066
0,3	0,0707	0,6291	1,3	1,3273	11,813
0,4	0,1257	1,1184	1,4	1,5394	13,200
0,5	0,1963	1,7475	1,5	1,7671	15,728
0,6	0,2827	2,5164	1,6	2,0106	17,895
0,7	0,3848	3,4251	1,7	2,2698	20,201
0,8	0,5027	4,4736	1,8	2,5447	22,684
0,9	0,6362	5,6619	1,9	2,8353	25,234
1,0	0,7854	6,990	2,0	3,1416	27,960

## Peso de los hilos de cobre

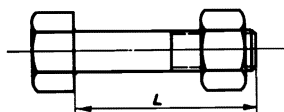
Diámetro en mm.	Sección en mm²	Peso en kgs. por 1.000 metros	Diámetro en mm.	Sección en mm²	Peso en kgs. por 1.000 metros
2,1	3,4636	30,826	4,3	14,5220	129,24
2,2	3,8013	33,832	4,4	15,2053	135,33
2,3	4,1548	36,977	4,5	15,9043	141,55
2,4	4,5239	40,263	4,6	16,6190	147,91
2,5	4,9087	43,688	4,7	17,3494	154,41
2,6	5,3093	47,253	4,8	18,0956	161,05
2,7	5,7256	50,957	4,9	18,8574	167,83
2,8	6,1575	54,802	5,0	19,6350	174,75
2,9	6,6052	58,786	5,1	20,4282	181,81
3,0	7,0696	62,910	5,2	21,2372	189,01
3,1	7,5477	67,174	5,3	22,0618	196,35
3,2	8,0425	75,578	5,4	22,9022	203,83
3,3	8,5530	76,122	5,5	23,7583	211,45
3,4	9,0792	80,805	5,6	24,6301	219,21
3,5	9,6211	85,628	5,7	25,7166	227,11
3,6	10,1788	90,591	5,8	26,4208	235,14
3,7	10,7521	95,694	5,9	27,3397	243,32
3,8	11,3412	100,94	6,0	28,2743	251,64
3,9	11,9459	106,32	6,1	29,2247	260,10
4,0	12,5664	111,84	6,2	30,1907	268,70
4,1	13,2025	117,50	6,3	31,1725	277,43
4,2	13,8544	123,30	6,4	32,1699	286,31

## Alambre de aluminio

### PESO POR 1.000 METROS

Diámetro en mm.	Peso kgs.	Sección en mm²
1,0	2,10	0,7854
1,5	4,72	1,7671
2	8,4	3,1416
2,5	13,12	4,9087
3	18,9	7,0686
3,5	25,72	9,6211
4	33,6	12,5664
4,5	42,5	15,9043
5	52,5	19,6350
5,5	63,5	23,7583
6	75,6	28,2743
6,5	88,7	33,1831
7	102,9	38,4845
7,5	118	44,1786
8	134	50,0685
8,5	151	56,7450
9	170	63,6173
9,5	189	70,8222
10	210	78,5398
11	254	95,03
12	302	113,10
13	354	132,73
14	411	153,94
15	472	176,71
16	537	201,06
17	606	226,98

# Peso de tornillos de hierro forjado con rosca Sistema «Whitworth» corrien



Este peso se refiere a tornillo con su tuerca, según se indica en el dibujo.

## PESO EN KILOGRAMOS

Longitud L en pulgadas	DIAMETRO DEL TORNILLO												
	1/4	3/8	1/2	5/8	3/4	7/8	1"	1 1/8	1 1/4	1 3/8	1 1/2	1 5/8	1 3/4
3/4	0,014	0,035	0,079										
7/8	0,015	0,040	0,082										
1"	0,016	0,042	0,085	0,157									
1 1/8	0,017	0,044	0,085	0,157	0,251								
1 1/4	0,018	0,045	0,092	0,161	0,257	0,385							
1 3/8	0,0125	0,047	0,095	0,166	0,265	0,394	0,558						
1 1/2	0,019	0,052	0,104	0,177	0,277	0,408	0,572	0,730					
1 5/8	0,020	0,056	0,110	0,187	0,291	0,427	0,599	0,762	1,057				
2"	0,021	0,059	0,117	0,197	0,306	0,446	0,671	0,794	1,103	1,407			
2 1/4	0,023	0,063	0,123	0,207	0,320	0,463	0,649	0,826	1,114	1,452	1,825		

**NOTA** — Las longitudes dadas son las de fabricación normal.

Longitud L en pulgadas	DIAMETRO DEL TORNILLO												
	1/4	3/8	1/2	5/8	3/4	7/8	1"	1 1/8	1 1/4	1 3/8	1 1/2	1 5/8	1 3/4
2 1/2	0,024	0,066	0,129	0,217	0,334	0,481	0,671	0,858	1,180	1,502	1,870	2,165	
2 3/4	0,026	0,070	0,136	0,227	0,348	0,503	0,699	0,884	1,216	1,548	1,929	2,229	2,664
3"	0,028	0,074	0,142	0,236	0,363	0,522	0,721	0,921	1,262	1,598	1,997	2,297	2,742
3 1/2	0,031	0,080	0,155	0,256	0,391	0,559	0,776	0,985	1,339	1,693	2,111	2,428	2,896
4"	0,034	0,088	0,167	0,276	0,419	0,599	0,830	1,048	1,421	1,788	2,224	2,565	3,050
4 1/2	0,036	0,094	0,180	0,296	0,448	0,635	0,876	1,112	1,498	1,884	2,324	2,696	3,205
5"	0,040	0,102	0,193	0,317	0,476	0,676	0,926	1,180	1,575	1,988	2,451	2,832	3,359
5 1/2	0,044	0,108	0,206	0,325	0,503	0,712	0,976	1,243	1,657	2,074	2,551	2,964	3,513
6"	0,047	0,116	0,218	0,361	0,521	0,763	1,018	1,307	1,734	2,170	2,678	3,096	3,668
6 1/2	0,050	0,123	0,231	0,375	0,568	0,789	1,075	1,371	1,816	2,265	2,792	3,232	3,822
7"	0,053	0,130	0,246	0,394	0,590	0,830	1,125	1,434	1,893	2,360	2,905	3,364	3,977
7 1/2	0,056	0,137	0,256	0,414	0,617	0,867	1,167	1,498	1,970	2,456	3,005	3,503	4,131
8"	0,059	0,144	0,269	0,434	0,644	0,908	1,225	1,561	2,052	2,551	3,132	3,632	4,285
8 1/2	0,063	0,151	0,282	0,454	0,671	0,944	1,280	1,639	2,129	2,686	3,246	3,763	4,440
9"	0,066	0,158	0,295	0,472	0,703	0,985	1,330	1,688	2,210	2,742	3,359	3,889	4,594
9 1/2	0,071	0,165	0,307	0,490	0,730	1,021	1,380	1,742	2,288	2,837	3,459	4,031	4,748
10"	0,072	0,172	0,320	0,513	0,758	1,062	1,430	1,816	2,365	2,952	3,568	4,167	4,907
11"	0,078	0,186	0,345	0,549	0,817	1,139	1,529	1,943	2,524	3,123	3,813	4,431	5,216
12"	0,085	0,300	0,371	0,590	0,871	1,216	1,643	2,070	2,683	3,314	4,040	4,698	5,525

**NOTA** — Las longitudes dadas son las de fabricación normal.

**Peso de tuercas y arandelas  
de hierro forjado para tornillos  
Sistema «WHITWORTH»**

Diámetro del Tornillo	Peso en kgs. por Tuerca	Peso en kgs. por Arandela
$\frac{1}{4}$	0,006	0,003
$\frac{5}{16}$	0,010	0,004
$\frac{3}{8}$	0,016	0,007
$\frac{7}{16}$	0,023	0,009
$\frac{1}{2}$	0,034	0,013
$\frac{5}{8}$	0,060	0,018
$\frac{3}{4}$	0,097	0,036
$\frac{7}{8}$	0,143	0,049
1"	0,208	0,058
1 $\frac{1}{8}$	0,287	0,062
1 $\frac{1}{4}$	0,383	0,074
1 $\frac{3}{8}$	0,484	0,113
1 $\frac{1}{2}$	0,626	0,170
1 $\frac{5}{8}$	0,760	0,196
1 $\frac{3}{4}$	0,932	0,247
1 $\frac{7}{8}$	1,225	0,275
2"	1,388	0,345
2 $\frac{1}{4}$	1,983	0,488
2 $\frac{1}{2}$	2,620	0,586
2 $\frac{3}{4}$	3,224	0,800
3"	5,095	1,120

**NOTA.** — Las Tuercas de la serie Rosca Fina pesan aproximadamente igual.

Para dimensiones véase tabla en sistema general de roscas.

# **REMACHEs**

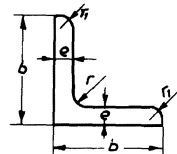
Peso por cien cabezas

(APROXIMADO)

CABEZA ESFERICA		CABEZA AVELLANADA	
Diámetro del remache mm.	Peso por cien cabezas kgs.	Diámetro del remache mm.	Peso por cien cabezas kgs.
6	0,210	6	0,185
8	0,425	8	0,415
10	0,765	10	0,835
12	1,295	12	1,385
14	2,175	14	2,290
16	3,185	16	3,370
18	4,225	18	4,550
20	6,090	20	6,700
24	10,750	24	11,450
30	20,200	30	22,800

Estos datos solo se refieren a la cabeza, para calcular el peso del cuerpo del remache, véase fórmula para pesos de hierros redondos.

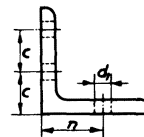




## ANGULARES DE LADOS IGUALES

L	DIMENSIONES EN mm.				Sección cm <sup>2</sup>	Peso por metro P kilogramos
	b	e	r	r <sub>1</sub>		
$\frac{15}{15}$	15	3 4	8,5	2	0,82 1,05	0,64 0,82
$\frac{20}{20}$	20	3 4	3,5	2	1,12 1,45	0,88 1,14
$\frac{25}{25}$	25	3 4	3,5	2	1,42 1,85	1,12 1,45
$\frac{30}{30}$	30	3 5	5	2,5	1,73 2,78	1,36 2,19
$\frac{35}{35}$	35	4 6	5	2,5	2,67 3,87	2,10 3,04
$\frac{40}{40}$	40	4 6 8	6	3	3,08 4,48 5,80	2,42 3,52 4,55

Perfiles de «Altos Hornos de Vizcaya»  
**BILBAO**



Para o hasta 100 mm., una  
fila de agujeros.

Para  $b > 100$  mm., dos  
filas de agujeros, colocados  
al tresbolillo.

## ANGULARES DE LADOS IGUALES

L	DIMENSIONES EN mm.				Sec- ción cm <sup>2</sup>	Peso por metro P kgs.	n mm.	n <sub>1</sub> mm.	d <sub>1</sub> mm.
	b	e	r	r <sub>1</sub>					
$\frac{45}{45}$	45	5 7 9	7	3,5	4,30 5,86 7,34	3,38 4,60 5,76	25	—	11
$\frac{50}{50}$	50	5 7 9	7	3,5	4,80 6,56 8,24	3,77 5,15 6,47	30	—	14
$\frac{55}{55}$	55	6 8 10	8	4	6,31 8,23 10,07	4,95 6,46 7,90	30	—	17
$\frac{60}{60}$	60	6 8 10	8	4	6,91 9,03 11,07	5,42 7,09 8,69	35	—	17
$\frac{65}{65}$	65	7 9 11	9	4,5	8,70 10,98 13,17	6,83 8,82 10,34	35	—	20
$\frac{70}{70}$	70	7 9 11	9	4,5	9,40 11,90 14,30	7,38 9,34 11,23	40	—	20

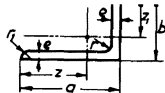
# ANGULARES DE LADOS IGUALES

L	DIMENSIONES EN mm.				Sec- ción cm²	Peso por metro P kgs.	n mm.	n <sub>1</sub> mm.	d <sub>1</sub> mm.
	b	e	r	r <sub>1</sub>					
$\frac{75}{75}$	75	8 10 12	10	5	11,5 14,1 16,7	9,03 11,07 13,11	40	—	20 23 23
$\frac{76}{76}$	76	6,6 9,3	7,6 10,3	3,3 4,6	9,6 13,2	7,50 10,40	40	—	20 20
$\frac{80}{80}$	80	8 10 12	10	5	12,3 15,1 17,9	9,66 11,85 14,05	45	—	20 23 23
$\frac{90}{90}$	90	9 11 13	11	5,5	15,5 18,7 21,8	12,17 14,68 17,11	50	—	23 23 26
$\frac{100}{100}$	100	10 12 14	12	6	19,2 22,7 26,2	15,07 17,82 20,57	55	—	23 23 26
$\frac{102}{102}$	102	13 16	12	7	24,8 30,2	19,50 23,80	55	—	23 26

# ANGULARES DE LADOS IGUALES

L	DIMENSIONES EN mm.				Sec- ción cm²	Peso por metro P kgs.	n mm.	n <sub>1</sub> mm.	d <sub>1</sub> mm.
	b	e	r	r <sub>1</sub>					
$\frac{120}{120}$	120	11 13 15	13	6,5	25,4 29,7 33,9	19,94 23,31 26,61	50	30	23 23 26
$\frac{127}{127}$	127	9,5 12,7 13,2 14,2 16,76	10 13 13 14 16	5 7 7 7 8	23,2 30,9 32,2 34,4 40,0	18,25 24,27 25,31 27,00 31,44	50	35	23 23 23 26 26
$\frac{140}{140}$	140	13 15 17	15	7,5	35,0 40,0 45,0	27,48 31,40 35,33	55	45	26
$\frac{150}{150}$	150	14 16 18	16	8	40,3 45,7 51,0	31,64 35,87 40,04	55	55	26

d<sub>1</sub> = Diámetro de los agujeros para remaches y tornillos.



## ANGULARES LADOS DESIGUALES

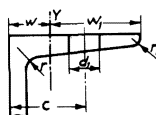
Número del perfil	DIMENSIONES					Sección cm²	Peso por metro P kgs.
	a mm.	b mm.	e mm.	r mm.	r <sub>1</sub> mm.		
$\frac{25}{15}$	25	15	4	3,5	1,7	1,44	1,15
$\frac{30}{20}$	30	20	4	4	2	1,88	1,48
$\frac{40}{25}$	40	25	4,5	5	2,5	2,74	2,16
$\frac{50}{40}$	50	40	5,8	6	3	5,00	3,95
$\frac{60}{30}$	60	30	4	4	2	3,45	2,75
			6	4	2	5,05	3,18
$\frac{60}{45}$	60	45	5	6	3	5,00	3,90
			7	6	3	6,87	5,30
$\frac{60}{50}$	60	50	7	8	4	7,40	5,80
			9	8	4	9,20	7,22
$\frac{65}{40}$	65	40	5	7	3,5	5,03	3,94
			7	7	3,5	6,95	5,45

## ANGULARES LADOS DESIGUALES

Número del perfil	DIMENSIONES					Sección cm²	Peso por metro P kgs.
	a mm.	b mm.	e mm.	r mm.	r <sub>1</sub> mm.		
$\frac{70}{50}$	70	50	7	7	3,5	8,00	6,28
			9	9	4,5	10,12	7,95
			11	11	5,5	12,15	9,55
$\frac{76}{64}$	76	64	7,1	7,5	4	9,40	7,40
			7,25	7,5	4	9,55	7,50
			8,75	9	4,5	11,50	9,00
$\frac{80}{50}$	80	50	6	6	3	7,45	5,84
			8	8	4	9,97	7,80
			10	10	5	12,20	9,57
$\frac{90}{60}$	90	60	5	5	2,5	7,39	5,80
			7	7	3,5	10,16	7,98
			9	9	4,5	12,89	10,12
$\frac{90}{70}$	90	70	9	9	4,5	13,75	10,80
			11	11	5,5	16,60	13,03
$\frac{90}{75}$	90	75	9	9	4,5	14,20	11,14
			11	11	5,5	17,15	13,46

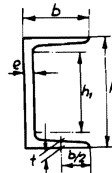
# ANGULARES LADOS DESIGUALES

Número del perfil	DIMENSIONES					Sección cm <sup>2</sup>	Peso por metro P kgs.
	a mm.	b mm.	e mm.	r mm.	r <sub>1</sub> mm.		
$\frac{100}{70}$	100	70	10	10	5	16,17	12,69
			12	12	6	19,17	15,00
			14	14	7	22,02	17,28
$\frac{100}{85}$	100	85	10	10	5	17,65	13,85
			12	12	6	20,90	16,40
$\frac{110}{70}$	110	70	8	8	4	13,75	10,80
$\frac{110}{90}$	110	90	10	10	5	19,15	15,00
			12	12	6	22,80	18,00
$\frac{120}{80}$	120	80	10	10	5	19,10	14,99
			12	12	6	22,70	17,82
$\frac{125}{100}$	125	100	11	11	5,5	23,67	18,58
			13	13	6,5	27,62	21,68
$\frac{150}{75}$	150	75	10	10	5	21,65	16,87
			12	12	6	25,75	20,21



# HIERROS EN L

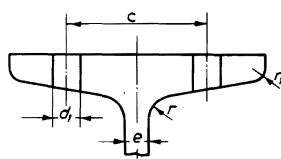
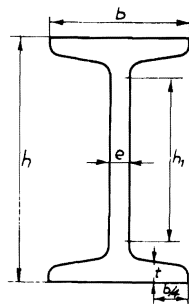
## PESOS y DIMENSIONES



## ALTOS HORNOS DE VIZCAYA

Número del perfil	DIMENSIONES EN MILIMETROS						Sección cm <sup>2</sup>	Peso por metro P kgs.	c mm.	d <sub>1</sub> mm.
	h	b	e	t - r	r <sub>1</sub>	h <sub>1</sub>				
8	80	45	6	8	4	46	11,0	8,64	25	14
10	100	50	6	8,5	4,5	64	13,5	10,60	30	14
12	120	55	7	9	4,5	82	17,0	13,40	30	17
14	140	60	7	10	5	98	20,4	16,01	35	17
16	160	65	7,5	10,5	5,5	115	24,0	18,84	35	20
18	180	70	8	11	5,5	133	28,0	22,00	40	20
20	200	75	8,5	11,5	6	151	32,2	25,30	40	23
22	220	80	9	12,5	6,5	167	37,4	29,40	45	23
25/8	250	80	10	12,5	6,5	195	42,5	34,00	45	23
25/10	250	100	10	16	8	180	53,7	42,20	55	26
30	300	90	13	14	4	230	60,7	47,65	50	26

d<sub>1</sub> = Diámetro de los agujeros para remaches o tornillos



Para características generales de toda clase de perfiles, véase álbum de cada fabricante, por variar algo los perfiles que diversas fábricas laminan.

## VIGUETAS NORMALES

### PESOS Y DIMENSIONES

#### ALTOS HORNOS DE VIZCAYA

Número del perfil	DIMENSIONES EN MILIMETROS						Sección en cm <sup>2</sup>	Peso por metro P kgs.	c mm.	d <sub>1</sub> mm.
	h	b	e - r	t	r <sub>1</sub>	h <sub>1</sub>				
8	80	42	3,9	5,9	2,3	60	7,58	5,95	22	—
10	100	50	4,5	6,8	2,7	75	10,6	8,32	26	—
12	120	58	5,1	7,7	3,1	90	14,2	11,2	30	—
14	140	66	5,7	8,6	3,4	109	18,3	14,4	34	11
16	160	74	6,3	9,5	3,8	125	22,8	17,9	38	14
17 *	175	80	10,0	12,0	5,0	130	36,0	28,40	42	14
18	180	82	6,9	10,4	4,1	142	27,9	21,9	44	14
20	200	90	7,5	11,3	4,5	159	33,5	26,3	46	17

\* Especial.

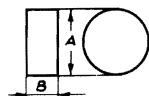
## VIGUETAS NORMALES

### PESOS Y DIMENSIONES

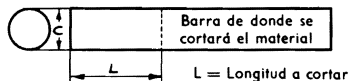
Número del perfil	DIMENSIONES EN MILIMETROS						Sección en cm <sup>2</sup>	Peso por metro P kgs.	c mm.	d <sub>1</sub> mm.
	h	b	e - r	t	r <sub>1</sub>	h <sub>1</sub>				
22	220	98	8,1	12,2	4,9	175	39,6	31,1	52	17
24	240	106	8,7	13,1	5,2	190	46,1	36,2	56	17
25 *	250	110	10,0	11,7	5,4	200	49,5	38,80	58	20
26	260	113	9,4	14,1	5,6	208	53,4	41,9	58	20
28	280	119	10,1	15,2	6,1	225	61,1	48,0	62	20
30	300	125	10,8	16,2	6,5	240	69,1	54,2	64	20
32	320	131	11,5	17,3	6,9	257	77,8	61,1	70	20
34	340	137	12,2	18,3	7,3	274	86,8	68,1	74	20
36	360	143	13,0	19,5	7,8	290	97,1	76,2	74	23
38	380	149	13,7	20,5	8,2	306	107	84,0	80	23
40	400	155	14,4	21,6	8,6	323	118	92,6	84	23
42 1/2	425	163	15,3	23,0	9,2	343	132	104	86	26
45	450	170	16,2	24,3	9,7	363	147	115	92	26
47 1/2	475	178	17,1	25,6	10,3	388	163	128	96	26
50	500	185	18,0	27,0	10,8	404	180	141	100	26
55	550	200	19,0	30,0	11,9	444	213	187	110	26
60	600	215	21,6	32,4	13,0	485	254	198	120	26

\* Especial.

# CUBICACION DE MATERIALES PARA FORJA Y ESTAMPACION



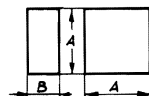
Pieza a construir



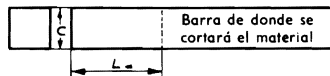
Barra de donde se  
cortará el material

L = Longitud a cortar

$$\text{Fórmula } L = \frac{0.7854 \times A^2}{0.7854 \times C^2} \times B$$

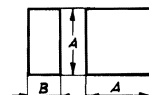


Pieza a construir

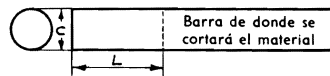


Barra de donde se  
cortará el material

$$L = \frac{A^2}{C^2} \times B$$

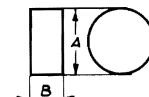


Pieza a construir

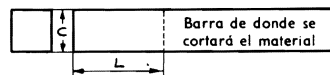


Barra de donde se  
cortará el material

$$L = \frac{A^2}{0.7854 \times C^2} \times B$$



Pieza a construir



Barra de donde se  
cortará el material

$$L = \frac{0.7854 \times A^2}{C^2} \times B$$

A la longitud L se aumentará la cantidad correspondiente por la merma que produce la oxidación durante el calentamiento y forjado, según los valores aproximados siguientes. — Acero hasta 15 % C — 7 %. acero 30 % C — 5 % latón 4 % acero cromo níquel 1 % — acero níquel 1.5 %.

## DATOS GENERALES

## Centros protegidos para torneado de piezas

Una de las mayores atenciones que exigen las piezas que deben ponerse entre puntos del torno es un buen centro, para de esta forma asegurar una perfecta centricidad. En todos los torneados, los centros deben hacerse protegidos por un rebaje, según detalles y tabla que a continuación se indican.

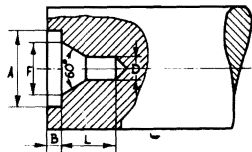


Tabla dando dimensiones para el centraje de piezas

DIÁMETRO DE LAS PIEZAS en mm.	D en mm.	F en mm.	L en mm.	A en mm.	B en mm.
Hasta 5	1	2	2,5	3	1
6 a 15	1,5	2,5	3,5	4-6,5	1,5
16 a 35	2	3	5	9	2
36 a 50	2,5	4	6	12	2,5
51 a 75	2,5	5	7,5	15	2,5
76 a 100	3	6	9	18	3
101 a 120	3	7	9	21	3
121 a 140	4	8	12	24	4
141 a 150	4	10	12	30	4

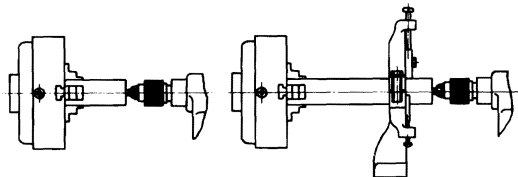
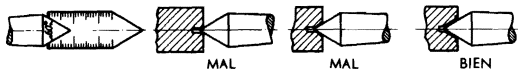


Tabla original del inventor

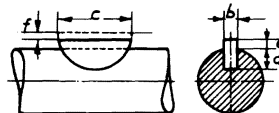
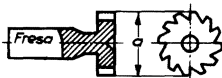
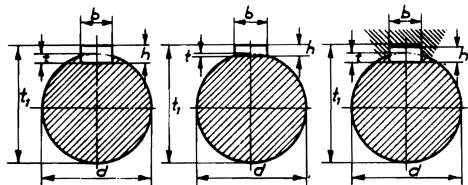


Tabla de dimensiones

Diámetro de la fresa a	Ancho de la chaveta y de la fresa b	Longitud de la chaveta c	Profundidad de la canal d	Altura de la chaveta sobre el eje e	f
1/2"	1/16"	1/2"	11/64"	1/32"	3/64
1/2"	3/32"	1/2"	5/32"	3/64"	
1/2"	1/8"	1/2"	9/64"	1/16"	
5/8"	3/32"	5/8"	13/64"	3/64"	
5/8"	1/8"	5/8"	3/16"	1/16"	
5/8"	5/32"	5/8"	11/64"	5/64"	
5/8"	3/16"	5/8"	5/32"	3/32"	
3/4"	1/8"	3/4"	1/4"	1/16"	
3/4"	5/32"	3/4"	15/64"	5/64"	
3/4"	3/16"	3/4"	7/32"	3/32"	
3/4"	1/4"	3/4"	3/16"	1/8"	1/16
7/8"	5/32"	7/8"	10/64"	5/64"	
7/8"	3/16"	7/8"	9/32"	3/32"	
7/8"	7/32"	7/8"	17/64"	7/64"	
7/8"	1/4"	7/8"	1/4"	1/8"	
1"	3/16"	1"	11/32"	3/32"	
1"	7/32"	1"	21/64"	7/64"	
1"	1/4"	1"	5/16"	1/8"	
1"	5/16"	1"	9/32"	5/32"	
1"	3/8"	1"	1/4"	3/16"	
1.1/8"	3/16"	1.1/8"	25/64"	3/32"	5/64
1.1/8"	7/32"	1.1/8"	3/8"	7/64"	
1.1/8"	1/4"	1.1/8"	23/64"	1/8"	
1.1/8"	5/16"	1.1/8"	21/64"	5/32"	
1.1/4"	3/16"	1.1/4"	29/64"	3/32"	
1.1/4"	7/32"	1.1/4"	7/16"	7/64"	
1.1/4"	1/4"	1.1/4"	27/64"	1/8"	
1.1/4"	5/16"	1.1/4"	25/64"	5/32"	
1.1/4"	3/8"	1.1/4"	23/64"	3/16"	
1.3/8"	1/4"	1.3/8"	15/32"	1/8"	
1.3/8"	5/16"	1.3/8"	7/16"	5/32"	3/32
1.3/8"	3/8"	1.3/8"	13/32"	3/16"	
1.1/2"	1/4"	1.1/2"	33/64"	1/8"	7/64
1.1/2"	5/16"	1.1/2"	31/64"	5/32"	
1.1/2"	3/8"	1.1/2"	29/64"	3/16"	

# Ranuras, chavetas y chaveteros

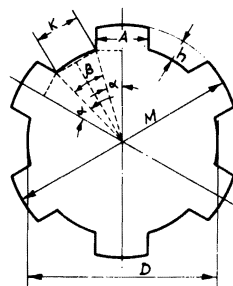


Diámetro del eje	CHAVETA ENCASTRADA				CHAVETA PLANA				CHAVETA			
	Ancho	Alto	Profundidad de la entalla del eje	Profundidad de la ranura del cubo	Ancho	Alto	Altura del rebaje	Profundidad de la ranura del cubo	Ancho	Alto	Profundidad de la entalla del eje	Profundidad de la ranura del cubo
d	b	h	t	t <sub>1</sub>	b	h	t	t <sub>1</sub>	b	h	t	t <sub>1</sub>
mm.			mm				mm				mm	
10- 12	4	4	2,5	d + 1,5	—	—	—	—	4	4	2,5	d + 1,7
12- 17	5	5	3	d + 2	—	—	—	—	5	5	3	d + 2,2
17- 22	6	6	3,5	d + 2,5	—	—	—	—	6	6	3,5	d + 2,7
22- 30	8	7	4	d + 3	8	4	1	d + 3	8	7	4	d + 3,2
30- 38	10	8	4,5	d + 3,5	10	5	1,5	d + 3,5	10	8	4,5	d + 3,7
38- 44	12	8	4,5	d + 3,5	12	5	1,5	d + 3,5	12	8	4,5	d + 3,7
44- 50	14	9	5	d + 4	14	5	1	d + 4	14	9	5	d + 4,2
50- 58	16	10	5	d + 5	16	6	1	d + 5	16	10	5	d + 5,2
58- 68	18	11	6	d + 5	18	7	2	d + 5	18	11	6	d + 5,3
68- 70	20	12	6	d + 6	20	8	2	d + 6	20	12	6	d + 6,3
78- 92	24	14	7	d + 7	24	9	2	d + 7	24	14	7	d + 7,3
92-110	28	16	8	d + 8	28	10	2	d + 8	28	16	8	d + 8,3
110-130	32	18	9	d + 9	32	11	2	d + 9	32	18	9	d + 9,3
130-150	36	20	10	d + 10	36	13	3	d + 10	36	20	10	d + 10,3
150-170	40	22	11	d + 11	40	14	3	d + 11	40	22	11	d + 11,3
170-200	45	25	13	d + 12	45	16	4	d + 12	45	25	13	d + 12,3

Las chavetas tienen una inclinación de 1 : 100. La medida referente a la altura de la chaveta se refiere a la parte más alta de la cuña.

# Ejes y agujeros con chavetas sólidas y múltiples

## SISTEMAS DE CHAVETAS PARALELAS



\* GRADOS

### FORMULAS

$$K = \text{seno} \left( \frac{360^\circ - 2\alpha^\circ}{N} \right) \times D$$

$$\text{seno } \alpha = \frac{A}{2} : \frac{D}{2} = \frac{A}{D}$$

### DESIGNACION

N = Número de chavetas.  
A = Ancho de las chavetas.  
K = Ancho al fondo de las canales.  
D = Diámetro de fondo.  
Si el ángulo β es conocido.

$$K = D \times \text{seno } \frac{\beta}{2}$$

### AJUSTE FIJO

$$A = 0,25 \times M$$

$$h = 0,05 \times M$$

$$D = 0,9 \times M$$

### NORMA USUAL

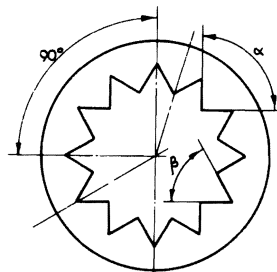
### AJUSTE DESLIZANTE

$$A = 0,25 \times M$$

$$h = 0,075 \times M$$

$$D = 0,850 \times M$$

## Sistema de dientes o entallas en forma de V.



### FORMULA

$$\beta = \text{Grados } \alpha - \frac{360^\circ}{N}$$

### EJEMPLO

Calcular el ángulo β siendo el ángulo del diente α = 90° y n.º de dientes 60

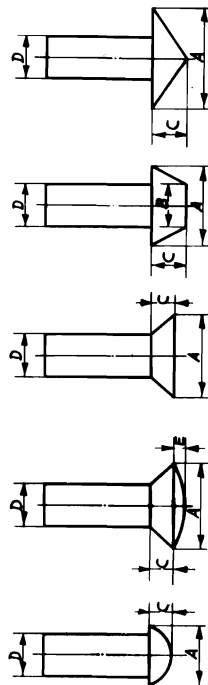
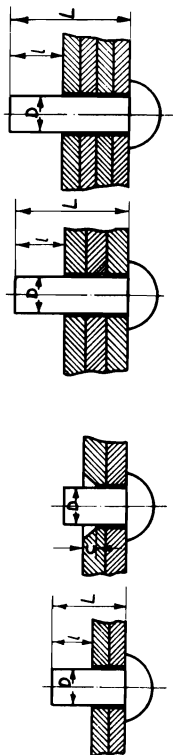
$$\beta = 90 - \frac{360^\circ}{60} = 90 - 6 = 84^\circ$$



# ROBLONES O REMACHES

## FORMULAS NORMALES

Para trabajos de calderería y construcciones metálicas. (Para construcciones navales varían las cabezas de los remaches, según norma de cada constructor.)



## Roblones o remaches. - Fórmulas normales

Para trabajos de calderería y construcciones metálicas  
(Para construcciones navales, varían las cabezas de los remaches s/ norma de cada constructor)

L = Longitud total.

l = Longitud necesaria para remachar.

D = Diámetro del remache.

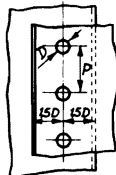
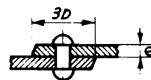
<b>Cabeza esférica</b> <b>Fórmula</b> $A = 1,75 \times D$ $C = 0,75 \times D$	
<b>Cabeza avellanada (o fresada)</b> <b>Fórmula</b> $A = 1,839 \times D$ $C = 0,5 \times D$ $E = 0,16 \times D$ En remaches con cabeza «gota de sebo».	
<b>Cabeza cónica</b> <b>Fórmula</b> $A = 1,75 \times D$ $B = 0,9375 \times D$ $C = 0,875 \times D$	
En las construcciones metálicas la cabeza esférica de los remaches es algo menor que la empleada en trabajos de calderería, siendo la fórmula $A = 1,6 \times D$ $C = 0,638 \times D$	
<b>Ángulos de los remaches avellanados</b>	
Diámetro D mm.	Grados del ángulo
1 a 16	75°
17 a 25	60°
26 a 44	45°

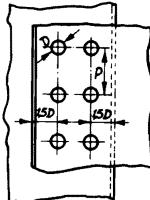
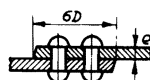
<b>Fórmula para dos espesores</b> <b>Cabeza esférica</b> $l = D \times 1,5$ Remachado a mano. $l = D \times 1,7$ Remachado a máquina.	
<b>Fórmula para tres espesores</b> <b>Cabeza esférica</b> $l = D \times 1,53$ Remachado a mano. $l = D \times 1,72$ Remachado a máquina.	
<b>Fórmula para cuatro espesores</b> <b>Cabeza esférica</b> $l = D \times 1,57$ Remachado a mano. $l = D \times 1,73$ Remachado a máquina.	
<b>Remachado en chapa para cabeza avellanada (o fresada)</b> <b>Fórmula</b> $c = 0,5 \times D$ $A = 1,839 \times D$ $l = 0,7 \times D$ . Longitud necesaria para remachar.	
<b>NOTAS</b> Longitud total del remache = l + Espesor de las chapas. El agujero debe ser mayor que el remache, según la siguiente fórmula: $D \times 1,06 =$ Diámetro del agujero	

# **REMACHADO**

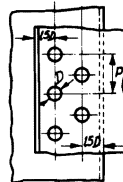
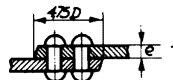
## Remachado de simple cortadura



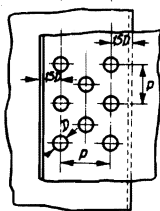
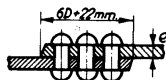
Para Acero Dulce  $D = e + 10$   
 Para Acero Tenaz  $D = e + 11$   
 Para Acero Dulce  $P = 2.25 \times D$   
 Para Acero Tenaz  $P = 2.125 \times D$



Para Acero Dulce  $D = e + 7$ ;  $P = 2.75 D$   
 Para Acero Tenaz  $D = e + 8$ ;  $P = 2.5 D$



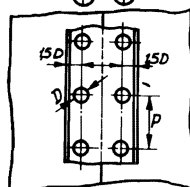
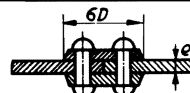
Para Acero Dulce  $D = e + 8$ ;  $P = 3.25 D$   
 Para Acero Tenaz  $D = e + 10$ ;  $P = 3 D$



$P = 3 D + 22$

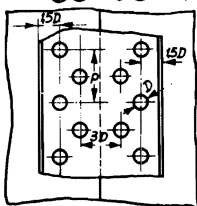
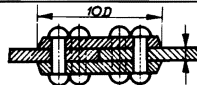
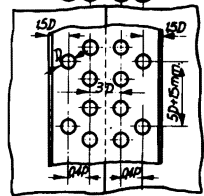
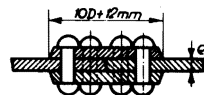
# **REMACHADO**

## Remachado doble cortadura



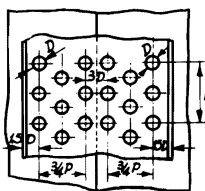
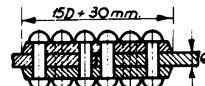
Para Acero Dulce  
 $D = e + 6.5$ ;  $P = 2.75 D$

Para Acero Tenaz  
 $D = e + 4.75$ ;  $P = 2.5 D$



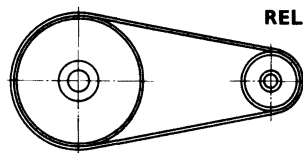
Para Acero Dulce  
 $D = e + 4.75$ ;  $P = 4.5 D$

Para Acero Tenaz  
 $D = e + 6.5$ ;  $P = 4 D$



$P = 6 D + 20 \text{ mm.}$

# Transmisión por correa. Cálculo general



## RELACION SIMPLE

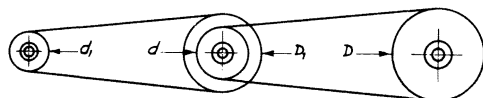
r. p. m. = Revoluciones por minuto.  
 $N = N.^{\circ}$  de r. p. m. de la polea mayor.  
 $n = N.^{\circ}$  de r. p. m. de la polea menor.  
 $D =$  Diámetro de la polea mayor.  
 $d =$  Diámetro de la polea menor.  
 $R =$  Relación.

$$R = \frac{D}{d} = \frac{n}{N} \quad D = \frac{d \times n}{N} \quad d = \frac{D \times N}{n} \quad N = \frac{d \times n}{D} \quad n = \frac{D \times N}{d}$$

Ejemplo:

$$D = 900 \text{ mm.} \quad N = 300 \text{ mm.} \quad d = 150 \text{ mm.} \quad n = \frac{900 \times 300}{150} = 1.800$$

## RELACION COMPUESTA



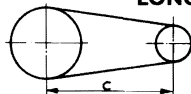
$$D \times D_1 \times N = d \times d_1 \times n, \quad \text{de donde,} \quad \frac{n}{N} = \frac{D \times D_1}{d \times d_1}$$

Ejemplo:

$$D = 1.800 \text{ mm.} \quad D_1 = 1.600 \text{ mm.} \quad d = 600 \text{ mm.} \quad d_1 = 400 \text{ mm.} \quad N = 120$$

$$n = \frac{D \times D_1}{d \times d_1} \times N = \frac{1.800 \times 1.600}{600 \times 400} \times 120 = 1.440$$

## LONGITUD DE LAS CORREAS

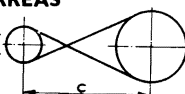


CORREA NORMAL

$$L = \pi \times (R + r) + 2 \times c + \frac{(R - r)^2}{c}$$

Aprox.

$R =$  Radio de la polea mayor.  
 $r =$  Radio de la polea menor.  
 $c =$  Distancia entre ejes.  
 $L =$  Longitud de la correa.



CORREA CRUZADA

$$L = \pi \times (R + r) + 2 \times c + \frac{(R + r)^2}{c}$$

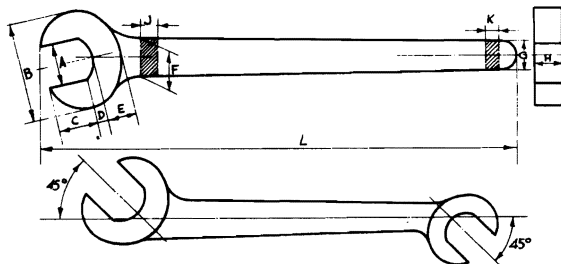
Aprox.

# CAPACIDAD DE TRANSMISION DE UN ARBOL CON RELACION AL NUMERO DE REVOLUCIONES

Diámetro del árbol	CAPACIDAD EN HP CON $n =$																
	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	350	400	500	600	800	1000
mm.	REVOLUCIONES POR MINUTO																
25	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.5	1.9
30	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6	2.0	2.3	3.1	3.9
35	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.5	2.9	3.6	4.3	5.8	7.2
40	0.6	0.9	1.2	1.5	1.9	2.2	2.5	2.8	3.1	3.4	3.7	4.3	5.0	6.2	7.4	9.9	12.0
45	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.4	4.9	5.4	5.9	6.9	7.9	9.9	12.0	16.0	20.0
50	1.5	2.3	3.0	3.8	4.5	5.3	6.0	6.8	7.5	8.3	9.0	11.0	12.0	15.0	18.0	24.0	30.0
55	2.2	3.3	4.4	5.5	6.6	7.7	8.8	9.9	11	12	13	15	18	22	26	35	44
60	3.1	4.7	6.3	7.8	9.4	11	13	14	16	17	19	22	25	31	38	50	63
65	4.3	6.5	8.6	11	13	15	17	19	22	24	26	30	34	43	52	69	86
70	5.8	8.7	12	14	17	20	23	26	29	32	35	41	46	58	69	93	116
75	7.6	11	15	19	23	27	31	34	38	42	46	53	61	76	92	122	153
80	9.9	15	20	25	30	35	40	44	49	54	59	69	79	99	119	159	198
85	13	19	23	31	38	44	50	57	63	69	76	88	101	126	151	201	252
90	16	24	32	40	47	55	63	71	79	87	95	111	127	158	190	253	316
100	24	36	48	60	72	84	96	109	121	133	145	169	193	241	289	386	482
110	35	53	71	88	106	124	141	159	177	194	212	247	282	353	424	—	—
115	42	63	84	105	127	148	169	190	211	232	253	295	337	422	506	—	—
120	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	350	400	—	—	—	—
125	59	88	118	147	177	206	235	265	294	324	353	412	471	—	—	—	—
135	80	120	160	200	240	280	320	360	400	440	481	—	—	—	—	—	—
140	93	139	185	232	278	324	371	417	463	509	556	—	—	—	—	—	—
150	122	183	244	305	366	427	488	509	610	—	—	—	—	—	—	—	—
160	158	237	316	395	474	553	632	711	790	—	—	—	—	—	—	—	—
170	201	302	403	503	604	705	806	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
180	253	380	506	633	760	886	1013	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

# LLAVES PARA TUERCAS

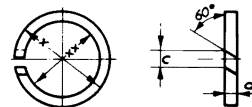
DATOS PARA SU CONSTRUCCION



Diámetro del tornillo en pulgs.	A mm.	B mm.	C mm.	D mm.	E mm.	F mm.	G mm.	H mm.	J mm.	K mm.	L mm.
1/8"	13.4	25	6	3	6	13	19	6	6	6	140
3/16"	15.3	30	8	4	8	14	19	8	8	8	152
1/4"	18.1	35	9	5	10	16	19	10	8	8	173
5/16"	20.9	40	10	6	11	17	19	11	8	8	203
3/8"	23.4	44	13	6	13	19	22	13	8	8	228
1/2"	25.7	49	14	7	14	22	22	14	8	8	254
5/8"	28	54	16	8	16	25	22	16	9	9	280
3/4"	33.1	64	19	10	19	28	25	17	9	9	317
7/8"	37.7	74	21	11	21	33	25	19	11	9	368
1"	46.6	84	24	13	24	38	25	22	13	9	419
1 1/8"	47.4	94	27	14	27	41	27	24	13	11	457
1 1/4"	52.2	103	29	14	29	45	27	25	14	11	508
1 1/2"	56.5	112	32	16	32	48	28	28	16	11	559
1 3/4"	61.4	122	35	17	35	50	28	32	16	13	610
2"	65.7	132	38	19	38	57	30	32	17	13	660
2 1/4"	70.25	141	41	21	41	60	30	35	17	13	711
2 1/2"	76.75	152	43	22	43	63	32	35	19	14	762
2 3/4"	80.25	162	46	24	46	67	32	38	19	14	838
3"	90.30	181	51	25	51	76	33	41	22	16	889
3 1/4"	99.1	199	57	28	57	82	35	44	25	16	990
3 1/2"	115.3	238	68	35	68	98	38	50	28	17	1168

# MAQUINAS DE VAPOR

DATOS PARA AROS DE PISTONES



X = Diámetro del cilindro + A (antes de cortar)  
 X X = » » » » — B ( » » » )

## AROS CONCENTRICOS

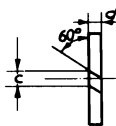
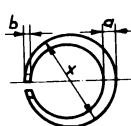
TABLA DE DIMENSIONES NORMALES

Diámetro del cilindro en mm.	X + A en mm.	X X — B en mm.	Corte c en mm.	Ancho d en mm.
400 a 450	17.8	9	51	12.5
475 a 525	19.8	10.5	57	14
550 a 600	21.8	11.5	63.5	16
625 a 675	23.9	12.5	70	17.5
700 a 750	25.9	14	76	19
775 a 825	28	15	82.5	20.5
850 a 900	29	16	89	22
925 a 975	32	17	95	24
1000 a 1050	34	18.5	102	25.5
1075 a 1125	36	19.5	108	27
1150 a 1200	38	20.5	114.5	28.5
1225 a 1275	40	22	120.5	29
1300 a 1350	42	23	127	31.5
1375 a 1425	44	24	133.5	33
1450 a 1500	46	25.5	140	35
1525 a 1575	48.5	26.5	146	36.5
1600 a 1650	50	27.5	152.5	38
1675 a 1725	52	28.5	159	39.5
1750 a 1800	54	29	165	41
1825 a 1875	58	31	171.5	42.5

NOTA. — El diámetro de los aros se dejará en desbaste para terminar el torneado después de cortar y en posición de cerrado; el diámetro exterior a que deben terminarse será igual al interior del cilindro.

# MAQUINAS DE VAPOR

## DATOS PARA AROS DE PISTONES



### AROS EXCÉNTRICOS

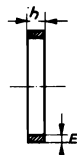
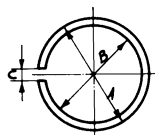
**TABLA DE DIMENSIONES NORMALES**

Diámetro del cilindro en mm.	Diámetro del aro antes del corte X en mm.	ESPESTORES		Corte de la junta c en mm.	Ancho del aro d en mm.
		Mayor a en mm.	Menor b en mm.		
150	153	6.5	4.5	9.5	9.5
175	178.5	7	4.5	11	9.5
200	204	8	4.5	12.5	9.5
225	229.5	8.5	5	14	11
250	256	9.5	5	16	11
275	280.5	10	5.5	17.5	11
300	306	11	5.5	19	12.5
325	331.5	12	6	20.5	12.5
350	357	12.5	6.5	22	14
375	382.5	13.5	6.5	24	14

**NOTAS.** — La razón para usar aros excéntricos es para asegurar una adaptación uniforme en el interior del cilindro.

El diámetro de los aros, se dejará en desbaste para terminar el torneado después de cortar y en posición de cerrado; el diámetro exterior a que deben terminarse será igual al interior del cilindro.

**Aros para pistones de motores de automóviles, camiones, tractores, automotores, etc.**



Los aros se terminarán una vez cortados en C y en posición de cerrados, torneando la dimensión A al diámetro del cilindro, y B de acuerdo con el espesor radial.

### Cálculos para el maquinado

D = Diámetro del cilindro.

A = Diámetro para torneado en desbaste. EXTERIOR.

B = Diámetro para torneado en desbaste. INTERIOR.

C = Corte (Longitud de arco).

K = Constante para el corte.

T = Constante para el diámetro del torneado en desbaste.

H = Huelgo para dilatación térmica en la junta del aro.

E = Espesor radial del aro. h = ancho.

**FORMULAS:**  $A = T \times D$ .  $B = A - (E \times 1.25)$ .  $K = 0.03$ .

$C = \pi \times K \times A$  corte para torneado cerrado.

$C = \pi \times K \times D$  así quedará terminado.  $T = 1.04$ .  $H = \frac{D}{300}$

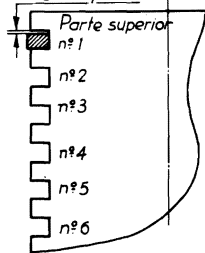
### ANCHO de aros Standard S. A. E.

Diámetro del cilindro mm.	Ancho mm.	ESPEJOR RADIAL
50 a 112	3.17	Este será de acuerdo con el diámetro del cilindro y fondo del pistón, teniendo en cuenta la holgura entre el fondo de la canal y el aro.
113 a 138	3.96	
139 a 164	4.76	
165 a 200	6.35	

**Diversas formas de juntas**



Huelgo lateral de los aros del pistón.



## MOTORES DIESEL

Diámetro del cilindro  
De 200 a 400 mm.

Aros /	Núms. 1 y 2.....	0.08 mm.	Hueigos
	» 3 y 4.....	0.05 »	
	» 5 y 6.....	0.025 »	

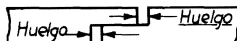
De 400 a 600 mm.

Aros	Núms. 1 y 2.....	0.127 mm.	Hueigos
	» 3 y 4.....	0.08 »	
	» 5 y 6.....	0.05 »	

Los demás aros, ajuste suave.

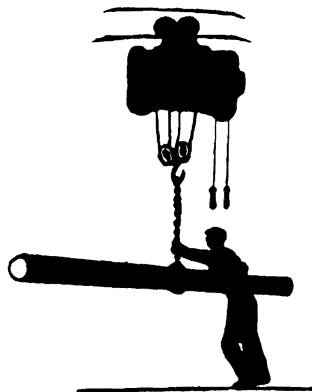
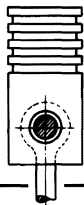
### Huelgo en las juntas de los aros

Diámetro del cilindro en mm.	250	Núms. 1 y 2.....	1.20 mm.	Hueigos
		» 3 y 4.....	0.96 »	
		» 5 y 6.....	0.71 »	
400		Núms. 1 y 2.....	1.77 mm.	
		» 3 y 4.....	1.42 »	
		» 5 y 6.....	1.06 »	
500		Núms. 1 y 2.....	2.38 mm.	
		» 3 y 4.....	1.90 »	
		» 5 y 6.....	1.47 »	
600		Núms. 1 y 2.....	2.92 mm.	
		» 3 y 4.....	2.38 »	
		» 5 y 6.....	1.82 »	



### Huelgo entre el casquillo de la biela y el bulón del pistón

Material ...	Metal antifricción. Bien ajustado.
	Bronce 0.001 x mm. de diámetro del bulón del pistón.



## ¡PRECAUCION!

Prestar verdadera atención en la forma de elevar pesos, así como en la elección de cadenas, cables, cuerdas y cáncamos que hayan de utilizarse, esto evita muchos accidentes y pérdidas considerables.

Las Tablas que a continuación se insertan dan una aproximada norma, para que en función del peso a elevar se dispongan los elementos más apropiados.

# CADENAS

(FABRICACION NORMAL)

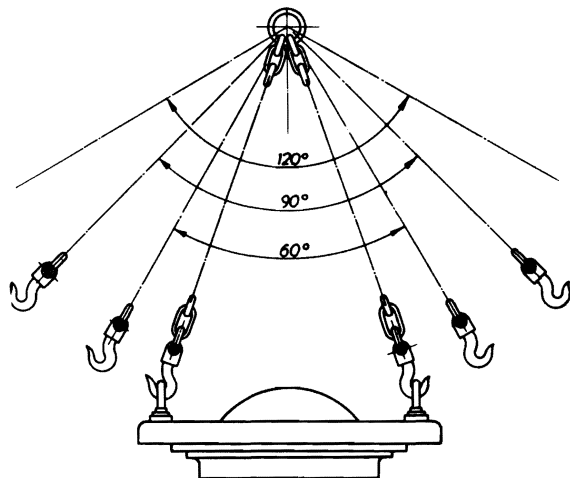
Grueso del Eslabón mm.	Carga de rotura en kilos	La carga de prueba es = a la mitad de la carga de rotura.
7	1460	
8	2000	
9,5	3000	
11	4160	La carga de seguridad (o esfuerzo de tracción) en servicio es = $\frac{1}{4}$ de la carga de rotura.
13	5160	
16	9600	
19	14400	
22	20000	
24	24000	
27	30800	
30	38400	Se recomienda recocer las cadenas para normalización de su material una o dos veces al año.
33	45800	
35	56000	
40	59600	
44	84800	

$d$  = Grueso del Eslabón.

$E$  = Ancho interior del Eslabón  $1,5 \times d$ .

$G$  = Longitud interior del Eslabón  $2,6 \times d$ .

Carga de seguridad en kilos para doble cadena elevando pesos formando ángulos



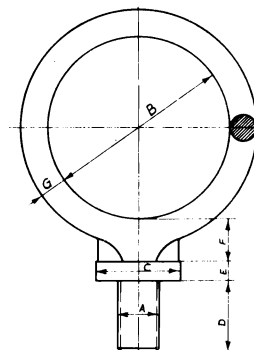
Diámetro de la cadena	Máxima	60°	90°	120°
6.5	900	780	635	450
8	1300	1200	900	650
9.5	1900	1600	1350	960
11	2700	2300	1900	1350
13	3600	3100	2265	1812
16	5580	4800	3905	2790

# CABLES METALICOS REDONDOS PARA ELEVACION DE PESOS

(FABRICACION NORMAL)

Diámetro del cable mm.	Peso kilogramos por metro	Carga de rotura en kgs.		Número de alambres	Diámetro de los alambres mm.
		Hierro de 55 kg./mm. <sup>2</sup>	Acero de 120 kg./mm. <sup>2</sup>		
7	0.20	1000	2250	24	1.0
9	0.30	1500	3375	36	1.0
10	0.35	1750	3950	42	1.0
11	0.40	2050	4600	49	1.0
12	0.45	2230	4900	36	1.2
13	0.50	2600	5700	42	1.2
14	0.55	3050	6660	36	1.4
15	0.70	4000	8670	36	1.6
16	0.85	4660	10120	42	1.6
17	0.90	5050	10980	36	1.8
18	1.00	5900	12810	42	1.8
19	1.10	6200	13570	36	2.0
21	1.30	7260	15830	42	2.0
23	1.60	8800	19100	42	2.2
25	1.95	9700	21100	56	2.0
27	2.60	14500	31600	84	2.0
30	2.85	16600	36190	96	3.0
33	3.45	20060	43770	96	2.2
35	4.40	24620	53780	96	2.3
37	4.50	25920	56540	108	2.5
41	5.55	31370	68290	126	2.4
45	6.20	35910	78330	133	2.5
50	7.80	45090	98200	133	2.8
55	9.60	55200	120500	133	3.1
60	11.50	63360	145000	133	3.4

# CANCAMOS DE HIERRO FORJADO para levantar pesos



A ROSCA	B mm.	C mm.	D mm.	E mm.	F mm.	G mm.	Número de hilos en 1"	Resistencia de la rosca en kilos	Carga de seguridad de la anilla G en kilos
$\frac{3}{8}$	51	19	16	5	10	6	16	306	524
$\frac{1}{2}$	54	25	19	6	12	8	12	567	771
$\frac{5}{8}$	57	32	25	8	16	11	11	917	1589
$\frac{3}{4}$	60	37	28	8	17	12	10	1361	2043
$\frac{7}{8}$	63	43	35	10	19	16	9	1915	3041
1"	70	48	38	12	22	19	8	2501	4540
1 $\frac{1}{8}$	73	54	41	12	25	20	7	3146	4767
1 $\frac{1}{4}$	76	60	44	12	28	22	7	4030	5448
1 $\frac{3}{8}$	79	67	47	14	30	25	6	4765	6800
1 $\frac{1}{2}$	83	70	50	16	32	27	6	5864	7708
1 $\frac{3}{4}$	86	76	54	17	35	28	5 $\frac{1}{2}$	6878	8853
1 $\frac{3}{4}$	89	83	57	19	38	31	5	7617	9759
1 $\frac{7}{8}$	92	89	60	20	41	33	5	9302	11804
2"	95	95	63	22	45	35	4 $\frac{1}{2}$	10442	12993



# CUERDAS DE CAÑAMO

(Fabricación corriente)

Usadas en polipastos, tornos de obras, bragas  
o (estrobos) para suspender pesos

Diámetro de la cuerda mm.	Cañamo rastrillado		Cañamo agramado	
	Peso de la cuerda por metro lineal Kgs.	Carga de trabajo en Kgs.	Peso de la cuerda por metro lineal Kgs.	Carga de trabajo en Kgs.
16	0,21	230	0,20	200
20	0,31	350	0,38	314
23	0,39	470	0,38	416
26	0,51	600	0,50	531
29	0,67	740	0,65	660
33	0,80	960	0,78	855
36	0,96	1145	0,93	1017
39	1,15	1340	1,10	1194
46	1,50	187	1,45	1661
52	1,95	2390	1,90	2122

**NOTA:** Las resistencias dadas son aproximadas, y para una cuerda en estado nueva, en cuerdas muy usadas reducir a la mitad la carga de trabajo.

## NORMAS INTERNACIONAL I. S. A. PARA AJUSTES

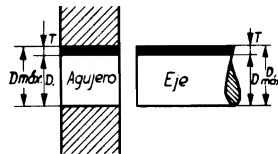


El operario moderno **NO** debe ajustar si no es utilizando un procedimiento científico con ello logrará: seguridad de un ajuste perfecto, economía de tiempo y, por tanto, aumento en la producción, competencia y prestigio profesional; el resultado será:

**PRODUCCION Y MANO DE OBRA DE CALIDAD**  
La Norma Internacional I. S. A. te ayudará.  
Destierra los viejos procedimientos de pruebas y tanteos, impracticables en las grandes series, y antieconómico en las pequeñas.

## EJEMPLOS GRAFICOS RELATIVOS AL SISTEMA DE AJUSTE «ISA» Y OTROS

### Tolerancia



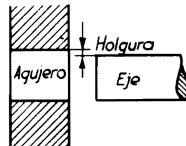
Es la inexactitud admisible de fabricación, y la diferencia entre el valor máximo y mínimo concedido para una determinada dimensión.

T = Tolerancia.

D. MAX. = Diámetro máximo.

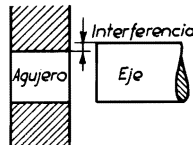
D = Diámetro mínimo.

### Holgura



Es la diferencia entre el diámetro efectivo del agujero y el efectivo del eje, cuando el primero es mayor que el segundo.

### Interferencia u Holgura negativa



Es la diferencia entre el diámetro efectivo del agujero y el efectivo del eje, cuando al ensamblar dos piezas el diámetro del agujero es menor que el del eje.

### Tolerancia Unilateral

Cuando la total tolerancia referida al diámetro básico es en una sola dirección de la línea cero.

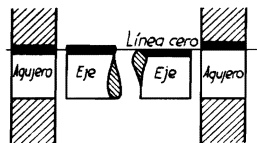
#### EJEMPLO

Diámetro =  $100 - 0.050$  ó  $100 + 0.050$

### Tolerancia Bilateral

Cuando es dividida en partes más o menos de la línea cero.

Ejemplo:  $100 + 0.0025$   
 $100 - 0.0025$  ó  $100 \pm 0.0025$

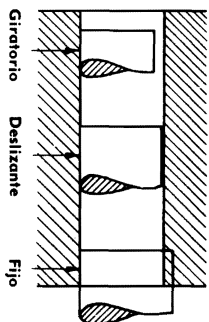


Tolerancia  
bilateral.

Tolerancia  
unilateral.

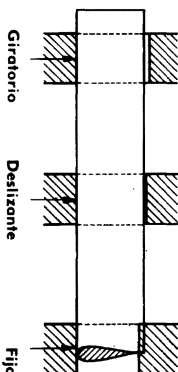
## AGUJERO UNICO

Ajustes:



## EJE UNICO

Ajustes:



## ESPECIFICACION

**Agujero Único:** Este es común para todos los ajustes de igual calidad. Los ejes se tornearán mayores o menores que el agujero para obtener la holgura o aprieto deseado.

**Eje Único:** Este es común para todos los ajustes de igual calidad. Los agujeros se tornearán mayores o menores que el eje para obtener la holgura o aprieto deseado.

**Unidad de Tolerancia:** La unidad de tolerancia en que se funda el sistema I. S. A. es según la relación.

$$u = 0.45 \sqrt[3]{D + 0.001 D} \quad (D \text{ en mm.})$$

$u$  significa Micro equivalente a 1/1000 de milímetro.

**TEMPERATURA REFERENCIA:** 20° C.

Valor en milésimas de milímetro de la Tolerancia **T** fundamental «ISA» para la calidad de trabajo de 1 a 16 para diversos grupos de dimensiones

**IT = TOLERANCIA DEL «ISA» (Abreviada)**

GRUPO DE DIMENSIONES mm.	CALIDAD															
	IT 1	IT 2	IT 3	IT 4	IT 5	IT 6	IT 7	IT 8	IT 9	IT 10	IT 11	IT 12	IT 13	IT 14	IT 15	IT 16
De 1 a 3	0.0015	0.002	0.003	0.004	0.005	0.007	0.009	0.014	0.025	0.040	0.060	0.090	0.140	0.250	0.400	0.600
De más 3 a 6	0.0015	0.002	0.003	0.004	0.005	0.008	0.012	0.018	0.030	0.048	0.075	0.120	0.180	0.300	0.480	0.750
» 6 a 10	0.0015	0.002	0.003	0.004	0.006	0.009	0.015	0.022	0.036	0.058	0.090	0.150	0.220	0.360	0.580	0.900
» 10 a 18	0.0015	0.002	0.003	0.005	0.008	0.011	0.018	0.027	0.043	0.070	0.110	0.180	0.270	0.430	0.700	1.100
» 18 a 30	0.015	0.002	0.004	0.006	0.009	0.013	0.021	0.033	0.052	0.084	0.130	0.210	0.330	0.520	0.840	1.300
» 30 a 50	0.002	0.003	0.004	0.007	0.011	0.016	0.025	0.039	0.062	0.100	0.160	0.250	0.390	0.620	1.000	1.600
» 50 a 80	0.002	0.003	0.005	0.008	0.013	0.019	0.030	0.046	0.074	0.120	0.190	0.300	0.460	0.740	1.200	1.900
» 80 a 120	0.003	0.004	0.006	0.010	0.015	0.022	0.035	0.054	0.087	0.140	0.220	0.350	0.540	0.870	1.400	2.200
» 120 a 180	0.004	0.005	0.008	0.012	0.018	0.025	0.040	0.063	0.100	0.160	0.250	0.400	0.630	1.000	1.600	2.500
» 180 a 250	0.005	0.007	0.010	0.014	0.020	0.029	0.046	0.072	0.115	0.185	0.290	0.460	0.720	1.150	1.850	2.900
» 250 a 315	0.006	0.008	0.012	0.016	0.023	0.032	0.052	0.081	0.130	0.210	0.320	0.520	0.810	1.300	2.100	3.200
» 315 a 400	0.007	0.009	0.013	0.018	0.025	0.036	0.057	0.089	0.140	0.230	0.360	0.570	0.890	1.400	2.300	3.600
» 400 a 500	0.008	0.010	0.015	0.020	0.027	0.040	0.063	0.097	0.155	0.250	0.400	0.630	0.970	1.550	2.500	4.000

EJE								AGUJERO							
AGUJERO								EJE							
Para trabajos de calibres.								Para trabajos de piezas destinadas a ser acopladas entre ellas.							

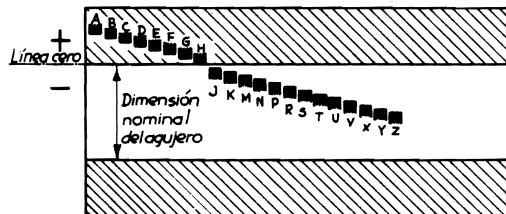
Para trabajos ordinarios en piezas aisladas, tales como laminado estirado, prensado, etcétera.

En esta tabla se estiman las tolerancias fundamentales, cuyo ejemplo es el siguiente: Tolerancia en un agujero calidad IT 7 sobre la línea ideal cero, o sea, H 7 y diámetro 200 mm. es = + 0.046 y 0.000.

En iguales condiciones el EJE h 6 de 200 mm. diámetro es = - 0.029 y + 0.000.

## COMPLEMENTOS SOBRE AJUSTES

### Posición de la Tolerancia del Sistema «ISA»



Letras mayúsculas de las tablas corresponden al **AGUJERO**; la letra **H** se reserva para indicar el campo de tolerancia cuya diferencia inferior es la línea cero (**AGUJERO UNICO**) o línea límite.

Las letras **A, B, C, D, E, F, G**, significan agujeros con ajuste móvil, y las letras **J, K, M, N, P, R, S, T, U, V, X, Y, Z**, significan agujeros con ajustes fijos y a presión.

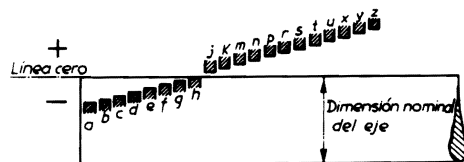
Al designar el acoplamiento de un ajuste se indicará siempre primero el agujero y después el eje.

EJEMPLO

H 7 - j 6

## COMPLEMENTOS SOBRE AJUSTES

### Posición de la Tolerancia del Sistema I.S.A.



Letras minúsculas de las tablas corresponden al **EJE**; la letra **h** se reserva para indicar el campo de tolerancia cuya diferencia inferior es la línea cero (**EJE UNICO**) o línea límite.

Las letras **a, b, c, d, e, f, g**, significan ejes con ajuste móvil, y las letras **j, k, m, n, p, r, s, t, u, x, y, z**, significan ajustes fijos y a presión.

Al designar el acoplamiento de un ajuste se indicará siempre primero el agujero y después el eje.

EJEMPLO

H 7 - g 6

## ELECCION DE AJUSTES «ISA»

### AGUJERO H 6 AJUSTE DE PRECISION

Para los ejes corresponden esta serie de ajustes.....	Ajuste forzado n 5.
	» de arrastre m 5.
	» de adherencia k 5.
	» de entrada suave j 5.
	» de deslizamiento h 5.
	» de juego libre g 5.

### AGUJERO H 7 AJUSTE FINO

Para los ejes corresponden esta serie de ajustes.....	Ajuste a presión s 6 y r 6.
	» forzado n 6.
	» de arrastre m 6.
	» de adherencia k 6.
	» de entrada suave j 6.
	» de deslizamiento h 6.
	» de juego libre justo g 6.
	» de juego libre f 7.
	» de juego ligero e 8.
	» juego fuerte d 9.

### AGUJERO H 8 AJUSTE CORRIENTE

Para los ejes corresponden esta serie de ajustes.....	Ajuste con deslizamiento h 8 y h 9.
	» con juego libre f 8 y e 9.
	» gran juego libre d 10.

### AGUJERO H 11 AJUSTE ORDINARIO O BASTO

Para los ejes corresponden esta serie de ajustes.....	Ajuste basto según
	h 11, d 11, e 11, b 11, a 11. (Véanse ejemplos de aplicación)

## ELECCION DE AJUSTES I.S.A.

### EJE h 5 AJUSTE DE PRECISION

Para los agujeros corresponden esta serie de ajustes.....	Ajuste forzado N 6.
	» de arrastre M 6.
	» de adherencia K 6.
	» de entrada suave J 6.
	» de deslizamiento H 6 y G 6.

### EJE h 6 AJUSTE FINO

Para los agujeros corresponden esta serie de ajustes.....	Ajuste a presión S 7 y R 7.
	»* forzado N 7.
	» de arrastre M 7.
	» de adherencia K 7.
	» de entrada suave J 7.
	» de deslizamiento H 7.
	» de juego libre justo G 7.
	» de juego libre F 7.
	» de juego ligero E 8.
	» juego fuerte D 9.

### EJE h 8 y h 9 AJUSTE CORRIENTE

Para los agujeros corresponden esta serie de ajustes.....	Ajuste de deslizamiento H 8.
	» de juego libre F 8 y E 9.
	» de juego libre fuerte D 10.

### EJE h 11 AJUSTE ORDINARIO O BASTO

Para los agujeros corresponden esta serie de ajustes.....	Ajuste basto según
	H 11, D 11, C 11, B 11, A 11. (Véanse ejemplos de aplicación)

## AJUSTES DE PRECISION Y FINO

Se utilizan en Máquinas-Herramientas y Maquinaria fina.

Ajuste de precisión utilizado en ajustes fijos, forzados, de arrastre, de adherencia, de entrada suave, deslizamiento; su condición debe ser una gran igualdad en la construcción, siendo sus características las siguientes:

**AJUSTE A PRENSA.** — Utilizado para piezas de ajuste permanente unidas con mucha precisión; estos ajustes dependen de la forma de las piezas (véanse ajustes por contracción), ya que en algunos acoplamientos, cuando se trata de máquinas grandes, se precisan interferencias mayores.

Algunas aplicaciones: Casquillos de cojinetes en sus soportes, en Ruedas, en Bielas motrices de motores, etc.

**AJUSTE FORZADO.** — Utilizado para piezas que deban quedar sólidamente acopladas en cualquier caso, pudiendo acoplarse y desacoplarse únicamente por medio de presión, el movimiento de giro debe asegurarse por medio de chaveta u otro.

Algunas aplicaciones: Ejes montados para Vagonetas, Ejes de Dinamos y Motores eléctricos, Ruedas dentadas y Poleas partidas sobre ejes motores, Coronas de bronce sobre núcleos de hierro fundido para dentar después de montadas, Manubrios o Manivelas sobre ejes, Palancas oscilantes, Muñones o Botones de manivela sobre platos.

**AJUSTE DE ARRASTRE.** — Utilizado en piezas con acoplamiento fijo que solo puedan acoplarse y desacoplarse a golpe de martillo pesado; el movimiento de giro debe asegurarse por medio de chaveta u otro.

Algunas aplicaciones: Ruedas dentadas y Poleas, Anillos de rodamientos a bolas montados sobre ejes para cargas normales, Palancas, Casquillos.

**AJUSTE DE ADHERENCIA.** — Utilizado para piezas que tengan acoplamiento fijo, y su desmontaje no sea frecuente, pudiendo acoplarse y desacoplarse a golpe de martillo corriente de mano en pequeñas piezas, y martillo fuerte en las grandes; es preciso asegurar el movimiento, de giro por medio de chaveta u otro, así como el movimiento longitudinal.

Algunas aplicaciones: Casquillos en Ruedas, Poleas y Bielas, Platos para acoplamientos de ejes, Excéntricas de distribución sobre ejes, Rodamientos a bolas sobre ejes para cargas medias, Volantes, Rodetes de turbinas y Bombas centrífugas, Pernos en bielas, Inducidos sobre sus ejes, Discos de freno, Manguitos de prensaestopas; Crucetas de timón y Casquillos de bocinas, Arbotantes y tambores de cabrestantes en Construcción Naval.

**AJUSTE DE ENTRADA SUAVE.** — Se utiliza en piezas que deban acoplarse y desacoplarse a mano o a golpe suave con el mazo de madera.

Algunas aplicaciones: Anillos interiores de rodamientos a bolas para cargas pequeñas y Anillos exteriores de rodamientos a bolas en sus cajas, Ruedas de cajas de velocidades, Anillos de fijación, Pernos y bulones de articulaciones de bielas y horquillas de distribución, Casquillos en soportes de frecuente desmontaje, Tapas en soportes de cojinetes.

**AJUSTE DE DESLIZAMIENTO.** — Se utiliza para piezas que bien engrasadas se las pueda acoplar y desacoplar a mano.

Algunas aplicaciones: Anillos de fijación, Pistones en frenos de aceite, Platos de acoplamiento deslizantes, Ruedas de cambio sobre ejes, Poleas de una pieza con chaveta, Columnas y barras portabrocas de taladros, Acoplamiento de fricción montados en sus ejes, Torneado de muñones en ejes cigüeñales y de manubrios o manivelas.

**AJUSTE DE JUEGO LIBRE MUY JUSTO.** — Se utiliza en piezas que deban tener una holgura no muy perceptible.

Algunas aplicaciones: Ruedas dentadas deslizantes en cajas de cambio de marcha, Acoplamientos deslizantes, Mecanismos para reguladores, Cojinetes de máquinas rectificadoras, Cojinetes de ejes cigüeñales.

**AJUSTE DE JUEGO LIBRE.** — Se utiliza en piezas que deban tener una holgura bien perceptible.

Algunas aplicaciones: Aros de pistón, Cojinetes de ejes cigüeñales, Cojinetes de ejes de levas, Correderas en sus guías, Cojinetes principales en Fresadoras, Tornos y Taladros, Cojinetes exactos, en transmisiones normales, Ejes cardan.

**AJUSTE DE JUEGO LIGERO.** — Se utiliza en piezas que deban tener una holgura bastante apreciable entre ambas.

Algunas aplicaciones: Ejes con cojinetes múltiples, Husillos de tornos en sus soportes.

**AJUSTE DE JUEGO FUERTE.** — Se utiliza en piezas que deban tener una holgura amplia entre ambas.

Algunas aplicaciones: Cojinetes de turbogeneradores, Transmisiones de máquinas con elevado número de revoluciones, Casos especiales en los que se precise holgura con gran exactitud.

---

## AJUSTE CORRIENTE

Empleado cuando las exigencias de la medida o exactitud no sean tan precisas como las que requiere el AJUSTE DE PRECISION Y FINO, y se aplica solamente en ajustes móviles, siendo sus características las siguientes:

**AJUSTE DE DESLIZAMIENTO.** — Se utiliza en piezas que deban acoplarse fácilmente y cuyo desplazamiento pueda hacerse con un ligero esfuerzo.

Algunas aplicaciones: Polea de transmisión de una pieza, Anillos de fijación, Acoplamientos, Ruedas dentadas, etc., elementos que deban deslizarse por los ejes.

**AJUSTE DE JUEGO LIBRE.** — Se utiliza en piezas que acopladas tengan movimiento recíproco y cuya holgura pueda ser desde la más sensible hasta una prudente amplitud.

Algunas aplicaciones: Cojinetes de motores eléctricos y dínamos, Cojinetes principales en ejes cigüeñales, Cojinetes de manivelas o manubrios, Guías de vástagos de pistones, Vástagos de correderas, Varillas o vástagos de válvulas en los motores de combustión, Embolo tipo Buzo en su prensaestopa; Anillos de prensaestopa, Cojinetes de bombas centrífugas y ventiladores, Cojinetes de ejes de distribución y de muñones en crucetas de vástagos, Manguetas de ejes delanteros en automóviles.

**AJUSTE DE JUEGO FUERTE.** — Se utiliza en piezas que acopladas tengan gran holgura recíproca.

Algunas aplicaciones: Poleas locas, Transmisiones ordinarias, Piezas de prensaestopa, Ranuras de aros de pistón, Cojinetes de maquinaria agrícola, Casquillos para ejes delanteros de camiones.

---

## AJUSTE ORDINARIO O BASTO

**AJUSTE ORDINARIO.** — Se utiliza en ajustes de piezas que tengan holgura amplia y una gran tolerancia de fabricación; muy conveniente para mecanismos expuestos a la oxidación, tales como aparatos de maniobra en la cubierta de Buques.

Algunas aplicaciones: H 11 y h 11 agujeros de Manivelas y Palancas de mano, Casquillos de distancia, Correderas y guías de vástagos, Cojinetes para palancas de freno y embrague.

H 11 y d 11 Palancas y bulones de horquillas, Varillas articuladas en mecanismos ordinarios.

H 11 y e 11 Muñones o gorriones giratorios en vagones de ferrocarril, Elementos de máquinas agrícolas.

H 11 y b 11 Elementos para interruptores conmutadores y demás piezas similares en material eléctrico.

H 11 y a 11 Elementos de Locomotoras tales como Puertas de cajas de humos y de hogar, Soportes de freno, Suspensión de frenos y resortes, Tirantes de regulador, Bulones de enganche, Rodillos para puertas de vagones, etc.

## AJUSTE POR CONTRACCION (o en caliente)

Aparte de lo especificado en las normas de ajuste I.S.A. se indican a continuación unas normas que sancionadas por la práctica, y de uso universal, se utilizan para infinidad de trabajos y que vamos a considerar en tres grupos.

### GRUPO 1.° LIGERA PRESION

Aplicaciones: Piezas con secciones ligeras o extremadamente largas, propio para Coronas dentadas de precisión montadas sobre núcleo de Hierro fundido; puede utilizarse para Hierro fundido.

### GRUPO 2.° PRESION MEDIA

Aplicaciones: Piezas con secciones medias o largos ajustes, por ejemplo: Casquillos o camisas de bronce en ejes de propulsión para buques; Coronas dentadas en bronce o acero montadas sobre núcleos de hierro fundido, este ajuste puede utilizarse para hierro fundido calidad gris blando.

### GRUPO 3.° GRAN PRESION

Aplicaciones: Este ajuste se emplea en piezas de acero donde el metal queda sometido a una gran tensión sin que ésta exceda del límite de elasticidad, **NO PUEDE UTILIZARSE PARA HIERRO FUNDIDO**, se utiliza para bandajes o llantas de ruedas para Ferrocarriles y Tranvías, Discos y manivelas de cigüeñales para máquinas grandes, Brazos de timón en Construcción Naval.

Fórmulas promedio de interferencia.....	Grupo 1.°	$I = 0,0025 \times D$
	Grupo 2.°	$I = 0,0005 \times D$
	Grupo 3.°	$I = 0,001 \times D$

I = Interferencia del metal, o cantidad de aumento o exceso de material en el diámetro de la pieza interior del acoplamiento.

D = Diámetro base en milímetros de la pieza que se trate de ajustar.



**NOTA.** — El calentamiento debe efectuarse uniformemente en evitación de sobre tensiones en distintas partes de la pieza.

## Ajustes Internacional I.S.A.

### AGUJERO UNICO

### DIFERENCIAS NOMINALES

• CIFRAS MARCADAS CON ASTERISCO NO PASA




DIAMETROS NOMINALES mm.	AGUJERO H 6 	EJES NO PASA  PASA					
		n 5	m 5	k 5	j 5	h 5	g 5
1 a 3	+ 0,007* 0,000	+ 0,011 + 0,006*	+ 0,007 + 0,002*		+ 0,004 — 0,001*	0,000 — 0,005*	— 0,003 — 0,008*
Más de 3 a 6	+ 0,008* 0,000	+ 0,013 + 0,008*	+ 0,009 + 0,004*		+ 0,004 — 0,001*	0,000 — 0,005*	0,004 — 0,009*
Más de 6 a 10	+ 0,009* 0,000	+ 0,016 0,010*	+ 0,012 0,006*	+ 0,007 + 0,001*	+ 0,004 — 0,002*	0,000 — 0,006*	— 0,005 0,011*
Más de 10 a 18	+ 0,011* 0,000	+ 0,020 + 0,012*	+ 0,015 + 0,007*	+ 0,009 + 0,001*	+ 0,005 — 0,003*	0,000 — 0,008*	— 0,006 — 0,014*
Más de 18 a 30	+ 0,013* 0,000	+ 0,024 + 0,015*	+ 0,017 + 0,008*	+ 0,011 + 0,002*	+ 0,005 — 0,004*	0,000 — 0,009*	— 0,007 — 0,016*
Más de 30 a 40	+ 0,016* 0,000	+ 0,028 + 0,017*	+ 0,020 0,009*	+ 0,013 + 0,002*	+ 0,006 — 0,005*	0,000 — 0,011*	— 0,009 — 0,020*
Más de 40 a 50							
Más de 50 a 65	+ 0,019* 0,000	+ 0,033 + 0,020*	+ 0,024 + 0,011*	+ 0,015 + 0,002*	+ 0,006 — 0,007*	0,000 — 0,013*	— 0,010 — 0,023*
Más de 65 a 80							
Más de 80 a 100	+ 0,022* 0,000	+ 0,038 + 0,023*	+ 0,028 + 0,013*	+ 0,018 + 0,003*	+ 0,006 — 0,009*	0,000 — 0,015*	— 0,012 — 0,027*
Más de 100 a 120							
Más de 120 a 140	+ 0,025* 0,000	+ 0,045 + 0,027*	+ 0,033 + 0,015*	+ 0,021 + 0,003*	+ 0,007 — 0,011*	0,000 — 0,018*	— 0,014 — 0,032*
Más de 140 a 160							
Más de 160 a 180							
Más de 180 a 200	+ 0,029* 0,000	+ 0,051 + 0,031*	+ 0,037 + 0,017*	+ 0,024 + 0,004*	+ 0,007 — 0,013*	0,000 — 0,020*	— 0,015 — 0,035*
Más de 200 a 225							
Más de 225 a 250							
Más de 250 a 280	+ 0,032* 0,000	+ 0,057 + 0,034*	+ 0,043 + 0,020*	+ 0,027 + 0,004*	+ 0,007 — 0,016*	0,000 — 0,023*	— 0,017 — 0,040*
Más de 280 a 315							



# Ajustes Internacional I.S.A.

## AGUJERO UNICO DIFERENCIAS NOMINALES



\* CIFRAS MARCADAS CON ASTERISCO NO PASA

DIAMETROS NOMINALES mm.	AGUJERO H 7 	EJES NO PASA 					PASA 
		s 6	r 6	n 6	m 6	k 6	
1 a 3 *	+ 0.009* 0,000	+ 0.022 + 0.015*	+ 0.019 + 0.012*	+ 0.013 + 0.006*	+ 0.009 + 0.002*		
Más de 3 a 6	+ 0.012* 0,000	+ 0.027 + 0.019*	+ 0.023 + 0.015*	+ 0.016 + 0.008*	+ 0.012 + 0.004*		
Más de 6 a 10	+ 0.015* 0,000	+ 0.032 + 0.023*	+ 0.028 + 0.019*	+ 0.019 + 0.010*	+ 0.015 + 0.006*	+ 0.010 + 0.001*	
Más de 10 a 18	+ 0.018* 0,000	+ 0.039 + 0.028*	+ 0.034 + 0.023*	+ 0.023 + 0.012*	+ 0.018 + 0.007*	+ 0.012 + 0.001*	
Más de 18 a 30	+ 0.021* 0,000	+ 0.048 + 0.035*	+ 0.041 + 0.028*	+ 0.028 + 0.015*	+ 0.028 + 0.008*	+ 0.015 + 0.002*	
Más de 30 a 40	+ 0.025* 0,000	+ 0.059 + 0.043*	+ 0.050 + 0.034*	+ 0.033 + 0.017*	+ 0.025 + 0.009*	+ 0.018 + 0.002*	
Más de 40 a 50							
Más de 50 a 65	+ 0.030* 0,000	+ 0.072 + 0.053*	+ 0.060 + 0.041*	+ 0.039 + 0.021*	+ 0.030 + 0.011*	+ 0.021 + 0.002*	
Más de 65 a 80							
Más de 80 a 100	+ 0.035* 0,000	+ 0.093 + 0.071*	+ 0.073 + 0.051*	+ 0.045 + 0.023*	+ 0.035 + 0.013*	+ 0.025 + 0.003*	
Más de 100 a 120							
Más de 120 a 140	+ 0.040* 0,000	+ 0.117 + 0.092*	+ 0.088 + 0.063*	+ 0.052 + 0.031*	+ 0.040 + 0.017*	+ 0.028 + 0.004*	
Más de 140 a 160							
Más de 160 a 180							
Más de 180 a 200	+ 0.046* 0,000	+ 0.151 + 0.122*	+ 0.106 + 0.077*	+ 0.060 + 0.036*	+ 0.046 + 0.017*	+ 0.033 + 0.004*	
Más de 200 a 225							
Más de 225 a 250							
Más de 250 a 280	+ 0.052* 0,000	+ 0.190 + 0.158*	+ 0.126 + 0.094*	+ 0.066 + 0.034*	+ 0.052 + 0.020*	+ 0.036 + 0.004*	
Más de 280 a 315							

# Ajustes Internacional I.S.A.

## AGUJERO UNICO DIFERENCIAS NOMINALES



\* CIFRAS MARCADAS CON ASTERISCO NO PASA

DIAMETROS NOMINALES mm.	AGUJERO H 7 	EJES NO PASA 						PASA 
		j 6	h 6	g 6	f 7	e 8	d 9	
1 a 3	+ 0.009* 0,000	+ 0.006 — 0.001	0.000 — 0.007*	— 0.003 — 0.010*	— 0.007 — 0.016*	— 0.014 — 0.028*	— 0.020 — 0.045*	
Más de 3 a 6	+ 0.012* 0,000	+ 0.007 — 0.001	0.000 — 0.008*	— 0.004 — 0.012*	— 0.010 — 0.038*	— 0.020 — 0.060*	— 0.030 — 0.060*	
Más de 6 a 10	+ 0.015* 0,000	+ 0.007 — 0.002	0.000 — 0.009*	— 0.005 — 0.014*	— 0.013 — 0.028*	— 0.025 — 0.047*	— 0.040 — 0.076*	
Más de 10 a 18	+ 0.018* 0,000	+ 0.008 — 0.003	0.000 — 0.011*	— 0.006 — 0.017*	— 0.016 — 0.034*	— 0.032 — 0.059*	— 0.050 — 0.093*	
Más de 18 a 30	+ 0.021* 0,000	+ 0.009 — 0.004*	0.000 — 0.013*	— 0.007 — 0.020*	— 0.020 — 0.041*	— 0.040 — 0.073*	— 0.065 — 0.117*	
Más de 30 a 40	+ 0.025* 0,000	+ 0.011 — 0.005	0.000 — 0.016*	— 0.009 — 0.025*	— 0.025 — 0.050*	— 0.050 — 0.089*	— 0.080 — 0.142*	
Más de 40 a 50								
Más de 50 a 65	+ 0.030* 0,000	+ 0.012 — 0.007*	0.000 — 0.019*	— 0.010 — 0.029*	— 0.030 — 0.060*	— 0.060 — 0.106*	— 0.100 — 0.174*	
Más de 65 a 80								
Más de 80 a 100	+ 0.035* 0,000	+ 0.013 — 0.009*	0.000 — 0.022*	— 0.012 — 0.034*	— 0.037 — 0.071*	— 0.072 — 0.126*	— 0.120 — 0.207*	
Más de 100 a 120								
Más de 120 a 140	+ 0.040* 0,000	+ 0.014 — 0.011*	0.000 — 0.025*	— 0.014 — 0.039*	— 0.043 — 0.083*	— 0.085 — 0.148*	— 0.145 — 0.245*	
Más de 140 a 160								
Más de 160 a 180								
Más de 180 a 200	+ 0.046* 0,000	+ 0.016 — 0.013*	0.000 — 0.029*	— 0.015 — 0.044*	— 0.050 — 0.096*	— 0.100 — 0.172*	— 0.170 — 0.285*	
Más de 200 a 225								
Más de 225 a 250								
Más de 250 a 280	+ 0.052* 0,000	+ 0.016 — 0.016*	0.000 — 0.032*	— 0.017 — 0.049*	— 0.056 — 0.108*	— 0.110 — 0.191*	— 0.190 — 0.320*	
Más de 280 a 315								

# Ajustes Internacional I.S.A.

## AGUJERO UNICO DIFERENCIAS NOMINALES



\* CIFRAS MARCADAS CON ASTERISCO NO PASA

DIAMETROS NOMINALES mm.	AGUJERO H 8  No pasa - Pasa	EJES NO PASA  PASA				
		h 8	h 9	f 8	e 9	d 10
1 a 3	+ 0.014* 0.000	0.000 - 0.014*	0.000 - 0.025*	- 0.007 - 0.021*	- 0.014 - 0.039*	- 0.020 - 0.060*
Más de 3 a 6	+ 0.018* 0.000	0.000 - 0.018*	0.000 - 0.030*	- 0.010 - 0.028*	- 0.020 - 0.078*	- 0.030 - 0.078*
Más de 6 a 10	+ 0.022* 0.000	0.000 - 0.022*	0.000 - 0.036*	- 0.013 - 0.035*	- 0.025 - 0.061*	- 0.040 - 0.098*
Más de 10 a 18	+ 0.027* 0.000	0.000 - 0.027*	0.000 - 0.043*	- 0.016 - 0.043*	- 0.032 - 0.075*	- 0.050 - 0.120*
Más de 18 a 30	+ 0.033* 0.000	0.000 - 0.033*	0.000 - 0.052*	- 0.020 - 0.053*	- 0.040 - 0.092*	- 0.065 - 0.149*
Más de 30 a 40	+ 0.039* 0.000	0.000 - 0.039*	0.000 - 0.062*	- 0.025 - 0.064*	- 0.050 - 0.112*	- 0.080 - 0.180*
Más de 40 a 50						
Más de 50 a 65	+ 0.046* 0.000	0.000 - 0.046*	0.000 - 0.074*	- 0.030 - 0.076*	- 0.060 - 0.134*	- 0.100 - 0.220*
Más de 65 a 80						
Más de 80 a 100	+ 0.054* 0.000	0.000 - 0.054*	0.000 - 0.087*	- 0.036 - 0.090*	- 0.072 - 0.159*	- 0.120 - 0.260*
Más de 100 a 120						
Más de 120 a 140	+ 0.063* 0.000	0.000 - 0.063*	0.000 - 0.100*	- 0.043 - 0.106*	- 0.085 - 0.185*	- 0.145 - 0.305*
Más de 140 a 160						
Más de 160 a 180						
Más de 180 a 200	+ 0.072* 0.000	0.000 - 0.072*	0.000 - 0.115*	- 0.050 - 0.122*	- 0.100 - 0.215*	- 0.170 - 0.355*
Más de 200 a 225						
Más de 225 a 250						
Más de 250 a 280	+ 0.081* 0.000	0.000 - 0.081*	0.000 - 0.130*	- 0.056 - 0.137*	- 0.110 - 0.240*	- 0.190 - 0.400*
Más de 280 a 315						

# Ajustes Internacional I.S.A.

## AGUJERO UNICO DIFERENCIAS NOMINALES

\* CIFRAS MARCADAS CON ASTERISCO NO PASA



DIAMETROS NOMINALES mm.	AGUJERO H 11  No pasa - Pasa	EJES NO PASA  PASA				
		h 11	d 11	e 11	b 11	a 11
1 a 3	+ 0.060* 0.000	0.000 - 0.060*	- 0.020 - 0.080*	- 0.060 - 0.120*	- 0.140 - 0.200*	- 0.270 - 0.330*
Más de 3 a 6	+ 0.075* 0.000	0.000 - 0.075*	- 0.030 - 0.105*	- 0.070 - 0.145*	- 0.140 - 0.215*	- 0.270 - 0.345*
Más de 6 a 10	+ 0.090* 0.000	0.000 - 0.090*	- 0.040 - 0.130*	- 0.080 - 0.170*	- 0.150 - 0.240*	- 0.280 - 0.370*
Más de 10 a 18	+ 0.110* 0.000	0.000 - 0.110*	- 0.050 - 0.160*	- 0.095 - 0.205*	- 0.150 - 0.260*	- 0.290 - 0.400*
Más de 18 a 30	+ 0.130* 0.000	0.000 - 0.130*	- 0.065 - 0.195*	- 0.110 - 0.240*	- 0.160 - 0.290*	- 0.300 - 0.430*
Más de 30 a 40	+ 0.160* 0.000	0.000 - 0.160*	- 0.080 - 0.240*	- 0.120 - 0.290*	- 0.170 - 0.340*	- 0.310 - 0.480*
Más de 40 a 50						
Más de 50 a 65	+ 0.190* 0.000	0.000 - 0.190*	- 0.100 - 0.290*	- 0.140 - 0.340*	- 0.190 - 0.390*	- 0.340 - 0.550*
Más de 65 a 80						
Más de 80 a 100	+ 0.220* 0.000	0.000 - 0.220*	- 0.120 - 0.340*	- 0.170 - 0.400*	- 0.220 - 0.460*	- 0.380 - 0.630*
Más de 100 a 120						
Más de 120 a 140	+ 0.250* 0.000	0.000 - 0.250*	- 0.145 - 0.395*	- 0.200 - 0.480*	- 0.260 - 0.560*	- 0.460 - 0.830*
Más de 140 a 160						
Más de 160 a 180						
Más de 180 a 200	+ 0.290* 0.000	0.000 - 0.290*	- 0.170 - 0.460*	- 0.240 - 0.570*	- 0.340 - 0.710*	- 0.660 - 1.110*
Más de 200 a 225						
Más de 225 a 250						
Más de 250 a 280	+ 0.320* 0.000	0.000 - 0.320*	- 0.190 - 0.510*	- 0.300 - 0.650*	- 0.480 - 0.860*	- 0.920 - 1.370*
Más de 280 a 315						

# Ajustes Internacional I.S.A.

## EJE UNICO

### DIFERENCIAS NOMINALES

\* CIFRAS MARCADAS CON ASTERISCO NO PASA



DIAMETROS NOMINALES mm.	EJE h 5	AGUJEROS					
		PASA 			NO PASA		
	No pasa - Pasa	N 6	M 6	K 6	J 6	H 6	G 6
1 a 3	0,000 — 0,005*	— 0,004*	0,000*		+ 0,003*	+ 0,007*	+ 0,010*
		— 0,011	— 0,007		— 0,004	0,000	+ 0,003
Más de 3 a 6	0,000 — 0,005*	— 0,005*	— 0,001*		+ 0,004*	+ 0,008*	+ 0,012*
		— 0,013	— 0,009		— 0,004	0,000	+ 0,004
Más de 6 a 10	0,000 0,006*	— 0,007*	— 0,003*	+ 0,002*	+ 0,005*	+ 0,009*	+ 0,014*
		— 0,016	— 0,012	— 0,007	— 0,004	0,000	+ 0,005
Más de 10 a 18	0,000 — 0,008*	— 0,009*	— 0,004*	+ 0,002*	+ 0,006*	+ 0,011*	+ 0,017*
		— 0,020	— 0,015	— 0,009	— 0,005	0,000	+ 0,006
Más de 18 a 30	0,000 — 0,009*	— 0,011*	— 0,004*	+ 0,002*	+ 0,008*	+ 0,013*	+ 0,020*
		— 0,024	— 0,017	— 0,011	— 0,008	0,000	+ 0,007
Más de 30 a 40	0,000	— 0,012*	— 0,004*	+ 0,003*	+ 0,010*	+ 0,016*	+ 0,025*
Más de 40 a 50	— 0,011*	— 0,028	— 0,020	— 0,013	— 0,006	0,000	+ 0,009
Más de 50 a 65	0,000	— 0,014*	— 0,005*	+ 0,004*	+ 0,013*	+ 0,019*	+ 0,029*
Más de 65 a 80	— 0,013*	— 0,033	— 0,024	— 0,015	— 0,006*	0,000	+ 0,010
Más de 80 a 100	0,000	— 0,016*	— 0,006*	+ 0,004*	+ 0,016*	+ 0,022*	+ 0,034*
Más de 100 a 120	— 0,015*	— 0,038	— 0,028	— 0,018	— 0,006	0,000	+ 0,012
Más de 120 a 140	0,000	— 0,020*	— 0,008*	+ 0,004*	+ 0,018*	+ 0,025*	+ 0,039*
Más de 140 a 160	— 0,018*	— 0,045	— 0,033	— 0,021	— 0,007	0,000	+ 0,014
Más de 160 a 180							
Más de 180 a 200	0,000	— 0,022*	— 0,008*	— 0,005*	+ 0,022*	+ 0,029*	+ 0,04*
Más de 200 a 225	— 0,020*	— 0,051	— 0,037	— 0,024	— 0,007	0,000	+ 0,015
Más de 225 a 250							
Más de 250 a 280	0,000	— 0,025*	— 0,009*	+ 0,005*	+ 0,025*	+ 0,032*	+ 0,049*
Más de 280 a 315	— 0,023*	— 0,057	— 0,041	— 0,027	— 0,007	0,000	+ 0,017

# Ajustes Internacional I.S.A.

## EJE UNICO

### DIFERENCIAS NOMINALES



\* CIFRAS MARCADAS CON ASTERISCO NO PASA

DIAMETROS NOMINALES mm.	EJE h 6	AGUJEROS					
		PASA 			NO PASA		
	No pasa - Pasa	S 7	R 7	N 7	M 7	K 7	J 7
1 a 3	0,000 — 0,007*	— 0,013*	— 0,010*	— 0,004*	0,000*		+ 0,003*
		— 0,022	— 0,019	— 0,013	— 0,009		— 0,006
Más de 3 a 6	0,000 — 0,008*	— 0,015*	— 0,011*	— 0,004*	0,000*		+ 0,005*
		— 0,027	— 0,023	— 0,016	— 0,012		— 0,007
Más de 6 a 10	0,000 — 0,009*	— 0,017*	— 0,013*	— 0,004*	0,000*	+ 0,005*	+ 0,008*
		— 0,032	— 0,028	— 0,019	— 0,015	— 0,010	— 0,007
Más de 10 a 18	0,000 — 0,011*	— 0,021*	— 0,016*	— 0,005*	0,000*	+ 0,006*	+ 0,010*
		— 0,039	— 0,034	— 0,023	— 0,018	— 0,012	— 0,008
Más de 18 a 30	0,000 — 0,013*	— 0,027*	— 0,020*	— 0,007*	0,000*	+ 0,006*	+ 0,012*
		— 0,048	— 0,041	— 0,028	— 0,021	— 0,015	— 0,009
Más de 30 a 40	0,000	— 0,034*	— 0,025*	— 0,008*	— 0,000*	+ 0,007*	+ 0,014*
Más de 40 a 50	— 0,016*	— 0,059	— 0,050	— 0,033	— 0,025	— 0,018	— 0,011
Más de 50 a 65	0,000	— 0,042*	— 0,030*	— 0,009*	— 0,000*	+ 0,009*	+ 0,018*
		— 0,072	— 0,060				
Más de 65 a 80	— 0,019*	— 0,048*	— 0,032*	— 0,039	— 0,030	— 0,021	— 0,012
		— 0,078	— 0,062				
Más de 80 a 100	0,000	— 0,058*	— 0,038*	— 0,010*	— 0,000*	+ 0,010*	+ 0,022*
		— 0,093	— 0,073				
Más de 100 a 120	— 0,022*	— 0,066*	— 0,041*	— 0,045	— 0,035	— 0,025	— 0,013
		— 0,101	— 0,076				
Más de 120 a 140	0,000	— 0,077*	— 0,048*	— 0,012*	0,000*	+ 0,012*	+ 0,026*
		— 0,117	— 0,088				
Más de 140 a 160		— 0,085*	— 0,050*				
		— 0,125	— 0,090				
Más de 160 a 180	— 0,025*	— 0,093*	— 0,053*	— 0,052	— 0,040	— 0,028	— 0,014
		— 0,133	— 0,093				
Más de 180 a 200	0,000	— 0,105*	— 0,060*	— 0,014*	0,000*	+ 0,013*	+ 0,030*
		— 0,151	— 0,106				
Más de 200 a 225		— 0,113*	— 0,063*				
		— 0,159	— 0,109				
Más de 225 a 250	— 0,029*	— 0,123*	— 0,067*	— 0,060	— 0,046	— 0,033	— 0,016
		— 0,169	— 0,113				
Más de 250 a 280	0,000	— 0,138*	— 0,074*	— 0,014*	0,000*	+ 0,016*	+ 0,036*
		— 0,190	— 0,126				
Más de 280 a 315	— 0,032*	— 0,150*	— 0,078*	— 0,066	— 0,052	— 0,036	— 0,016
		— 0,202	— 0,130				

# Ajustes Internacional I.S.A.

## EJE UNICO DIFERENCIAS NOMINALES



\* CIFRAS MARCADAS CON ASTERISCO NO PASA

DIAMETROS NOMINALES mm.	EJE h 6 	AGUJEROS NO PASA  PASA				
	No pasa - Pasa	H 7	G 7	F 7	E 8	D 9
1 a 3	0.000 — 0.007*	+ 0.009* 0.000	+ 0.012* + 0.003	+ 0.016* + 0.007	+ 0.028* + 0.014	+ 0.045* + 0.020
Más de 3 a 6	0.000 — 0.008*	+ 0.012* 0.000	+ 0.016* + 0.004	+ 0.022* + 0.010	+ 0.038* + 0.020	+ 0.060* + 0.030
Más de 6 a 10	0.000 — 0.009*	+ 0.015* 0.000	+ 0.020* + 0.005	+ 0.028* + 0.013	+ 0.047* + 0.025	+ 0.076* + 0.040
Más de 10 a 18	0.000 — 0.011*	+ 0.018* 0.000	+ 0.024* + 0.006	+ 0.034* + 0.016	+ 0.059* + 0.032	+ 0.093* + 0.050
Más de 18 a 30	0.000 — 0.013*	+ 0.021* 0.000	+ 0.028* + 0.007	+ 0.041* + 0.020	+ 0.073* + 0.040	+ 0.117* + 0.065
Más de 30 a 40	0.000	+ 0.025*	+ 0.034*	+ 0.050*	+ 0.089*	+ 0.142*
Más de 40 a 50	— 0.016*	0.000	+ 0.009	+ 0.025	+ 0.050	+ 0.080
Más de 50 a 65	0.000	+ 0.030*	+ 0.040*	+ 0.060*	+ 0.106*	+ 0.174*
Más de 65 a 80	— 0.019*	0.000	+ 0.010	+ 0.030	+ 0.060	+ 0.100
Más de 80 a 100	0.000	+ 0.035*	+ 0.047*	+ 0.071*	+ 0.126*	+ 0.207*
Más de 100 a 120	— 0.022*	0.000	+ 0.012	+ 0.036	+ 0.072	+ 0.120
Más de 120 a 140	0.000	+ 0.040*	+ 0.054*	+ 0.083*	+ 0.148*	+ 0.245*
Más de 140 a 160	— 0.025*	0.000	+ 0.014	+ 0.043	+ 0.085	+ 0.145
Más de 160 a 180						
Más de 180 a 200	0.000	+ 0.046*	+ 0.061*	+ 0.096*	+ 0.172*	+ 0.285*
Más de 200 a 225	— 0.029*	0.000	+ 0.015	+ 0.050	+ 0.100	+ 0.170
Más de 225 a 250						
Más de 250 a 280	0.000	+ 0.052*	+ 0.069*	+ 0.108*	+ 0.191*	+ 0.320*
Más de 280 a 315	— 0.032*	0.000	+ 0.017	+ 0.056	+ 0.110	+ 0.190

# Ajustes Internacional I.S.A.

## EJE UNICO DIFERENCIAS NOMINALES

\* CIFRAS MARCADAS CON ASTERISCO NO PASA



DIAMETROS NOMINALES mm.	EJES No pasa  Pasa		AGUJEROS NO PASA  PASA			
	h 8	h 9	H 8	F 8	E 9	D 10
1 a 3	0.000 — 0.014*	0.000 — 0.025*	+ 0.014* 0.000	+ 0.021* + 0.007	+ 0.039* + 0.014	+ 0.060* + 0.020
Más de 3 a 6	0.000 — 0.018*	0.000 — 0.030*	+ 0.018* 0.000	+ 0.028* + 0.010	+ 0.050* + 0.020	+ 0.078* + 0.030
Más de 6 a 10	0.000 — 0.022*	0.000 — 0.036	+ 0.022* 0.000	+ 0.035* + 0.013	+ 0.061* + 0.025	+ 0.098* + 0.040
Más de 10 a 18	0.000 — 0.027*	0.000 — 0.043*	+ 0.027* 0.000	+ 0.043* + 0.016	+ 0.075* + 0.032	+ 0.120* + 0.050
Más de 18 a 30	0.000 — 0.033*	0.000 — 0.052*	+ 0.033* 0.000	+ 0.053* + 0.020	+ 0.092* + 0.040	+ 0.149* + 0.065
Más de 30 a 40	0.000	0.000	+ 0.039*	+ 0.064*	+ 0.112*	+ 0.180*
Más de 40 a 50	— 0.039*	— 0.062*	0.000	+ 0.025	+ 0.050	+ 0.080
Más de 50 a 65	0.000	0.000	+ 0.046*	+ 0.076*	+ 0.134*	+ 0.220*
Más de 65 a 80	— 0.046*	— 0.074*	+ 0.040*	+ 0.030	+ 0.060	+ 0.100
Más de 80 a 100	0.000	0.000	+ 0.054*	+ 0.090*	+ 0.159*	+ 0.260*
Más de 100 a 120	— 0.054*	— 0.087*	0.000	+ 0.036	+ 0.072	+ 0.120
Más de 120 a 140	0.000	0.000	+ 0.063*	+ 0.106*	+ 0.185*	+ 0.305*
Más de 140 a 160	— 0.063*	— 0.100*	0.000	+ 0.043	+ 0.085	+ 0.145
Más de 160 a 180						
Más de 180 a 200	0.000	0.000	+ 0.072*	+ 0.122*	+ 0.215*	+ 0.355*
Más de 200 a 225	— 0.072*	— 0.115*	0.000	+ 0.050	+ 0.100	+ 0.170
Más de 225 a 250						
Más de 250 a 280	0.000	0.000	+ 0.081*	+ 0.137*	+ 0.240*	+ 0.400*
Más de 280 a 315	— 0.081*	— 0.130*	+ 0.000	+ 0.056	+ 0.110	+ 0.190

# Ajustes Internacional I.S.A.

## EJE UNICO

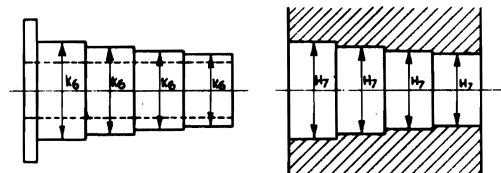
### DIFERENCIAS NOMINALES

\* CIFRAS MARCADAS CON ASTERISCO NO PASA

DIAMETROS NOMINALES mm.	EJE h 11  No pasa - Pasa	AGUJEROS PASA  NO PASA				
		H 11	D 11	C 11	B 11	A 11
1 a 3	0.000 — 0.060*	+ 0.060* 0.000	+ 0.080* + 0.020	+ 0.120* + 0.060	+ 0.200* + 0.140	+ 0.330* + 0.270
Más de 3 a 6	0.000 — 0.075*	+ 0.075* 0.000	+ 0.105* + 0.030	+ 0.145* + 0.070	+ 0.215* + 0.140	+ 0.345* + 0.270
Más de 6 a 10	0.000 — 0.090*	+ 0.090* 0.000	+ 0.130* + 0.040	+ 0.170* + 0.080	+ 0.240* + 0.150	+ 0.370* + 0.280
Más de 10 a 18	0.000 — 0.110*	+ 0.110* 0.000	+ 0.160* + 0.050	+ 0.205* + 0.095	+ 0.260* + 0.150	+ 0.400* + 0.290
Más de 18 a 30	0.000 — 0.130*	+ 0.130* 0.000	+ 0.195* + 0.065	+ 0.240* + 0.110	+ 0.290* + 0.160	+ 0.430* + 0.300
Más de 30 a 40	0.000	+ 0.160*	+ 0.240*	+ 0.280* + 0.120	+ 0.330* + 0.170	+ 0.470* + 0.310
Más de 40 a 50	— 0.160*	0.000	+ 0.080	+ 0.290* + 0.130	+ 0.340* + 0.180	+ 0.480* + 0.320
Más de 50 a 65	0.000	+ 0.190*	+ 0.290*	+ 0.330* + 0.140	+ 0.380* + 0.190	+ 0.530* + 0.340
Más de 65 a 80	— 0.190*	0.000	+ 0.100	+ 0.340* + 0.150	+ 0.390* + 0.200	+ 0.550* + 0.360
Más de 80 a 100	0.000	+ 0.220*	+ 0.340*	+ 0.390* + 0.170	+ 0.440* + 0.220	+ 0.600* + 0.380
Más de 100 a 120	0.220*	0.000	0.120	+ 0.400* 0.180	+ 0.460* 0.240	+ 0.630* 0.410
Más de 120 a 140	0.000	+ 0.250*	+ 0.395*	+ 0.450* + 0.200	+ 0.510* + 0.260	+ 0.710* + 0.460
Más de 140 a 160				+ 0.460* + 0.210	+ 0.530* + 0.280	+ 0.770* + 0.520
Más de 160 a 180	— 0.250*	0.000	+ 0.145	+ 0.480* + 0.230	+ 0.560* + 0.310	+ 0.830* + 0.580
Más de 180 a 200	0.000	+ 0.290*	+ 0.460*	+ 0.530* + 0.240	+ 0.630* + 0.340	+ 0.950* + 0.660
Más de 200 a 225				+ 0.550* + 0.260	+ 0.670* + 0.380	+ 1.030* + 0.740
Más de 225 a 250	— 0.290*	0.000	+ 0.170	+ 0.570* + 0.280	+ 0.710* + 0.420	+ 1.110* + 0.820
Más de 250 a 280	0.000	+ 0.320*	+ 0.510*	+ 0.620* + 0.300	+ 0.800* + 0.480	+ 1.240* + 0.920
Más de 280 a 315	— 0.320*	0.000	+ 0.190	+ 0.650* + 0.330	+ 0.860* + 0.540	+ 1.370* + 1.050

## EJEMPLOS DE APLICACION

# CASQUILLOS O TEJAS PARA ARBOTANTES Y BOCINAS DE EJES PROPULSORES DE BUQUES



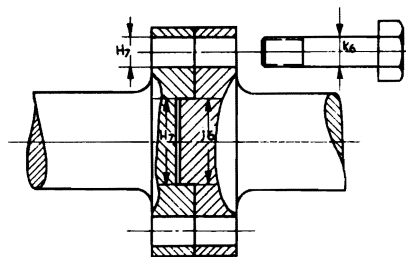
## AJUSTE DE ADHERENCIA (FINO) I.S.A.

AJUSTE	Diámetros Nominales en milímetros con sus Tolerancias							
	80 a 120	Más de 120 a 180	Más de 180 a 250	Más de 250 a 315	Más de 315 a 355	Más de 355 a 360	Más de 360 a 400	Más de 400 a 450
AGUJERO H 7	+ 0.035 0.000	+ 0.040 0.000	+ 0.046 0.000	+ 0.052 0.000	+ 0.057 0.000	+ 0.057 0.000	+ 0.063 0.000	+ 0.063 0.000
CASQUILLO j 6	+ 0.025 + 0.003	+ 0.028 + 0.003	+ 0.033 + 0.004	+ 0.036 + 0.004	+ 0.040 + 0.004	+ 0.040 + 0.004	+ 0.045 + 0.005	+ 0.045 + 0.005

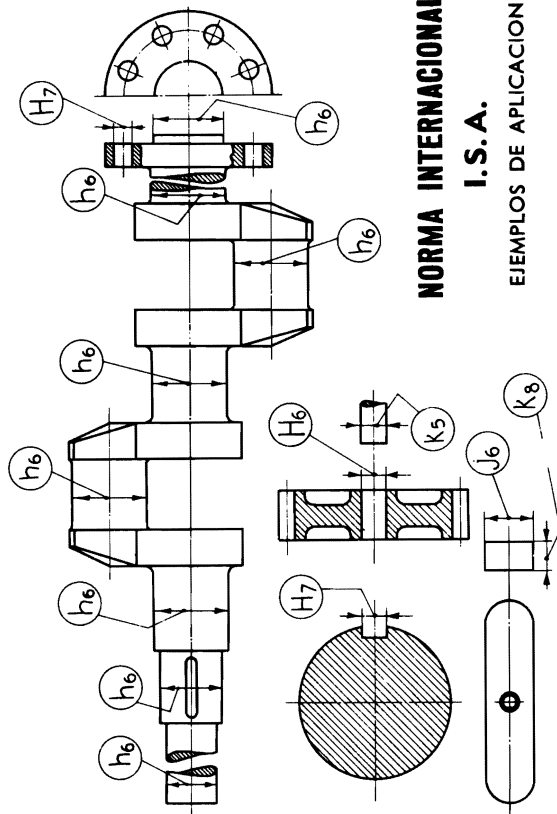
El valor en cada dimensión debe estar dentro de esta tolerancia no debe pasar

Observarse en las tolerancias con la mayor atención

## ACOPLAMIENTOS DE LA LINEA DE EJES PROPULSORES DE BUQUES

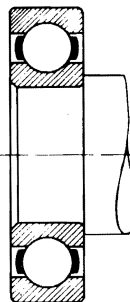


## NORMA INTERNACIONAL I.S.A. EJEMPLOS DE APLICACION



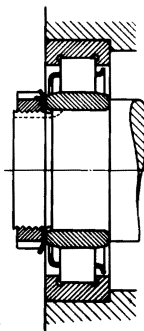
# TOLERANCIAS ADECUADAS EN APLICACIONES DE RODAMIENTOS RADIALES DE BOLAS Y DE RODILLOS PARA EJES

Diámetro del eje		Pequeñas cargas				Cargas normales		Cargas muy fuertes. En general cuando el rodamiento recibe choques. (Por ejemplo, cajas de grasa para F. C.)	
		El rodamiento puede montarse sobre el eje, sin calentarlo previamente				El rodamiento se calienta en aceite a 70° C., aproximadamente, antes de montarlo		El rodamiento se calienta en aceite a 70° C., aproximadamente, antes de montarlo	
Medidas en mm.									
mayor de	hasta	límite sup.	límite inf.	límite sup.	límite inf.	límite sup.	límite inf.	límite sup.	límite inf.
3	6	+ 0.004	— 0.001	—	—	—	—	—	—
6	10	+ 0.004	— 0.002	—	—	—	—	—	—
10	18	+ 0.005	— 0.003	—	—	—	—	—	—
18	30	—	—	+ 0.011	+ 0.002	—	—	—	—
30	50	—	—	+ 0.013	+ 0.002	+ 0.020	+ 0.009	—	—
50	80	—	—	+ 0.015	+ 0.002	+ 0.024	+ 0.011	+ 0.033	+ 0.020
80	120	—	—	+ 0.018	+ 0.003	+ 0.028	+ 0.013	+ 0.038	+ 0.023
120	180	—	—	+ 0.021	+ 0.003	+ 0.033	+ 0.015	+ 0.045	+ 0.027
180	250	—	—	—	—	+ 0.037	+ 0.017	+ 0.051	+ 0.031
250	315	—	—	—	—	+ 0.043	+ 0.020	+ 0.057	+ 0.034
315	400	—	—	—	—	+ 0.046	+ 0.021	+ 0.062	+ 0.037
Símbolo según el sistema internacional de tolerancias I.S.A.		j 5		k 5		m 5		n 5	



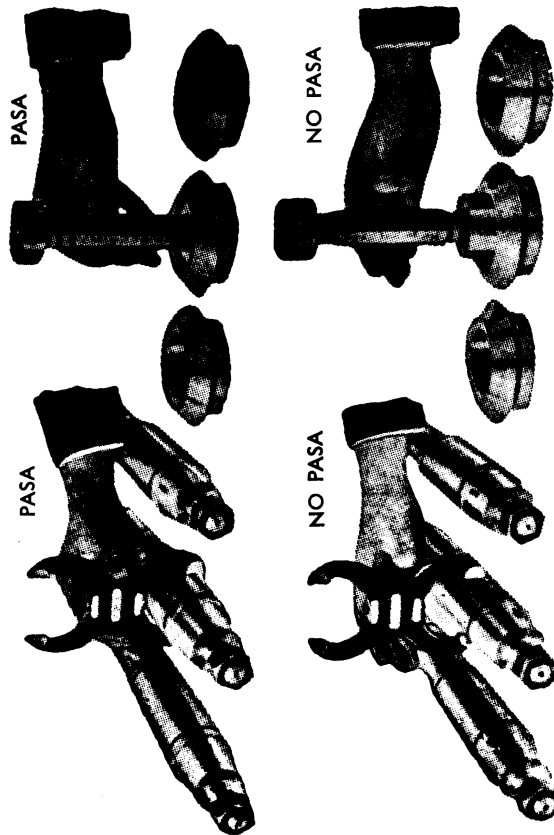
# TOLERANCIAS ADECUADAS EN APLICACIONES DE RODAMIENTOS RADIALES DE BOLAS Y DE RODILLOS PARA ALOJAMIENTOS

Diámetro interior del soporte		Para transmisiones y otros casos en que los ejes giran a velocidades pequeñas (en general soportes en dos mitades)		En las aplicaciones más corrientes		Cuando el eje gira a velocidades grandes o si se exige una gran precisión (equilibrado perfecto)	
		Medidas en mm.					
mayor de	hasta	límite inferior	límite superior	límite inferior	límite superior	límite inferior	límite superior
10	18	—	—	0	+ 0.018	— 0.005	+ 0.006
18	30	—	—	0	+ 0.021	— 0.005	+ 0.008
30	50	0	+ 0.039	0	+ 0.025	— 0.006	+ 0.010
50	80	0	+ 0.046	0	+ 0.030	— 0.006	+ 0.013
80	120	0	+ 0.054	0	+ 0.035	— 0.006	+ 0.016
120	180	0	+ 0.063	0	+ 0.040	— 0.007	+ 0.018
180	250	0	+ 0.072	0	+ 0.046	—	—
250	315	0	+ 0.081	0	+ 0.052	—	—
315	400	0	+ 0.089	0	+ 0.057	—	—
400	500	0	+ 0.097	0	+ 0.063	—	—
Símbolo según el sistema internacional de tolerancias I.S.A.		H 8		H 7		f 6	

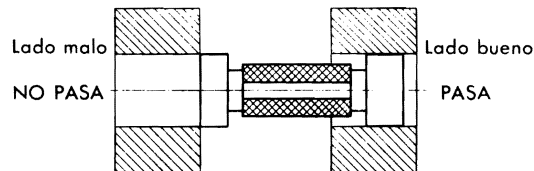


Los datos indicados en estas tablas son válidos para aplicaciones normales en las que se aprovecha toda la capacidad de carga del rodamiento y que es el eje el que gira. En los datos indicados para los ejes se sobreentiende que los rodamientos no son montados sobre manguito de sujeción o de desmontaje, es decir, que van montados directamente sobre el eje.

## EJEMPLOS DE CALIBRADO

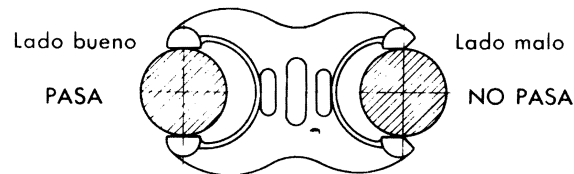


## Aclaraciones SOBRE EJEMPLOS DE CALIBRADO



### CALIBRE PARA AGUJEROS

Las piezas fabricadas tendrán el ajuste previsto cuando el calibre macho para agujeros entra por la parte de menor diámetro del calibre, y se la denomina PASA-Lado Bueno; no debe entrar por la parte de mayor diámetro del calibre y a ésta se la denomina NO PASA-Lado Malo.



### CALIBRE PARA EJES

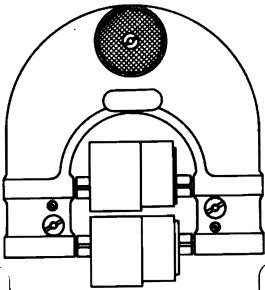
Las piezas fabricadas tendrán el ajuste previsto cuando el calibre hembra para ejes pueda entrar por la parte de mayor diámetro del calibre, y se la denomina PASA-Lado Bueno. No debe entrar por la parte de menor diámetro y a ésta se la denomina NO PASA-Lado Malo.



2 + 0.05	2 + 0.002	2 - 0.045	2 - 0.5
2 + 0.055	2 + 0.003	2 - 0.04	2 - 0.4
2 + 0.06	2 + 0.004	2 - 0.038	2 - 0.3
2 + 0.065	2 + 0.005	2 - 0.035	2 - 0.25
2 + 0.07	2 + 0.006	2 - 0.032	2 - 0.22
2 + 0.08	2 + 0.008	2 - 0.03	2 - 0.2
2 + 0.09	2 + 0.009	2 - 0.028	2 - 0.19
2 + 0.1	2 + 0.01	2 - 0.025	2 - 0.18
2 + 0.11	2 + 0.011	2 - 0.022	2 - 0.17
2 + 0.12	2 + 0.012	2 - 0.02	2 - 0.16
2 + 0.13	2 + 0.013	2 - 0.018	2 - 0.15
2 + 0.14	2 + 0.015	2 - 0.015	2 - 0.14
2 + 0.15	2 + 0.018	2 - 0.013	2 - 0.13
2 + 0.16	2 + 0.02	2 - 0.012	2 - 0.12
2 + 0.17	2 + 0.022	2 - 0.011	2 - 0.11
2 + 0.18	2 + 0.025	2 - 0.01	2 - 0.10
2 + 0.19	2 + 0.028	2 - 0.009	2 - 0.09
2 + 0.2	2 + 0.03	2 - 0.008	2 - 0.08
2 + 0.22	2 + 0.032	2 - 0.006	2 - 0.07
2 + 0.25	2 + 0.035	2 - 0.005	2 - 0.065
2 + 0.3	2 + 0.038	2 - 0.004	2 - 0.06
2 + 0.4	2 + 0.04	2 - 0.003	2 - 0.055
2 + 0.5	2 + 0.045	2 - 0.002	2 - 0.05

1	1 - 0.001	1 + 0.001
1	1 - 0.002	1 + 0.002
1	1 - 0.003	1 + 0.003
1	1 - 0.004	1 + 0.004
1	1 - 0.005	1 + 0.005
1	1 - 0.006	1 + 0.006
1	1 - 0.007	1 + 0.007
1	1 - 0.008	1 + 0.008
1	1 - 0.009	1 + 0.009

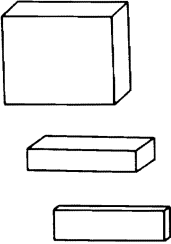
  

  

2	2 - 0.001	2 + 0.001
2	2 - 0.002	2 + 0.002
2	2 - 0.003	2 + 0.003
2	2 - 0.004	2 + 0.004
2	2 - 0.005	2 + 0.005
2	2 - 0.006	2 + 0.006
2	2 - 0.007	2 + 0.007
2	2 - 0.008	2 + 0.008
2	2 - 0.009	2 + 0.009

## ESCAÑILLONES PARA LIMITES DE TOLERANCIAS

Con esta serie, unida a la serie general de escañillones normales, se puede componer cualquier dimensión

23.5	16	3.5	1.26	0.5
24	16.5	4	1.27	1
24.5	17	4.5	1.28	1.005
25	17.5	5	1.29	1.01
50	18	5.5	1.30	1.02
75	18.5	6	1.31	1.03
100	19	6.5	1.32	1.04
	19.5	7	1.33	1.05
	20	7.5	1.34	1.06
	20.5	8	1.35	1.07
	21	8.5	1.36	1.08
	21.5	9	1.37	1.09
	22	9.5	1.38	1.10
	22.5	10	1.39	1.11
	23	10.5	1.40	1.12
		11	1.41	1.13
		11.5	1.42	1.14
		12	1.43	1.15
		12.5	1.44	1.16
		13	1.45	1.17
		13.5	1.46	1.18
		14	1.47	1.19
		14.5	1.48	1.20
		15	1.49	1.21
		15.5	1.50	1.22
			1.51	1.23
			1.52	1.24
			1.53	1.25

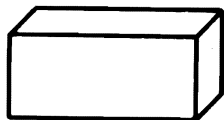
## SERIE DE ESCAÑILLONES NORMALES

### MILIMETROS y PULGADAS INGLESAS

Se recomienda disponer de estas series, las cuales, unidas a la serie de tolerancias, permite componer cualquier dimensión

0.8	0.142	0.116	0.05
0.85	0.143	0.117	0.1
0.9	0.144	0.118	0.1001
0.95	0.145	0.119	0.1002
1	0.146	0.120	0.1003
2	0.147	0.121	0.1004
3	0.148	0.122	0.1005
4	0.149	0.123	0.1006
5	0.150	0.124	0.1007
6	0.2	0.125	0.1008
7	0.25	0.126	0.1009
8	0.3	0.127	0.101
9	0.35	0.128	0.102
10	0.4	0.129	0.103
11	0.45	0.130	0.104
12	0.5	0.131	0.105
13	0.55	0.132	0.106
14	0.6	0.133	0.107
15	0.65	0.134	0.108
16	0.7	0.135	0.109
17	0.75	0.136	0.110
18		0.137	0.111
19		0.138	0.112
20		0.139	0.113
21		0.140	0.114
22		0.141	0.115

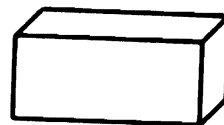
# LIMITES DE EXACTITUD DE CALIBRES PLANOS O GALGAS BLOCKS



SERIE METRICA

Dimensión en mm.	LIMITES DE EXACTITUD EN + 0 -			
	CALIDAD			
	Alto Laboratorio	Patrón de Referencia	Inspección	Trabajo de Taller
De 0 a 20	0.000045	0.00008	0.00015	0.0002
Más de 20 a 25	0.00005	0.00009	0.00015	0.0002
» 25 a 30	0.000055	0.0001	0.0002	0.0003
» 30 a 40	0.000065	0.00012	0.0002	0.0003
» 40 a 50	0.00008	0.00015	0.00025	0.0004
» 50 a 75	0.00012	0.00022	0.0004	0.0006
» 75 a 100	0.00016	0.0003	0.00055	0.0008
» 100 a 125	0.0002	0.00037	0.00065	0.001
» 125 a 150	0.00024	0.00045	0.0008	0.0012
» 150 a 175	0.00028	0.00052	0.00095	0.0014
» 175 a 200	0.00032	0.0006	0.0011	0.0016
» 200 a 250	0.0004	0.00075	0.0014	0.002
» 250 a 300	0.00048	0.0009	0.0017	0.0024
» 300 a 400	0.00064	0.012	0.0022	0.0032
» 400 a 500	0.0008	0.0015	0.0027	0.004

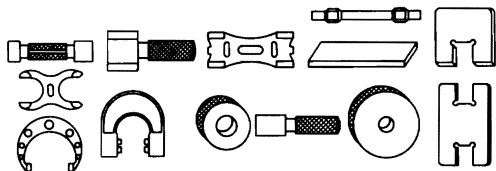
# LIMITES DE EXACTITUD DE CALIBRES PLANOS O GALGAS BLOCKS



SERIE EN PULGADAS INGLESAS

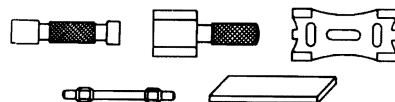
Dimensión en Pulgadas	LIMITES DE EXACTITUD EN + 0 -			
	CALIDAD			
	Alto Laboratorio	Patrón de Referencia	Inspección	Trabajo de Taller
De 0" a 0".800	0.000018	0.000032	0.00006	0.00008
Más de 0".800 a 1"	0.00002	0.000036	0.00006	0.00008
» 1" a 1".200	0.000022	0.00004	0.000075	0.00011
» 1".200 a 1".600	0.000026	0.00005	0.00009	0.00013
» 1".600 a 2"	0.000035	0.00006	0.00011	0.00016
» 2" a 3"	0.00005	0.00009	0.00016	0.00024
» 3" a 4"	0.000065	0.00012	0.00022	0.00032
» 4" a 5"	0.00008	0.00015	0.00027	0.0004
» 5" a 6"	0.0001	0.00018	0.00033	0.00048
» 6" a 7"	0.00011	0.00021	0.00038	0.00056
» 7" a 8"	0.00013	0.00024	0.00044	0.00064
» 8" a 10"	0.00016	0.0003	0.00055	0.0008
» 10" a 12"	0.00019	0.00036	0.00066	0.00096
» 12" a 16"	0.00026	0.00048	0.00088	0.00128
» 16" a 20"	0.00032	0.0006	0.0011	0.0016

## Exactitud que deben reunir los calibres serie interior y exterior, discos de comprobación, etc.



Dimensiones incluida la mayor		ERROR PERMITIDO EN SU EXACTITUD EN + O —					
		CALIDAD					
		Patrón de Referencia		Inspección		Trabajo de Taller	
mm.	Pulgadas	mm.	Pulgadas	mm.	Pulgadas	mm.	Pulgadas
3	$\frac{1}{8}$	0.0005	0.00002	0.0008	0.000032	0.001	0.00004
6	$\frac{1}{4}$	0.0006	0.000024	0.0009	0.000036	0.0015	0.00006
10	$\frac{3}{8}$	0.0007	0.000028	0.001	0.00004	0.002	0.00008
18	$\frac{3}{4}$	0.0008	0.000032	0.0013	0.000051	0.0025	0.0001
30	$1 \frac{1}{16}$	0.0009	0.000036	0.0017	0.000067	0.003	0.00012
50	2"	0.001	0.00004	0.002	0.00008	0.0035	0.00014
80	$2 \frac{3}{8}$	0.0015	0.00006	0.0025	0.0001	0.0045	0.00018
120	$4 \frac{1}{4}$	0.002	0.00008	0.003	0.00012	0.005	0.0002
180	$7 \frac{1}{8}$	0.0025	0.0001	0.0035	0.00014	0.006	0.00024
260	$10 \frac{1}{4}$	0.003	0.00012	0.004	0.00016	0.007	0.00028
360	$14 \frac{1}{4}$	0.003	0.00012	0.005	0.0002	0.008	0.00032
500	20"	0.004	0.00016	0.006	0.00024	0.009	0.00036

## Desgaste admisible para calibres de trabajo empleados en los talleres para medición interior

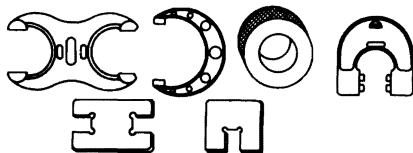


### CALIBRES CILINDRICOS, PLANOS Y DE PUNTAS ESFERICAS

Diámetros mm.	Ajuste de Precisión	Ajuste Fino	Ajuste Corriente	Ajuste Ordinario o Basto
De 1 a 3	—	0.002	0.003	0.009
Más de 3 a 6	0.002	0.003	0.005	0.012
» 6 a 10	0.0025	0.0035	0.005	0.015
» 10 a 18	0.003	0.004	0.008	0.018
» 18 a 30	0.004	0.005	0.008	0.022
» 30 a 50	0.0045	0.006	0.010	0.025
» 50 a 80	0.005	0.007	0.012	0.030
» 80 a 120	0.006	0.008	0.015	0.035
» 120 a 180	0.007	0.009	0.015	0.040
» 180 a 260	0.008	0.010	0.020	0.045
» 260 a 360	0.009	0.012	0.020	0.050
» 360 a 500	0.010	0.014	0.025	0.060

Al sobrepasar estos límites deben retirarse del uso para reajustarlos nuevamente.

## Desgaste admisible para calibres de trabajo empleados en los talleres para medición exterior



**CALIBRES DE HERRADURA. PLANOS Y ANILLO**

Diámetros mm.	Ajuste de Precisión	Ajuste Fino	Ajuste Corriente	Ajuste Ordinario o Basto
De 1 a 3	—	0.0015	0.003	0.009
Más de 3 a 6	0.0015	0.002	0.005	0.012
» 6 a 10	0.002	0.0025	0.005	0.015
» 10 a 18	0.0025	0.003	0.008	0.018
» 18 a 30	0.003	0.004	0.008	0.022
» 30 a 50	0.0035	0.0045	0.010	0.025
» 50 a 80	0.004	0.005	0.012	0.030
» 80 a 120	0.0045	0.006	0.015	0.035
» 120 a 180	0.005	0.007	0.015	0.040
» 180 a 260	0.006	0.008	0.020	0.045
» 260 a 360	0.007	0.009	0.020	0.050
» 360 a 500	0.008	0.010	0.025	0.060

Al llegar a estos límites deben retirarse del uso para reajustarlos nuevamente.

## Calibres para roscas • Errores máximos permitidos en el paso y ángulos del filete

CALIBRES PATRON					
N.º de Hilos en 1"	Variación o error en el paso Pulgadas	Variación o error en el ángulo + —	Paso en mm.	Variación o error en el paso mm. + —	Variación o error en el ángulo + —
4 a 6	± 0.00025	0° 2' 30"	6 a 4	0.006	0° 2' 30"
7 a 10	0.0002	0° 2' 30"	3.5 a 2.5	0.005	0° 2' 30"
11 a 18	0.00015	0° 5' 00"	2 a 1.5	0.003	0° 5' 00"
20 a 28	0.0001	0° 7' 30"	1.25 a 1	0.0025	0° 7' 00"
30 a 40	0.0001	0° 10' 00"	0.8 a 0.6	0.0025	0° 10' 00"
44 a 80	0.0001	0° 15' 00"	0.5 a 0.25	0.0025	0° 15' 00"

CALIBRES DE INSPECCION					
N.º de Hilos en 1"	Variación o error en el paso Pulgadas	Variación o error en el ángulo + —	Paso en mm.	Variación o error en el paso mm. + —	Variación o error en el ángulo + —
4 a 6	± 0.0005	0° 5'	6 a 4	0.0125	0° 5'
7 a 10	0.0004	0° 5'	3.5 a 2.5	0.010	0° 5'
11 a 18	0.0003	0° 10'	2 a 1.5	0.0075	0° 5'
20 a 28	0.0002	0° 15'	1.25 a 1	0.005	0° 15'
30 a 40	0.0002	0° 20'	0.8 a 0.6	0.005	0° 20'
44 a 80	0.0002	0° 30'	0.5 a 0.25	0.005	0° 30'

CALIBRES PARA TRABAJO DE TALLER					
N.º de Hilos en 1"	Variación o error en el paso Pulgadas	Variación o error en el ángulo + —	Paso en mm.	Variación o error en el paso mm. + —	Variación o error en el ángulo + —
4 a 6	± 0.00055	0° 6'	6 a 4	0.013	0° 6'
7 a 10	0.00045	0° 7'	3.5 a 2.5	0.011	0° 7'
11 a 18	0.00035	0° 12'	2 a 1.5	0.008	0° 12'
20 a 28	0.00025	0° 20'	1.25 a 1	0.006	0° 20'
30 a 40	0.0002	0° 25'	0.8 a 0.6	0.005	0° 25'
44 a 80	0.0002	0° 35'	0.5 a 0.25	0.005	0° 35'

# Calibres para trabajos de taller

## Roscas B.S.W. B.S.F. y U.S.S.

### LIMITES DE EXACTITUD

Diámetro en Pulgadas	CALIBRE INTERIOR (Macho) DIAMETROS EXTERIOR Y MEDIO			CALIBRE EXTERIOR (Anillo) DIAMETROS MEDIO Y FONDO		
	ERROR PERMITIDO			ERROR PERMITIDO		
	+		-	-		+
	mm.	Pulgadas		mm.	Pulgadas	
1/8	+ 0.0025	+ 0.0001	0.000	- 0.0025	- 0.0001	0.000
3/16	»	»	»	»	»	»
1/4	+ 0.005	+ 0.0002	»	- 0.005	- 0.0002	»
5/16	»	»	»	»	»	»
3/8	+ 0.006	+ 0.00023	»	- 0.006	- 0.00023	»
7/16	»	»	»	»	»	»
1/2	+ 0.008	+ 0.0003	»	- 0.008	- 0.0003	»
9/16	»	»	»	»	»	»
5/8	»	»	»	»	»	»
3/4	+ 0.009	+ 0.00035	»	- 0.009	- 0.00035	»
7/8	»	»	»	»	»	»
1"	+ 0.010	+ 0.0004	»	- 0.010	- 0.0004	»
1 1/8	»	»	»	»	»	»
1 1/4	»	»	»	»	»	»
1 1/2	+ 0.012	+ 0.00047	»	- 0.012	- 0.00047	»
1 3/4	»	»	»	»	»	»
2"	+ 0.014	+ 0.00055	»	- 0.014	- 0.00055	»
2 1/4	+ 0.016	+ 0.00063	»	- 0.016	- 0.00063	»
2 1/2	»	»	»	»	»	»
2 3/4	+ 0.018	+ 0.00071	»	- 0.018	- 0.00071	»
3"	»	»	»	»	»	»
3 1/4	+ 0.020	+ 0.0008	»	- 0.020	- 0.0008	»
3 1/2	»	»	»	»	»	»
3 3/4	»	»	»	»	»	»
4"	»	»	»	»	»	»

# Calibres para trabajos de taller • Rosca de gas B.S.P.

### LIMITES DE EXACTITUD

Diámetro Nominal en Pulgadas	DIAMETRO EFECTIVO		CALIBRE INTERIOR (Macho) DIAMETRO EXTERIOR Y MEDIO		CALIBRE EXTERIOR (Anillo) DIAMETRO MEDIO Y FONDO	
			Error permitido en Pulgadas		Error permitido en Pulgadas	
	Pulgadas	mm.	+	-	-	+
1/8	0.3830	9.729	0.00023	0.000	0.00023	0.000
1/4	0.5180	13.158	0.0003	»	0.0003	»
3/8	0.6560	16.663	»	»	»	»
1/2	0.8250	20.956	0.00035	»	0.00035	»
5/8	0.9020	22.912	»	»	»	»
3/4	1.0410	26.442	0.0004	»	0.0004	»
7/8	1.1891	30.202	»	»	»	»
1"	1.3091	33.250	0.00047	»	0.00047	»
1 1/8	1.6501	41.912	»	»	»	»
1 1/4	1.8821	47.805	0.00055	»	0.00055	»
1 3/4	2.1161	53.748	»	»	»	»
2"	2.3471	59.616	»	»	»	»
2 1/4	2.5871	65.712	0.00063	»	0.00063	»
2 1/2	2.9602	75.187	»	»	»	»
2 3/4	3.2102	81.537	»	»	»	»
3"	3.4602	87.887	»	»	»	»
3 1/4	3.7002	93.984	0.00071	»	0.00071	»
3 1/2	3.9502	100.334	»	»	»	»
3 3/4	4.2002	106.684	»	»	»	»
4"	4.4502	113.034	»	»	»	»

# Calibres para trabajos de taller

## Rosca Métrica Internacional S.I.

### LIMITES DE EXACTITUD

Diámetro en mm.	CALIBRE INTERIOR (Macho) DIAMETROS EXTERIOR Y MEDIO		CALIBRE EXTERIOR (Anillo) DIAMETROS MEDIO Y FONDO	
	ERROR PERMITIDO mm.		ERROR PERMITIDO mm.	
	+	-	-	+
6	+ 0.005	0.000	- 0.005	0.000
7	»	»	»	»
8	»	»	»	»
9	»	»	»	»
10	+ 0.006	»	- 0.006	»
12	»	»	»	»
14	+ 0.008	»	- 0.008	»
16	»	»	»	»
18	+ 0.009	»	- 0.009	»
20	»	»	»	»
22	»	»	»	»
24	+ 0.010	»	- 0.010	»
27	»	»	»	»
30	»	»	»	»
33	»	»	»	»
36	+ 0.012	»	- 0.012	»
39	»	»	»	»
42	»	»	»	»
45	»	»	»	»
48	+ 0.014	»	- 0.014	»
52	»	»	»	»
56	+ 0.016	»	- 0.016	»
60	»	»	»	»
64	»	»	»	»
68	»	»	»	»
72	+ 0.018	»	- 0.018	»
76	»	»	»	»
80	»	»	»	»

# Calibres de referencia para inspección de roscas

## B.S.W. B.S.F. y U.S.S.

### LIMITES DE EXACTITUD

Diámetro en Pulgadas	CALIBRE INTERIOR (Macho) DIAMETROS EXTERIOR Y MEDIO		CALIBRE EXTERIOR (Anillo) DIAMETROS MEDIO Y FONDO		
	+	ERROR PERMITIDO		ERROR PERMITIDO	
		-		+	
		mm.	Pulgadas	-	mm. Pulgadas
$\frac{1}{8}$	0.000	- 0.002	- 0.00008	0.000	+ 0.002 + 0.00008
$\frac{3}{16}$	»	»	»	»	»
$\frac{1}{4}$	»	»	»	»	»
$\frac{5}{16}$	»	»	»	»	»
$\frac{3}{8}$	»	»	»	»	»
$\frac{7}{16}$	»	»	»	»	»
$\frac{1}{2}$	»	- 0.003	- 0.0001	»	+ 0.003 + 0.0001
$\frac{9}{16}$	»	»	»	»	»
$\frac{5}{8}$	»	»	»	»	»
$\frac{3}{4}$	»	»	»	»	»
$\frac{7}{8}$	»	»	»	»	»
1"	»	- 0.004	- 0.00015	»	+ 0.004 + 0.00015
1 $\frac{1}{8}$	»	»	»	»	»
1 $\frac{1}{4}$	»	»	»	»	»
1 $\frac{1}{2}$	»	- 0.005	- 0.0002	»	+ 0.005 + 0.0002
1 $\frac{3}{4}$	»	»	»	»	»
2"	»	- 0.006	- 0.00023	»	+ 0.006 + 0.00023
2 $\frac{1}{4}$	»	»	»	»	»
2 $\frac{1}{2}$	»	- 0.007	- 0.00027	»	+ 0.007 + 0.00027
2 $\frac{3}{4}$	»	»	»	»	»
3"	»	- 0.008	- 0.0003	»	+ 0.008 + 0.0003
3 $\frac{1}{4}$	»	»	»	»	»
3 $\frac{1}{2}$	»	»	»	»	»
3 $\frac{3}{4}$	»	»	»	»	»
4"	»	»	»	»	»

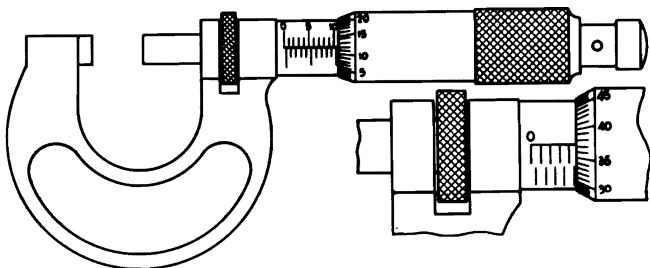
# Calibres de referencia para inspección • Rosca de gas B.S.P.

## LIMITES DE EXACTITUD

Diámetro Nominal en Pulgadas	DIAMETRO EFECTIVO		CALIBRE INTERIOR (Macho) DIAMETRO EXTERIOR Y MEDIO		CALIBRE EXTERIOR (Anillo) DIAMETRO MEDIO Y FONDO	
			Error permitido en Pulgadas		Error permitido en Pulgadas	
	Pulgadas	mm.	+	-	-	+
1/8	0.3830	9.729	0.000	0.00008	0.000	0.00008
1/8	0.5180	13.158	»	0.0001	»	0.0001
3/8	0.6560	16.663	»	»	»	»
1/2	0.8250	20.956	»	»	»	»
5/8	0.9020	22.912	»	»	»	»
3/4	1.0410	26.442	»	0.00015	»	0.00015
7/8	1.1891	30.202	»	»	»	»
1"	1.3091	33.250	»	»	»	»
1 1/8	1.6501	41.912	»	0.0002	»	0.0002
1 1/2	1.8821	47.805	»	»	»	»
1 3/4	2.1161	53.748	»	»	»	»
2"	2.3471	59.616	»	»	»	»
2 1/4	2.5871	65.712	»	»	»	»
2 1/2	2.9602	75.187	»	0.00023	»	0.00023
2 3/4	3.2102	81.537	»	»	»	»
3"	3.4602	87.887	»	»	»	»
3 1/4	3.7002	93.984	»	»	»	»
3 1/2	3.9502	100.334	»	»	»	»
3 3/4	4.2002	106.684	»	»	»	»
	4.4502	113.034	»	»	»	»

## LIMITES DE EXACTITUD CALIBRES DE REFERENCIA PARA INSPECCION DE ROSCA METRICA INTERNACIONAL S.I.

Diámetro en mm.	Calibre interior (macho) Diámetros exterior y medio		Calibre exterior (anillo) Diámetros medio y fondo		Diámetro en mm.	Calibre interior (macho) Diámetros exterior y medio		Calibre exterior (anillo) Diámetros medio y fondo	
	Error permitido mm.	mm.	Error permitido mm.	mm.		Error permitido mm.	mm.	Error permitido mm.	mm.
	+	-	-	+		+	-	-	+
1	0.000	-0.002	0.000	+0.002	20	0.000	-0.003	0.000	+0.003
1.2	»	»	»	»	22	»	»	»	»
1.4	»	»	»	»	24	»	-0.004	»	+0.004
1.7	»	»	»	»	27	»	»	»	»
2	»	»	»	»	30	»	»	»	»
2.3	»	»	»	»	33	»	»	»	»
2.6	»	»	»	»	36	»	»	»	»
3	»	»	»	»	39	»	-0.005	»	+0.005
3.5	»	»	»	»	42	»	»	»	»
4	»	»	»	»	45	»	»	»	»
4.5	»	»	»	»	48	»	-0.006	»	+0.006
5	»	»	»	»	52	»	»	»	»
6	»	»	»	»	56	»	»	»	»
7	»	»	»	»	60	»	»	»	»
8	»	»	»	»	64	»	-0.007	»	+0.007
9	»	»	»	»	68	»	»	»	»
10	»	»	»	»	72	»	»	»	»
12	»	»	»	»	76	»	-0.008	»	+0.008
14	»	-0.003	»	+0.003	80	»	»	»	»
16	»	»	»	»					
18	»	»	»	»					



## Micrómetro graduado en centésimas de milímetro

### LECTURA DEL NONIO

El tornillo de este aparato tiene un paso de  $1/2$  milímetro.

Una vuelta al nonio grabado en el mango es igual a  $1/2$  milímetro de avance. (2 vueltas, 1 milímetro).

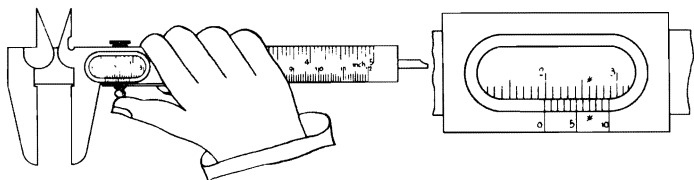
Cada graduación del cuerpo (sobre el que gira el nonio marcado en el mango) es igual a 1 milímetro subdividida en dos partes iguales.

El nonio está graduado en 50 partes, y cada 5 numeradas así: 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45. Cuando 50 de estas graduaciones hayan pasado la línea horizontal grabada en el cuerpo, tendremos una vuelta completa.

Cada graduación del nonio equivale a una centésima de milímetro (0,01 mm.).

**EJEMPLO QUE SE INDICA EN LA FIGURA:** 3 graduaciones, más media graduación son visibles en el cuerpo del micrómetro, y 36 divisiones en el nonio

Lectura = 4 mm. + 0,5 mm. + 0,37 mm. = 4,87 mm.



## Calibre para mediciones en milímetros

### LECTURA DEL NONIO

El principio del calibre es el siguiente: supongamos dos reglas con 10 divisiones iguales, la una tiene 10 milímetros de longitud, la otra 9 milímetros.

Las graduaciones de la primera tienen un paso de 1 milímetro, mientras que la segunda tiene un paso de  $9/10$  de milímetro. Corresponden las divisiones de 1 milímetro a la regla, y las divisiones de  $9/10$  al nonio del cursor.

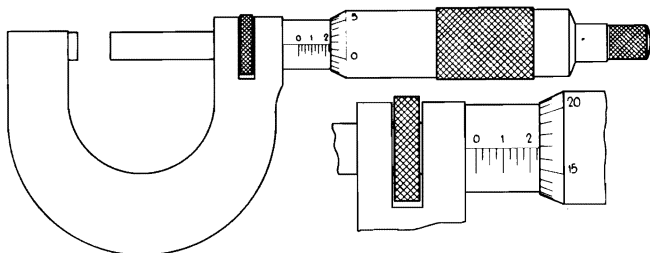
Cuando los ceros de las dos reglas estén enfrente el uno del otro, la distancia que separa 1 de  $1'$  será de  $1/10$ ; igualmente 2 de  $2'$  es de  $2/10$  y así sucesivamente.

De modo que si 1 y  $1'$  coinciden, la distancia entre los dos ceros será de  $1/10$  de milímetro; si 5 y  $5'$  coinciden, la distancia entre los ceros será  $5/10$ , etc.

**EJEMPLO:** Tenemos medida una pieza y el calibre marca 19 milímetros, más una fracción de milímetro que leeremos así: 19 milímetros + la división del cursor del nonio que coincide con una división de la regla del calibre, la  $7 = 7/10$ .

La lectura es de 19 milímetros,  $7/10$  (19,7). (Ver figura.)





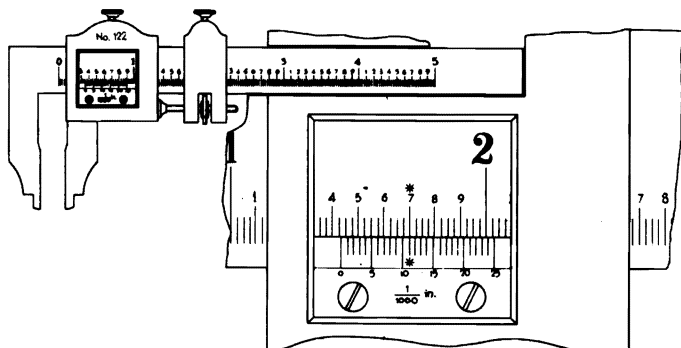
## Micrómetro graduado en milésimas de pulgada inglesa LECTURA DEL NONIO

El tornillo de este aparato tiene un paso de 40 hilos en pulgada.

Una vuelta del nonio grabado en el mango es igual a  $0,025''$ . Cada graduación del cuerpo (sobre el que gira el nonio marcado en el mango) es igual a  $0,025''$ , y cada cuatro divisiones representan  $0,100''$ ,  $0,200''$ , etcétera (10 décimas de pulgada), cada décima está numerada 0, 1, 2, etc.

El nonio está graduado en 25 partes y cada 5 numeradas así: 0, 5, 10, 15, 20. Cuando 25 de estas graduaciones hayan pasado la línea horizontal grabada en el cuerpo, tendremos una vuelta completa; cada graduación del nonio equivale a una milésima de pulgada ( $0,001''$ ).

Ejemplo que se indica en la figura:  $0,200'' + 0,025'' + 0,017'' = \text{Lectura } 0,242''$



## Calibre para mediciones en milésimas de pulgada LECTURA DEL NONIO

La escala del calibre está graduada con cuatro divisiones entre cada una de las diez que componen la pulgada. Cada división equivale a  $0,025''$  milésimas, y las marcadas del núm. 1 al 10,  $0,100''$ .

El nonio está dividido en 25 partes; cada una de ellas, al coincidir con las graduaciones de la escala del calibre, representa una milésima ( $0,001''$ ).

EJEMPLO DE LECTURA (Líneas marcadas con estrellas):

La figura indica  $1'' + 0,400'' + 0,025'' + 0,011 = 1,436''$ .

## TRANSPORTADOR UNIVERSAL

### LECTURA DEL NONIO

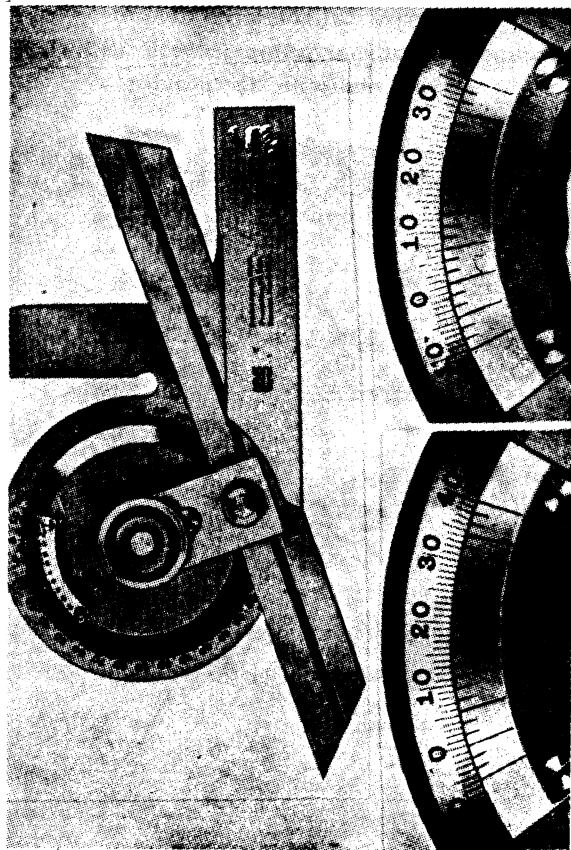
El nonio está dividido de 5 en 5 minutos (5'), o sea, un doceavo de grado y cada espacio sobre él, limita dos espacios a la escala.

### EJEMPLOS

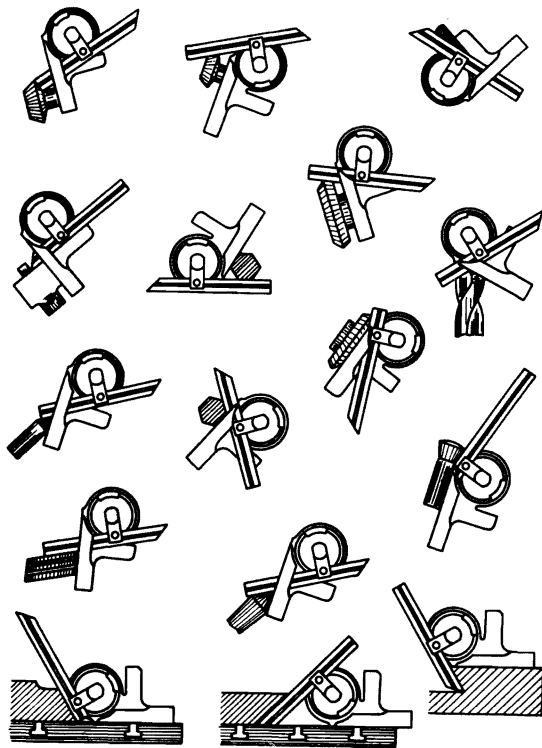
Cuando el cero del nonio coincide exactamente con la graduación de la escala, la lectura es exacta en grados, según puede apreciarse en la primera figura cuya lectura es  $17^{\circ} 0'$  (17 grados).

Si el cero de la graduación del nonio no coincide exactamente con la graduación de la escala, se observará cuál es la línea del nonio que coincide con la escala; véase la segunda figura cuya lectura es  $12^{\circ} 50'$  (12 grados y 50 minutos).

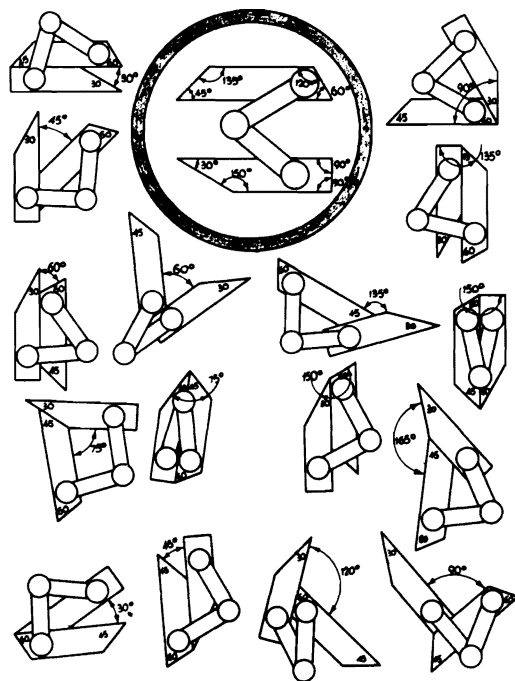
Cuando el cero del nonio gira a la derecha, como en estos dos ejemplos, la lectura se efectuará a esta mano; si por el contrario fuese a la inversa, se procederá a leer a la izquierda.

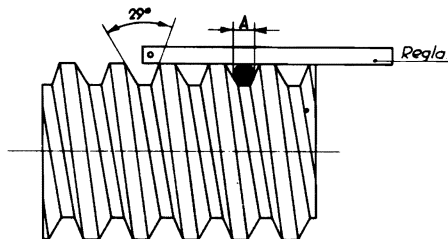


# Diversas aplicaciones de una Escuadra-Transportador «UNIVERSAL» para medición de ángulos



# Diversas aplicaciones de una Escuadra combinada para ángulos





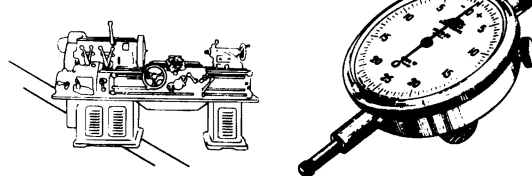
**TABLA DE DIMENSIONES DE LA BARRETA EN FUNCION DEL N.º DE HILOS**

Hilos en pulgada	Diámetro de la barreta A en mm.	Hilos en pulgada	Diámetro de la barreta A en mm.
$\frac{1}{2}$	26.156	6	1.879
1	13.078	7	1.866
$1 \frac{1}{2}$	8.717	8	1.633
2	6.527	9	1.452
$2 \frac{1}{2}$	5.232	10	1.308
3	4.388	12	1.089
$3 \frac{1}{2}$	3.736	14	0.954
4	3.268	16	0.819
$4 \frac{1}{2}$	2.915	18	0.726
5	2.616	20	0.652

Para medir correctamente se emplea una barreta calibrada, que debe quedar a igual altura que la cabeza del hilo, según se indica en el dibujo.

La dimensión A de la barreta en pulgadas se calcula por la siguiente fórmula:

$$A = \frac{0.5149}{N.º \text{ de hilos}}$$



## Verificación de Máquinas - Herramientas

No es posible realizar trabajos de calidad con las máquinas en mal estado: el 75 % de la buena mano de obra se debe a las buenas condiciones de una máquina. La verificación puede hacerse siguiendo las normas que se indican a continuación.

### NORMAS DE VERIFICACION PARA TORNOS

(HASTA DOS METROS ENTRE PUNTOS)

VERIFICACION NUM. 1	VERIFICACION NUM. 4	VERIFICACION NUM. 7
Cabezal y contrapunto. — Vertical. Tolerancia 0,025 en 300 mm.	Cara del plato cóncavo o convexo. Tolerancia 0,02.	Horizontal del cabezal. Tolerancia 0,012 en 300 mm.
VERIFICACION NUM. 2	VERIFICACION NUM. 5	VERIFICACION NUM. 8
Cruz del cabezal. Tolerancia 0,038 en 300 mm.	Cara del eje cabezal y punto. Tolerancia 0,012.	Paralelo del husillo. Tolerancia en la vertical y Horizontal 0,038 en 1,220 milímetros.
VERIFICACION NUM. 3	VERIFICACION NUM. 6	VERIFICACION NUM. 9
Tornear barra roscada al eje del cabezal.  Tolerancia en diámetro 0,012.	Vertical y cabezal. — Barra colocada en el alojamiento del punto. Tolerancia 0,038 en 300 mm.	Caña del contrapunto. — Vertical. Tolerancia 0,012 en 150 mm.

# NORMAS DE VERIFICACION PARA TORNOS

(CONTINUACION)

<b>VERIFICACION NUM. 10</b>  Contrapunto — Vertical — con una barra colocada en alojamiento del punto.  Tolerancia 0,025 en 300 mm.	<b>VERIFICACION NUM. 12</b>  Caña del contrapunto — Horizontal— con una barra colocada en alojamiento del punto.  Tolerancia 0,025 en 300 mm.	<b>VERIFICACION NUM. 14</b>  Cabezal y contrapunto — Horizontal.  Tolerancia 0,012 en 300 mm.
<b>VERIFICACION NUM. 11</b>  Caña del contrapunto — Horizontal.  Tolerancia 0,012 en 150 mm.	<b>VERIFICACION NUM. 13</b>  Contrapunto paralelo con el carro en dos posiciones. Tolerancia 0,012 en 1,220 milímetros.	<b>VERIFICACION NUM. 15</b>  Bancada — Paralelo y on- dulations. Tolerancia la mínima po- sible.

## Elementos que se precisan para la verificación

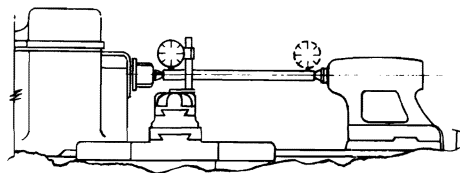
Una barra de acero, endurecida y rectificada, completamente cilíndrica y paralelo. Dimensiones 45 mm. x 320 mm. longitud; esta barra llevará una espiga cónica, según el cono que tengan el cabezal como el contrapunto, por tanto, aumentar a la longitud de la barra el largo del cono, conviene hacer una pieza para el cabezal y otra para el contrapunto, porque generalmente los conos no son nunca de igual número.

Una barra de acero dulce de igual longitud que las anteriores, pero con una rosca que permita unir la al cabezal en el lugar del plato; ésta tendrá dos zonas mayores que el cuerpo central, cuyo ancho será de 50 mm., se tornearán ligeramente colocado en su sitio, y se apreciará el grado de cilindrado y paralelo: ver verificación número 3.

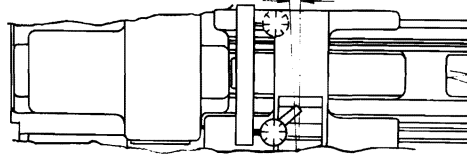
Un puente para verificar la bancada, según verificación número 15.

Un aparato verificador con escala en centésimas de milímetro.

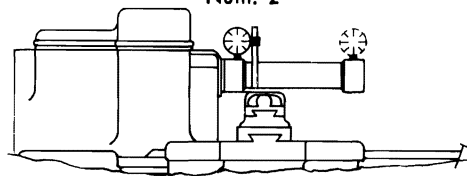
Una regla de ajuste; ver verificación número 4.



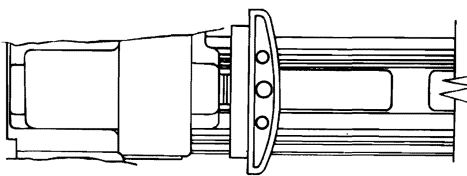
Núm. 1



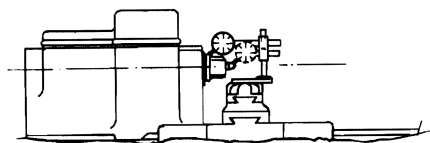
Núm. 2



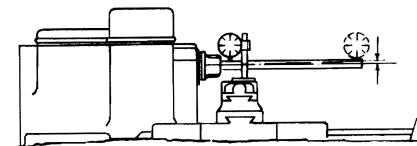
Núm. 3



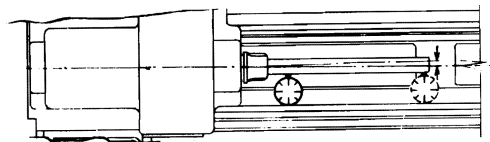
Núm. 4



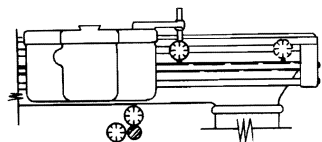
Núm. 5



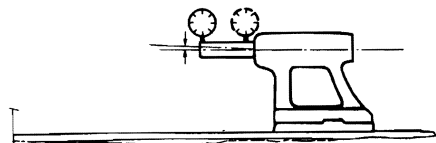
Núm. 6



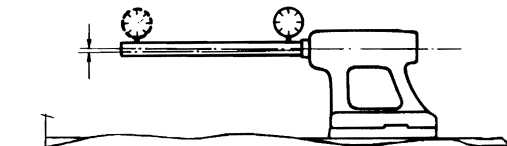
Núm. 7



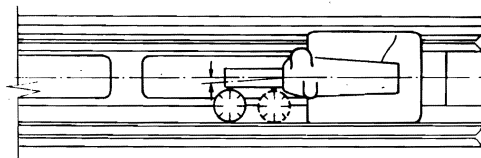
Núm. 8



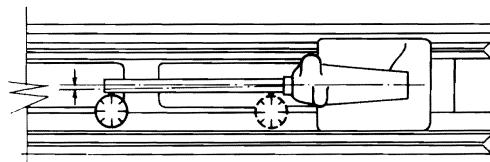
Núm. 9



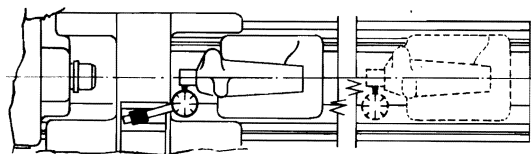
Núm. 10



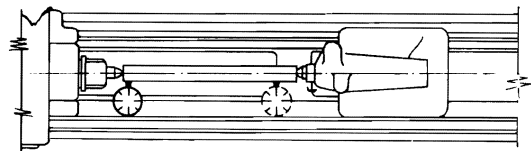
Núm. 11



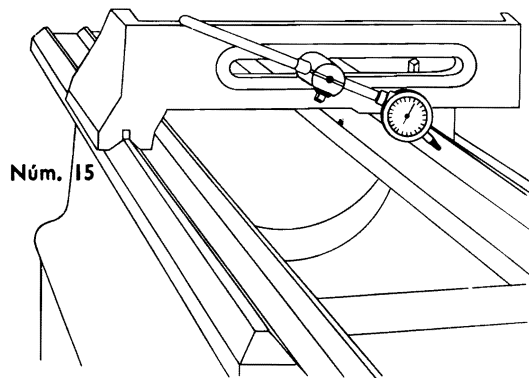
Núm. 12



Núm. 13

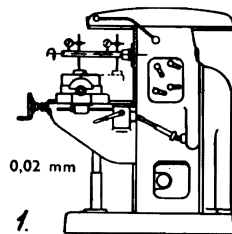


Núm. 14



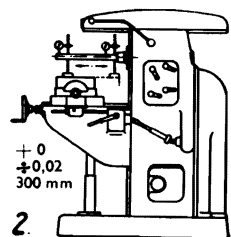
Núm. 15

## Normas para verificación de máquinas fresadoras y su cabezal divisor



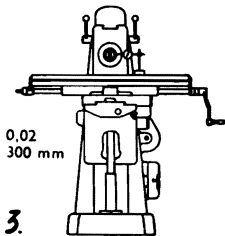
0,02 mm

1.



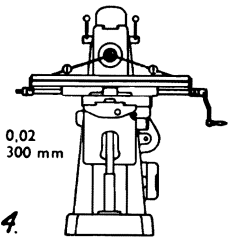
+ 0  
- 0,02  
300 mm

2.



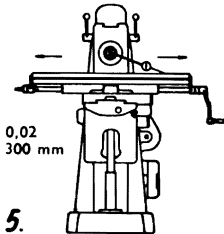
0,02  
300 mm

3.



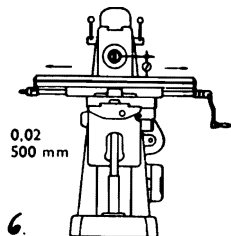
0,02  
300 mm

4.



0,02  
300 mm

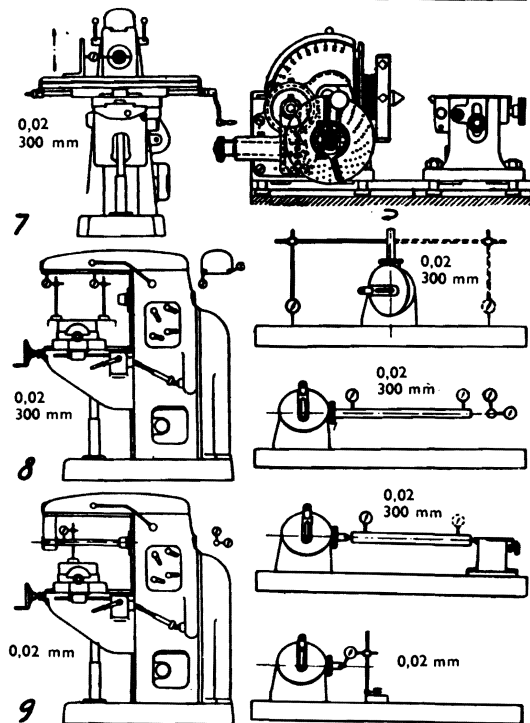
5.



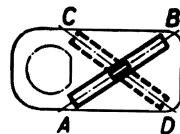
0,02  
500 mm

6.

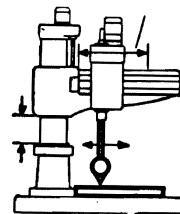
## Normas para verificación de máquinas fresadoras y su cabezal divisor



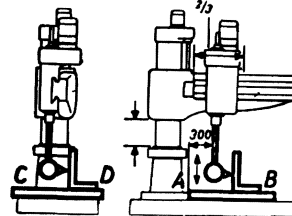
## Normas para verificación de taladros



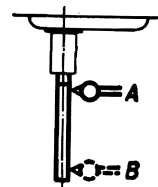
TOLERANCIA - NIVELADO  
0.03 a 0.05 mm. por metro



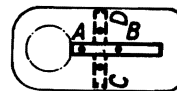
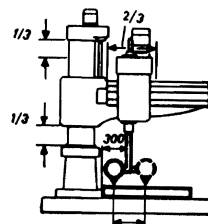
0.2 en 1 metro  
0.3 en 1,5 metros  
0.4 en 2 metros



AB  $\pm$  0.05 en 150 mm.  
CD  $\pm$  0.025 en 150 mm.  
AB  $\pm$  0.1 CD  $\pm$  0.5 en 300 mm.



A 0.02 | en 300 mm.  
B 0.03 |



AB  $\pm$  0.1  
CD  $\pm$  0.05 | en 500 mm.

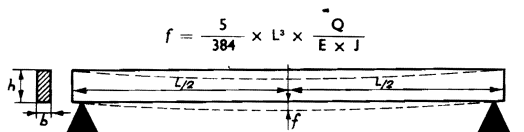


## ATENCIÓN A LAS REGLAS DE ACERO cuando se utilizan para nivelaciones de montajes de alta precisión

Todas las reglas están sujetas a una ley de flexión, y es preciso tener esto presente al utilizarlas soportadas en grandes longitudes.

Para el cálculo de la flexión se tomará como base un módulo de elasticidad de 2.200.000 kg/cm<sup>2</sup>.

Se calcula la flexión de una regla apoyada en sus dos extremidades, por medio de la fórmula siguiente:



$f$  = Flexión en centímetros en la mitad de la regla.

$L$  = Longitud de la regla en centímetros.

$E$  = Módulo de elasticidad del acero fundido.

$Q$  = Peso en kilogramos de la regla de sección rectangular.

$J$  = Momento de inercia máxima de la sección rectangular.

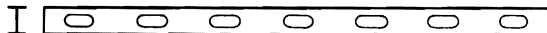
$b$  = Ancho de la sección en centímetros.

$h$  = Altura de la sección en centímetros.

$$E = 2.200.000 \text{ kg/cm}^2 \quad Q = \frac{b \times h \times L}{1.000} \times 7,85.$$

$$J = \frac{b \times h^3}{12}.$$

Se recomienda no utilizar reglas con sección rectangular mayores de 2 metros de longitud, y en lo posible se sustituirán siempre por reglas con sección en forma de doble T, que son las más convenientes para grandes longitudes, procurando que éstas sean ligeras y estables.



## VELOCIDADES Y AVANCES PARA MAQUINAS - HERRAMIENTAS

# Número de revoluciones en función de velocidad y diámetros de las piezas, fresas, brocas y escariadores

Velocidad en metros por minuto	4	6	8	10	12	14	16
Diámetro mm.	NUMERO DE REVOLUCIONES POR MINUTO						
1	1273	1910	2546	3180	3820	4460	5100
2	637	955	1274	1590	1910	2230	2550
3	425	637	850	1062	1270	1490	1700
4	319	478	638	796	956	1120	1275
6	212	318	424	530	638	742	848
8	159	239	318	398	478	558	636
10	127	191	254	318	382	446	508
12	106	159	212	265	318	371	424
14	91	136	182	227	273	318	364
16	80	120	160	200	239	278	320
18	71	106	142	178	212	247	284
20	64	96	128	160	191	223	254
24	53	79	106	133	159	186	212
28	45.5	68	91	114	136	159	182
32	39.8	60	79.6	99.5	120	140	159
36	35.4	53	71	88.5	106	124	142
40	31.9	48	63.6	79	96	112	127
45	28.3	42	56.6	71	85	99.2	113
50	25.5	38	51	63.5	76.4	89.2	102
55	23.2	34	46.4	58	69.5	81	93
60	21.2	32	42.4	53	63.8	74.2	85
65	19.7	29.5	39.4	49	59	69	78.4
70	18.2	27	36.4	45.5	54.7	63.8	73
75	17	25.6	34	42.4	51	60	68
80	16	24	32	40	47.8	55.8	64
90	14.1	21	28.2	35.2	42.5	49.5	56.4
100	12.7	19	25.4	31.8	38.2	44.6	50.8
115	11	16.5	22	28	33.2	38.7	44.3
120	10.6	16	21.2	26.5	31.8	37.1	42.4
125	10.2	15.2	20.4	25.4	30.6	35.6	40.8
140	9.1	13.6	18.2	22.7	27.3	31.8	36.4
150	8.5	12.8	17	21.2	25.4	30	34
160	8	12	16	20	23.9	27.8	32
175	7.3	11.2	14.6	18.2	21.8	25.6	29.2
180	7.1	10.6	14.2	17.8	21.2	24.7	28.4
200	6.4	9.6	12.8	16	19.1	22.3	25.6
225	5.7	8.6	11.4	14.3	17	19.8	23
250	5.1	7.6	10.2	12.7	15.3	17.8	20.4
275	4.65	7	9.3	11.4	13.9	16.2	18.6
300	4.25	6.4	8.5	10.6	12.7	14.9	17
325	3.92	5.9	7.8	9.85	11.8	13.7	15.7
350	3.64	5.6	7.28	9.1	10.9	12.8	14.6
375	3.4	5.1	6.8	8.5	10.2	11.9	13.6
400	3.19	4.7	6.3	7.9	9.6	11.2	12.6
450	2.83	4.3	5.6	7.1	8.5	11.3	11.3
500	2.55	3.8	5.1	6.35	7.6	8.9	10.2

# Número de revoluciones en función de velocidad y diámetros de las piezas, fresas, brocas y escariadores

Velocidad en metros por minuto	18	20	22	24	30	35	40
Diámetro mm.	NUMERO DE REVOLUCIONES POR MINUTO						
1	5740	6376	7000	8280	9550	11150	12730
2	2870	3188	3500	4140	4780	5580	6370
3	1910	2120	2340	2760	3190	3720	4250
4	1435	1594	1750	2070	2390	2780	3190
6	955	1060	1166	1378	1590	1856	2120
8	718	797	875	1034	1193	1391	1590
10	574	638	698	825	952	1114	1270
12	530	583	638	759	875	1014	1160
14	410	455	500	591	682	797	910
16	358	398	440	520	600	700	800
18	318	354	390	461	532	621	710
20	287	319	352	416	480	558	640
24	238	265	291	344	397	464	530
28	205	227	250	296	342	398	455
32	180	200	219	259	299	348	398
36	159	177	195	235	277	310	354
40	144	159	175	207	248	278	318
45	128	142	155	183	211	247	283
50	115	127	140	166	192	223	255
55	104	116	127	150	183	203	232
60	95.5	106	117	138	159	186	212
65	89	98.5	108	128	147	171	196
70	82	91	100	118	136	169.5	182
75	76.4	84.8	92.6	112	128	148	172
80	71.8	80	88	104	120	140	160
90	63.7	71	77.4	91	105	123.4	141
100	57.4	64	70	83	96	111	127
115	50	55.6	61	72	83.5	96.5	110
120	47.7	53	58.4	69	80	93	106
125	46	51	56	66	76	89	102
140	41	45.5	50	60	69	79.6	91
150	38.2	42.4	46.8	56	64	74	86
160	35.8	40	44	52	60	70	80
175	32.8	36.4	40.4	48	55.2	64	72
180	31.8	35.4	39	46	53	62	71
200	29.7	32	35.2	41.6	48	56	64
225	25.5	28.3	31.6	37.3	43	50	57
250	22.9	25.5	28	33	38	44.6	51
275	20.8	23	25.6	30	35	40.7	47
300	19.1	21.2	23.4	28	32	39	43
325	17.6	19.6	21.6	25.5	29.4	34	39
350	16.4	18.2	20.2	24	27.6	32	36
375	15.3	17	18.7	22	25.4	30	34
400	14.4	16	17.3	20.5	23.7	28	32
450	12.8	14.2	15.6	18.4	21.2	25	28
500	11.5	12.7	14	16.6	19.1	22	26

**VELOCIDADES DE CORTE EN METROS MINUTO PARA TRABAJAR DIVERSOS MATERIALES EN LAS MAQUINAS - HERRAMIENTAS • VALORES MEDIOS UTILIZANDO HERRAMIENTAS DE ACERO RAPIDO 18-20 % W**

MATERIAL A TRABAJAR	CLASE DE TRABAJO							
	Tornear	Taladrar	Fresar	Acepillar **	Roscar a Torno *	Escariar	Brochar	Fresado de Engranajes
Acero 40-50..... Kg/mm².....	D 28 A 40	24	D 20 A 30	18	16	14	10	D 18 A 26
Acero 50-60..... Kg/mm².....	D 22 A 30	20	D 18 A 24	16	12	10	9	D 16 A 22
Acero 60-85..... Kg/mm².....	D 18 A 24	16	D 16 A 22	14	9	8	8	D 14 A 20
Acero 85-110..... Kg/mm².....	D 16 A 18	14	D 14 A 16	12	7	6	7	D 12 A 14
Acero 110-140..... Kg/mm².....	D 10 A 12	8	D 8 A 10	6	5	4	—	D 6 A 8
Acero 140-180..... Kg/mm².....	D 8 A 10	6	D 6 A 8	4	3	2	—	D 5 A 7
Acero Moldeado 38. Kg/mm².....	D 20 A 24	18	D 16 A 20	14	12	10	10	D 15 A 18
Acero Moldeado 45. Kg/mm².....	D 18 A 20	16	D 14 A 16	12	10	8	9	D 13 A 15
Acero Moldeado 52. Kg/mm².....	D 14 A 16	12	D 12 A 14	10	8	7	8	D 11 A 13
Acero al Manganeso 12 %...	D 3 A 4	3	—	2	—	—	—	—
Acero INOXIDABLE.....	D 8 A 14	6	D 6 A 10	6	5	4	3	D 5 A 9
METAL MONEL.....	D 15 A 18	12	D 12 A 14	10	8	7	4	—

D = Desbaste. A = Afinado. \* Con cuchilla o macho. \*\* En limadoras y acepilladoras.

**VELOCIDADES DE CORTE EN METROS MINUTO PARA TRABAJAR DIVERSOS MATERIALES EN LAS MAQUINAS - HERRAMIENTAS • VALORES MEDIOS UTILIZANDO HERRAMIENTAS DE ACERO RAPIDO 18-20 % W**

MATERIAL A TRABAJAR	CLASE DE TRABAJO							
	Tornear	Taladrar	Fresar	Acepillar **	Roscar a Torno *	Escariar	Brochar	Fresado de Engranajes
Aluminio Magnesio. Latón dulce.....	D 140 A 170	125	D 114 A 160	100	—	70	Máximo de la máquina	—
Aleaciones de Alu- minio. Latón duro..	D 90 A 120	80	D 70 A 98	60	—	44	Máximo de la máquina	—
Cupro-Aluminio....	D 20 A 24	18	D 16 A 22	14	12	10	4	—
Cobre para Colectores.....	D 36 A 46	32	D 28 A 40	26	—	—	—	—
Carbón de Electrodos.....	D 10 A 12	9	—	6	—	—	—	—
Materiales Plásticos.	D 30 A 50	26	D 24 A 30	26	16	20	—	D 22 A 30
Bronce Corriente...	D 42 A 56	38	D 34 A 46	32	26	20	10	D 30 A 40
Bronce Fosforoso...	D 18 A 30	16	D 14 A 20	12	10	10	8	D 12 A 18
Hierro fundido 15 Kg/mm².....	D 22 A 26	20	D 18 A 24	16	12	12	4	D 16 A 22
Hierro fundido 18 Kg/mm².....	D 20 A 24	18	D 16 A 22	15	12	10	4	D 14 A 20
Hierro fundido 22 Kg/mm².....	D 16 A 20	14	D 14 A 20	12	9	9	4	D 12 A 18
Hierro fundido 26 Kg/mm².....	D 12 A 14	11	D 10 A 14	9	7	8	3	D 8 A 12

D = Desbaste. A = Afinado. \* Con cuchilla o macho. \*\* En limadoras y acepilladoras.

# CÁLCULOS PARA TRABAJOS DE TORNEADO

<b>V</b> = Velocidad periférica del corte en metros minuto. <b>D</b> = Diámetro de la pieza en mm.	$V = \frac{\pi D N}{1.000}$
<b>N</b> = Número de revoluciones por minuto de la pieza (barra y cabezal en la Mandrinadora).	$N = \frac{1.000 V}{\pi D}$
<b>T</b> = Tiempo de duración de la pasada de corte en minutos. <b>L</b> = Longitud del corte en mm.	$T = \frac{L}{S N}$
<b>C. V.</b> = Potencia necesaria en caballos de vapor.	$C. V. = \frac{P K V}{75 \times 60}$
<b>W</b> = Potencia en C. V. para cortar un volumen de 1 cm <sup>3</sup> de viruta en un minuto.	$W = \frac{P}{75 \times 60}$
<b>K</b> = Sección en mm <sup>2</sup> de la viruta. <b>a</b> = Profundidad de corte. <b>S</b> = Avance por revolución.	$K = a S$

**P** = Presión en kg. de las fuerzas de corte, avance y retroceso (3 veces la resistencia a la rotura por tracción del material a trabajar, aproximadamente).

## CAPACIDAD DE TRABAJO EN LAS CUCHILLAS NORMALIZADAS

Sección de la viruta.	1 - 3 mm <sup>2</sup>	2 - 5 mm <sup>2</sup>	5 - 10 mm <sup>2</sup>	10 - 14 mm <sup>2</sup>	14 - 18 mm <sup>2</sup>	18 - 25 mm <sup>2</sup>
Cuchilla rectangular, mm.	14 x 18	16 x 25	20 x 30	25 x 40	30 x 50	40 x 60
Cuchilla cuadrada, mm.	15 x 15	20 x 20	25 x 25	32 x 32	40 x 40	50 x 50

## DURACION MEDIA DEL CORTE DE LAS CUCHILLAS, APROXIMADAMENTE

Materiales	DUROS	Semiduros	Tenaces	Dulces	Blandos
Minutos	40'	60'	90'	120'	180'

Los datos de duración del corte de las cuchillas por cada afilado están basados en el trabajo de desbaste con avances superiores a 0,5 mm. Acero rápido 18 - 20 % W. para aceros W. Co., se estima la duración en 25 % más.

# Cálculos para trabajos de torneado

El ángulo de ataque de las cuchillas, base de los cálculos, se normaliza de 15° a 30°.

Al tornear ejes debe tenerse en cuenta que se colocará Luneta si la longitud excede a 12 veces el diámetro del eje.

Prácticamente es erróneo trabajar con un avance grande, utilícese un avance moderado de acuerdo con la normalización de éstos, con ello se logra lo siguiente: 1.° Viruta más delgada que contribuye a la mayor duración de la cuchilla. 2.° Exención de vibraciones y, por consiguiente, conservación de la máquina, resultando un trabajo más perfecto. 3.° Para quedar compensada la disminución de la sección de la viruta al trabajar con avances moderados, es preferible aumentar la profundidad de corte.

La sección de la viruta se determina según la fuerza de corte de la máquina y la cantidad de material que se ha de torneear, de acuerdo con esto, téngase siempre presente la rigidez de la máquina y la posibilidad de fijación de la pieza.

Se consideran piezas especiales las que por su gran Volumen, Peso, Longitud, Condiciones de Equilibrio y otras causas, impidan realizar en ellas un trabajo normal, tales como Hélices grandes, Cigüeñales pesados, Brazos y cañas de Timón, Volantes pesados torneando el agujero, Ejes muy largos y pesados, etc., siendo, por tanto, objeto de un estudio especial su mecanización.

Causas admitidas como normales en la duración del corte de la cuchilla. Se especifica el tiempo de trabajo útil hasta que la cuchilla deje de cortar, caracterizándose por lo siguiente: 1.° Trabajando materiales duros, por fusión del filo. 2.° Trabajando metales ligeros, Latón o plásticos, por embotamiento del filo. 3.° En cuchillas de metal duro, muy particularmente por rotura del filo.

Colocación de las cuchillas para realizar un buen trabajo; la altura de la cuchilla para trabajar Aceros será ligeramente más alta que el punto de giro, aproximadamente 1 % del diámetro de la pieza; en los demás casos el filo estará a igual altura del punto de giro.

## Avances normalizados para torneear con cuchillas de acero rápido 18-20 % W

GAMA N.º	AVANCE	APLICACION
<b>I</b> Desbaste a gran pasada	1 - 1,5 mm.	Piezas con grandes aumentos de material procedentes de Forjado o Fundición.
<b>II</b> Desbaste con pasada corriente	0,6 - 0,8 mm.	Piezas con aumentos prudentiales de material.
<b>III</b> PASADA UNICA	0,4 - 0,6 mm.	Piezas que después del torneado son terminadas en la Rectificadora. Superficies sin afinado.
<b>IV</b> DESBASTE con pasada ligera	0,25 - 0,4 mm.	Piezas pequeñas.
<b>V</b> AFINADO	0,05 - 0,1 mm. 0,15 - 0,2 mm.	Afinados a punta de cuchilla.
TRONZAR	0,02 - 0,1 mm.	Con velocidad de 75 % de Torneado.

## Cálculos para trabajos de fresado

V = Velocidad periférica del corte en metros minuto.  
D = Diámetro de la fresa.

$$V = \frac{\pi D N}{1.000}$$

N = Número de revoluciones de la fresa.

$$N = \frac{1.000 V}{\pi D}$$

T = Tiempo de duración de la pasada de corte en minutos.  
L = Longitud de corte en mm.  
A = Avance por revolución.

$$T = \frac{L}{NA}$$

KW = Potencia necesaria en Kilowatios.

Caballos de vapor C. V. =  $\frac{KW}{0,74}$

$$KW = \frac{a I S}{1.000 C}$$






C = Volumen de viruta en cm³ que puede cortar la fresa por kW minuto.

MATERIAL A FRESAR	C = Volumen cortado en cm³/kW minuto
Acero de 40-60 kg/mm² . . . . .	14
Acero de 60-85 kg/mm² . . . . .	12
Acero de 85-110 kg/mm² . . . . .	10
Acero de 110-180 kg/mm² . . . . .	8
Fundición blanda 180 Brinell . . . . .	25
Fundición Semidura 200 Brinell . . . . .	20
Latón . . . . .	40
Bronce corriente. . . . .	30
Bronce Fosforoso . . . . .	20
Aluminio . . . . .	65
Aleaciones de Aluminio. . . . .	50






S = Avance por minuto de la mesa (N Z H). Z = Número de dientes de la fresa.  
I = Ancho de la fresa. a = Profundidad del corte. H = Avance por diente.

Atención a la rigidez de los sistemas de fijación de las piezas a la máquina, con el fin de asegurar la máxima solidez de la sujeción.

**Avances para trabajar diversos materiales en las máquinas fresadoras. Valores medios utilizando herramientas de acero rápido 18-20 % W**

TIPO DE FRESAS						
Material a Fresar		Avance en milímetros por diente de la Fresa				
<b>Aceros</b>	40-50 kg/mm <sup>2</sup>	0,075	0,30	0,20	0,10	0,20
	50-60 kg/mm <sup>2</sup>	0,06	0,30	0,20	0,09	0,20
	60-85 kg/mm <sup>2</sup>	0,045	0,25	0,15	0,08	0,15
	85-110 kg/mm <sup>2</sup>	0,037	0,20	0,15	0,07	0,12
	110-140 kg/mm <sup>2</sup>	0,026	0,15	0,10	0,06	0,10
	140-180 kg/mm <sup>2</sup>	0,02	0,10	0,07	0,05	0,10
<b>Acero moldado</b>	38 kg/mm <sup>2</sup>	0,075	0,20	0,20	0,09	0,10
	45 kg/mm <sup>2</sup>	0,06	0,20	0,15	0,08	0,10
	52 kg/mm <sup>2</sup>	0,05	0,20	0,15	0,08	0,10
<b>Acero inoxidable</b>		0,037	0,15	0,10	0,05	0,10
<b>Metal monel</b>		0,045	0,30	0,15	0,06	0,10
<b>Aluminio, Magnesio, Latón dulce</b>		0,12	0,20	0,20	0,10	0,15
<b>Aleaciones de Aluminio, Latón duro</b>		0,09	0,20	0,15	0,10	0,10
<b>Cupro-Aluminio</b>		0,06	0,15	0,15	0,10	0,10
<b>Cobre para colectores</b>		0,09	0,20	0,20	0,10	0,10
<b>Materiales plásticos</b>		0,07	0,20	0,20	0,10	0,10
<b>Bronce corriente</b>		0,075	0,30	0,15	0,10	0,15
<b>Bronce fosforoso</b>		0,052	0,25	0,10	0,08	0,12

**Avances para trabajar diversos materiales en las máquinas fresadoras. Valores medios utilizando herramientas de acero rápido 18-20 % W**

TIPO DE FRESAS						
Material a Fresar		Avance en milímetros por diente de la Fresa				
<b>Hierro fundido</b>	15 kg/mm <sup>2</sup>	0,06	0,30	0,20	0,10	0,20
	18 kg/mm <sup>2</sup>	0,06	0,30	0,20	0,10	0,20
	22 kg/mm <sup>2</sup>	0,05	0,25	0,15	0,10	0,15
	26 kg/mm <sup>2</sup>	0,05	0,25	0,15	0,10	0,15

**NORMALIZACION DE LAS PROFUNDIDADES DE FRESADO**

	Profundidades de fresado «a» y ancho de corte		
	Fresado en terminación y con pasada única	Fresado en desbaste	Fresado en Afinado
1. Fresas Cilíndricas.	Todo el ancho de la fresa, a = 3 mm.	Todo el ancho de la fresa, a = 5-8 mm.	Todo el ancho de la fresa, a = 1 mm.
2. Fresas Frontales.	Ancho = al diámetro de la fresa, a = 3 mm.	La mitad del diámetro de la fresa, a = 5 mm.	Igual al diámetro de la fresa, a = 1 mm.
3. Fresas Frontales de mango.	Igual al diámetro de la fresa, a = 2 mm.	La mitad del diámetro de la fresa, a = 4 mm.	Igual al diámetro de la fresa, a = 0,5 mm.
4. Fresas de disco.	a = Ancho de la fresa como máximo	a = a la mitad del ancho de la fresa	a = 5 % del ancho de la fresa
5. Fresas de forma.	a = Todo el perfil en pequeñas formas	a = 1.ª Pasada 45 % altura, 2.ª 45 %	a = 10 % de la altura de su forma

Los avances indicados en las tablas, son para fresado en terminación con PASADA UNICA

Para desbaste, aumentar el 75 %. Para afinado, reducir el 25 %.

Referente al trabajo en desbaste con Fresas Cilíndricas y sus diversos avances por diente en función de la máquina Fresadora a emplear, véase tabla aparte.

**VELOCIDADES DE CORTE EN METROS MINUTO Y AVANCES PARA  
TRABAJAR DIVERSOS MATERIALES EN LAS MAQUINAS-HERRAMIENTAS  
VALORES MEDIOS UTILIZANDO HERRAMIENTAS DE  
METAL DURO «WIDIA» (O SIMILAR)**

MATERIAL A TRABAJAR	FRESAS NORMALES			Fresado con coronas de cuchillas		
	Marca Widia	V = metros minuto	H = avance por diente	Marca Widia	V = metros minuto	H = avance por diente
Acero hasta 75 kg/mm <sup>2</sup>	s 1 s 3	100—120 40—50	0,02—0,0 0,05—0,5	s 1 s 3	150—250 40—60	0,02—0,05 0,05—0,15
Acero 75 - 110 kg/mm <sup>2</sup>	s 1 s 3	80—100 25—35	0,02—0,03 0,05—0,1	s 1 s 3	120—150 40—50	0,02—0,05 0,05—0,15
Acero 110 - 125 kg/mm <sup>2</sup>	s 1 s 3	60—80 20—30	0,02—0,03 0,02—0,05	s 1 s 3	80—120 30—35	0,02—0,05 0,05—0,08
Acero de más 125 kg/mm <sup>2</sup>	s 1 s 3	30—50 15—20	0,01—0,03 0,02—0,05	s 1 s 3	50—70 20—25	0,02—0,03 0,02—0,05
Acero Fundido hasta 50 kg/mm <sup>2</sup>	s 1 s 3	100—120 40—50	0,02—0,05 0,05—0,1	s 1 s 3	150—250 40—60	0,02—0,05 0,05—0,15
Acero Fundido más de 70 kg/mm <sup>2</sup>	s 1 s 3	80—100 25—35	0,02—0,03 0,05—0,1	s 1 s 3	120—150 40—50	0,02—0,05 0,05—0,15
Fundición Gris hasta 200 Brinell	G 1	50—60	0,1 —0,15	G 1	120—180	0,1 —0,2
Fundición Gris más de 200 Brinell	H 1	30—40	0,05—0,1	H 1	35—45	0,05—0,1
Fundición roja, Bronce, Latón	G 1	80—100	0,05—0,1	G 1	100—250	0,1 —0,15
Metales ligeros	G 1	100—800	0,1 —0,15	G 1	800—1.500	0,1 —0,25
Aleaciones de aluminio	G 1	50—70	0,05—0,15	G 1	200—500	0,1 —0,2
Materiales plásticos	G 1	80—100	0,05—0,1	G 1	100—200	0,1 —0,2
Acero INOXIDABLE	s 1 s 3	60—80 20—30	0,01—0,03 0,02—0,05	s 1 s 3	80—100 30—35	0,02—0,03 0,02—0,05
METAL MONEL	s 1 s 3	70—90 30—40	0,01—0,03 0,02—0,03	s 1 s 2	90—110 40—50	0,02—0,03 0,02—0,05

## Consideraciones sobre el fresado utilizando fresas cilíndricas de planear y referido al avance por diente de la fresa

Este tema merece ser tratado con toda atención, pues influye de una manera notoria en el rendimiento, por ello analizaremos los tres casos reservados a este tipo de Máquinas Fresadoras.

1.º Trabajando con Máquinas Fresadoras Universales tipo corriente, consideradas en muchos casos como modelos anticuados, y en otros como de resistencia débil para soportar las resultantes de las fuerzas tangenciales cuando se realizan en ellas trabajos de planeado utilizando todo el ancho de la fresa.

2.º Trabajando con Máquinas Fresadoras Universales de moderna construcción, donde su principal característica es la fortaleza.

3.º Trabajando con Máquinas Fresadoras diseñadas exclusivamente para planear, siendo su tipo considerado como rígido.

Si en la tabla general de fresado donde vemos los avances tipo para toda clase de fresas, considerado como mínimo, observamos que para las fresas cilíndricas nos encontramos con los avances por diente muy bajas, éstos solo los aplicaremos en las máquinas fresadoras del caso 1.º en pasada única; los demás valores indicados para los otros tipos de fresas se consideran como avances medios mínimos para todos los tipos de fresadoras.

No debe olvidarse las condiciones de las piezas en cuanto a su fortaleza, ni la rigidez y seguridad de los medios que se empleen para fijar la pieza a la máquina; por otro lado, se impone la economía de material en los aumentos o creces en las piezas, contribuye a ello el perfeccionarse cada día más los procedimientos de Fundición y Forjado.

Contra la exageración debemos tener presente que, una Fresadora no es una máquina de producir virutas, sino un elemento de mecanizar piezas, y que todos los antiguos afanes de ver cortar mucho material se estrellan actualmente con el impuesto ahorro de la materia prima, contra el despilfarro que existía cuando la materia abundaba y los procedimientos de producir muy diferentes; también se impone la conservación de la herramienta de corte, hoy tan costosa, que aconseja no someterla a desgastes antieconómicos.

Como valores medios se indican para desbistar los contenidos en la tabla siguiente:

**Valores medios para desbastar en la máquina fresadora  
utilizando fresas cilíndricas de planear  
de acero rápido 18-20 % W**

MATERIAL		AVANCE EN MM. POR DIENTE DE LA FRESA		
		Máquinas corrientes	Máquinas fuertes	Máquinas muy fuertes
Aceros	40 - 50 kg/mm <sup>2</sup> .....	0,10	0,20	0,25
	50 - 60 kg/mm <sup>2</sup> .....	0,08	0,17	0,20
	60 - 85 kg/mm <sup>2</sup> .....	0,06	0,15	0,17
	85 - 110 kg/mm <sup>2</sup> *.....	0,05	0,10	0,12
	110 - 140 kg/mm <sup>2</sup> *.....	0,035	0,075	0,10
	140 - 180 kg/mm <sup>2</sup> *.....	0,025	0,05	0,075
Acero moldeado	38 kg/mm <sup>2</sup> .....	0,10	0,20	0,25
	45 kg/mm <sup>2</sup> .....	0,08	0,17	0,20
	52 kg/mm <sup>2</sup> .....	0,07	0,15	0,17
Acero INOXIDABLE.....		0,05	0,12	0,15
Metal MONEL.....		0,06	0,15	0,17
Aluminio, Latón dulce, Magnesio...		0,17	0,40	0,45
Aleaciones Aluminio, Latón duro...		0,12	0,25	0,30
Cupro-Aluminio.....		0,08	0,17	0,20
Cobre para colectores.....		0,09	0,20	0,25
Materiales plásticos.....		0,09	0,20	0,25
Bronce corriente.....		0,10	0,25	0,30
Bronce Fosforoso.....		0,07	0,15	0,17
Hierro fundido	15 kg/mm <sup>2</sup> .....	0,08	0,30	0,35
	18 kg/mm <sup>2</sup> .....	0,08	0,25	0,30
	22 kg/mm <sup>2</sup> .....	0,07	0,20	0,25
	26 kg/mm <sup>2</sup> .....	0,07	0,17	0,20

Para afinado debe reducirse el avance el 25 %.

Profundidad de fresado para desbaste, 8 a 12 mm.

Profundidad de fresado para afinado, 1 mm.

\* Resistencia de aceros aleados después de tratados (estado de recocidos).

Es indispensable normalizar las fresas en tres grupos.

1.° Aceros Normales. 2.° Materiales duros, Fundición y Bronces. 3.° Metales Ligeros.

**Aserrado en la máquina fresadora utilizando  
sierras circulares de acero rápido 18-20 % W.  
Avance por diente**

MATERIAL		ESPESOR DE LA SIERRA	
		De 1 a 1,5 mm.	Más de 1,5 a 3 mm.
ACEROS	40 - 50 kg/mm <sup>2</sup> .....	0,06	0,075
	50 - 60 kg/mm <sup>2</sup> .....	0,05	0,06
	60 - 85 kg/mm <sup>2</sup> .....	0,04	0,05
	85 - 110 kg/mm <sup>2</sup> .....	0,03	0,04
	110 - 140 kg/mm <sup>2</sup> .....	0,025	0,03
	140 - 180 kg/mm <sup>2</sup> .....	0,02	0,025
Acero Moldeado	38 kg/mm <sup>2</sup> .....	0,06	0,075
	45 kg/mm <sup>2</sup> .....	0,06	0,075
	52 kg/mm <sup>2</sup> .....	0,05	0,06
Acero INOXIDABLE.....		0,04	0,05
Metal MONEL.....		0,04	0,05
Aluminio, Latón dulce, Magnesio...		0,10	0,12
Aleaciones Aluminio, Latón duro...		0,075	0,10
Cupro-Aluminio.....		0,05	0,06
Cobre para colectores.....		0,06	0,075
Materiales plásticos.....		0,06	0,075
Bronce corriente.....		0,06	0,075
Bronce Fosforoso.....		0,04	0,05
Hierro fundido	15 kg/mm <sup>2</sup> .....	0,075	0,10
	18 kg/mm <sup>2</sup> .....	0,075	0,10
	22 kg/mm <sup>2</sup> .....	0,06	0,075
	26 kg/mm <sup>2</sup> .....	0,04	0,05

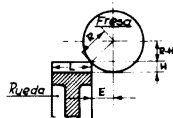
La velocidad de corte es igual que la especificada para el fresado.

Los lubricantes de corte y refrigeración, serán los mismos que para el trabajo de fresado.

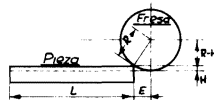
Normalizar diámetros y número de dientes en la serie de sierras.



# Fórmulas para calcular el periodo de entrada y tiempo en minutos en las operaciones de fresar



TALLA DE UNA RUEDA CON DIENTE RECTO



FRESADO NORMAL

## DESIGNACION

L = Longitud del diente.

A = Avance en mm. por minuto.

R = Radio del diámetro de la Fresa.

Z = Recorrido neutro (5 mm. aproximadamente), esto es, la cantidad que se estima se debe dejar para el embrague y desembrague del movimiento automático de la mesa en la Fresadora.

H = Altura del corte.

E = Periodo de entrada de la Fresa.  
(Cantidades expresadas en mm.)

## EJEMPLO

Diámetro de la Fresa, 80 mm.

R = 40; H = 10; Donde  $R - H = 40 - 10 = 30$  y  $E = \sqrt{40^2 - 30^2} = 26,45$  mm.

El periodo de entrada y el recorrido neutro, se aumentan a la longitud del diente, con lo cual sirve de base para el cálculo del tiempo necesario para cada pasada de corte.

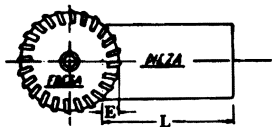
## FORMULA

$$\text{Tiempo en minutos} = \frac{L + E + Z}{A}$$

Para valores de E, resueltos, véase la tabla siguiente.

Diámetro de la fresa mm.	ALTURA DEL CORTE «H» EN mm.											
	1,5	3	5	6	10	12	20	25	40	50	75	100
E = PERIODO DE ENTRADA DE LA FRESA, mm. (APROX.)	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
32	6,5	9,5	11,5	12,5	15							
40	7,5	10,5	13	14	17							
45	8	11	14	15,5	18,5	20						
50	8,5	12	15	16	20	21,5						
58	9	13	16	17	22	23,5						
64	10	13,5	17	18,5	23	25						
70	10,5	14	18	19,5	24,5	26,5	31,5					
75	10,5	14,5	18,5	20,5	25,5	27,5	33					
80	11,5	15	19,5	21	26,5	28,5	34,5					
90	11,5	16	20,5	22,5	28	30,5	37,5	40,5				
95	12	16,5	21	23	29	31,5	38,5	42				
100	12	17	22	24	30	32,5	40	43,5				
108	12,5	17,5	22,5	25	31	34	42	45,5				
115	13	18	23,5	25,5	32,5	35	43,5	47,5	55			
120	13,5	19	24	26	33	36	44,5	48,5	56,5			
127	14	19,5	25	27	34	37	46	50,5	59			
140	14,5	20	26	28,5	36	39	49	53,5	63	67		
152	15	21	27	29,5	37,5	41	51	56,5	67	71,5		
165	15,5	22	28	30	39,5	42	54	59	70,5	76		
178	16	23	29,5	32	41	44,5	56	62	74,5	80		
190	17	23,5	30,5	33	42,5	46	58	64	77,5	83,5		
205	17,5	24,5	31,5	34,5	44	48	61	66	81	88	99	
215	18	25	32,5	35,5	45	49	62,5	69	83,5	91	102,5	
228	18,5	26	33,5	36,5	46,5	51	64,5	71	86,5	94,5	107	
240	19	26,5	34	37,5	48	52	66,5	73	89,5	97,5	111	
254	19,5	27,5	35	38,5	49,5	54	68	75,5	92,5	101	116	124
265	20	28	36	39,5	50,5	55	70	77,5	95	103,5	119,5	128,5
280	20,5	29	37	40,5	52	57	72	80	98	107,5	124	134
295	21	29,5	38	41,5	53,5	58	74	82	101	110,5	128,5	139,5
305	21,5	30	39	42,5	54,5	59	75,5	83,5	103	113	131,5	143

## PERIODO DE ENTRADA DE LA FRESA PARA ENCARAR O REFRENTAR UNA PIEZA



**TABLA PARA DETERMINAR LOS VALORES DE «E»**

Diámetro de la Fresa	ANCHO EN mm. DE LA PIEZA A ENCARAR O REFRENTAR											
	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300
25	12,5											
40	4,4											
50	3,4	2,5										
65	2,5	11,7										
75	2,1	9,5	37,5									
100	1,6	6,7	16,9	50								
125	1,2	5,2	12,5	25	62,5							
150	1	4,2	10	19,1	33,6	75						
190	0,8	3,3	7,7	14,2	23,4	36,7	56,8					
200	0,7	3,1	7,3	13,4	21,9	33,8	50,7	100				
250	0,6	2,5	5,7	10,4	16,7	25	35,3	75	70,5	125		
300	0,5	2,1	4,7	8,5	13,6	20,1	27,8	38	50,8	42,1	90,1	150

L = LONGITUD DE LA SUPERFICIE A FRESAR.

E = PERIODO DE ENTRADA DE LA FRESA EN mm.

Z = RECORRIDO NEUTRO EN mm. (Esta es la cantidad que se estima y se debe dejar para el embrague y desembrague de la mesa).

A = AVANCE EN mm. POR MINUTO.

### FORMULA PARA EL TIEMPO DE MAQUINADO EN MINUTOS

$$\text{TIEMPO} = \frac{L + E + Z}{A}$$

Agregar al tiempo de maquinado el tiempo que se invierta en el retroceso de la mesa para volver de nuevo a la posición de trabajo.

## Cálculo de tiempo para maquinado en Fresadoras de engranajes utilizando Fresa sin-fin

### FRESADORA TIPO «PFAUTER» O SIMILAR

G = Número de dientes del engranaje a dentar.

E = Período de entrada de la Fresa en milímetros.

L = Longitud en milímetros del diente a fresar.

N = Número de revoluciones por minuto de la Fresa (según velocidad de corte).

n = Número de filetes o entradas de la Fresa sin-fin

A = Avance de la Fresa en milímetros por cada revolución del engranaje a dentar o tallar.

Tm = Tiempo en minutos de duración del corte o pasada.

V = Velocidad de corte en metros minuto.

D = Diámetro de la Fresa en milímetros.



Talla de engranajes con dientes helicoidales



### FORMULA

$$T_m = \frac{G(E + L)}{A \times N \times n}, \quad V = \frac{D \times \pi \times N}{1.000}$$

### AVANCES POR REVOLUCION DEL ENGRANAJE

Módulos pequeños del 2 al 4 — 0,5 mm.

Módulos pequeños del 5 al 7,5 — 0,75' »

Módulos medios del 8 al 10 — 1 »

Módulos grandes del 11 al 15 — 1,25 »

Módulos grandes del 16 al 20 — 1,5 »

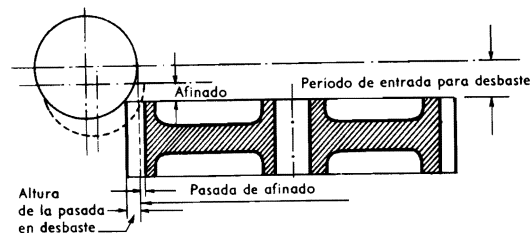
### OBSERVACION:

Para el número de filetes de la fresa sin-fin o madre, cuando se trate de tallar largas series, es necesario tener presente que para el afinado se emplea exclusivamente la Fresa con un filete, mientras que para desbastar se recomienda utilizar una de 2 ó 3 filetes.

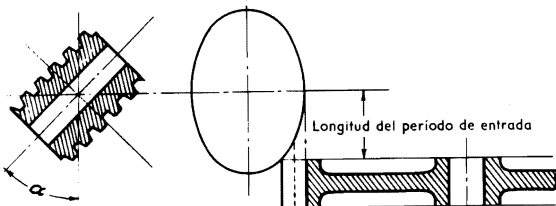
**Referente a la longitud del periodo de entrada «E» de la fresa debe estimarse con variación en los casos siguientes:**

- 1.ª Si la dentadura es recta o helicoidal, ya que esta última requiere una longitud mayor que la recta.
- 2.ª Si la operación de fresado es desbaste o afinado, pues al afinar siempre es menor la longitud.

### Dentado de engranajes cilíndricos con dientes rectos



### Dentado de engranajes cilíndricos con dientes helicoidales

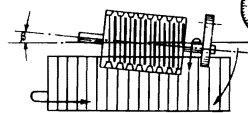


### Tiempos normales en la preparación del trabajo en la fresadora con fresa sin-fin

Montaje de ruedas del mecanismo divisor . . . . .	minutos.
Montaje de la fresa, elementos de fijación y verificación del centrado. . . . .	»
Regular el curso de la fresa e inclinación del cabezal . . . . .	»
Cambio de la fresa para afinado. . . . .	»
Medición. . . . .	»

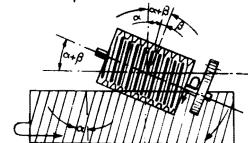
## Funcionamiento de la fresa sin-fin en relación con la rueda a tallar en diversos casos

Talla de rueda cilíndrica con dientes rectos. Fresa a mano derecha.

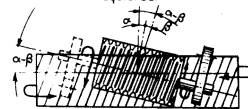


Posición normal del mandrino

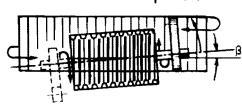
Talla de rueda cilíndrica con dientes helicoidales. Fresa a mano derecha. Rueda a mano izquierda.



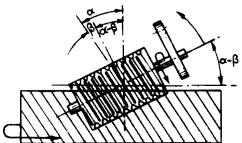
Talla de ruedas cilíndricas con dientes helicoidales. Fresa a mano izquierda. Rueda a mano derecha.



Talla de rueda cilíndrica con dientes rectos. Fresa a mano izquierda.



Talla de rueda cilíndrica con dientes helicoidales. Fresa a mano derecha. Rueda a mano derecha.



Talla de ruedas cilíndricas con dientes helicoidales. Fresa a mano izquierda. Rueda a mano derecha.



### OBSERVACIONES

$\alpha$  = Ángulo axial de la rueda a tallar.  $\beta$  = Inclinación de la hélice de la fresa.

### Avance del carro portafresa

#### Vertical descendente

Fresa a mano derecha, posición normal del mandrino.  
Fresa a mano izquierda, posición inversa del mandrino.

#### Vertical ascendente

Fresa a mano izquierda, posición normal del mandrino.  
Fresa a mano derecha, posición inversa del mandrino.

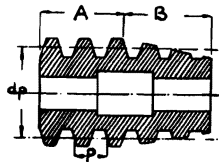
Para determinar el sentido de giro, puede servir de guía un reloj cuyas agujas giran a la derecha.

Se considera en la figura que la posición normal del mandrino de la fresa es la marcada con línea llena y sombreada (visto con la rueda antepuesta) y las líneas de puntos la posición inversa.

## CONSIDERACIONES SOBRE EL FRESADO DE RUEDAS A TORNILLO SIN-FIN Y SU FRESA

La forma de fresar una rueda helicoidal a tornillo sin-fin no es perfecta si se hace entrando la fresa por la periferia como si se tratase de una rueda cilíndrica normal, pues en este caso, y por no corresponder a una velocidad periférica correcta, quedará el diente rozado al comienzo del fresado y se obtendrá un tallaje del diente en condiciones imperfectas.

La normal en la talla es utilizar una fresa formada de una parte cilíndrica y otra cónica (similar a un macho de roscar), según se detalla en el dibujo, con sus proporciones y formas de operar; este proceso de talla es el normal, pues el avance de la fresa no se verifica con el avance longitudinal, sino por avance axial, colocándose tangentes el círculo primitivo de la fresa con el de la rueda, y basta que pase la fresa de esta forma tangencial para que la talla quede efectuada con una pasada de la fresa. Véase detalle a continuación, y páginas 183 y 184.



### FORMULAS PARA LA FRESA

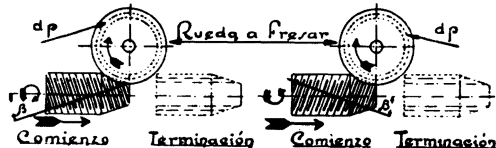
Mn = Módulo normal; P = Paso axial.

$$A = \frac{Mn}{\cos \phi} \times \pi \times 3; \quad B = 3 : 5 P$$

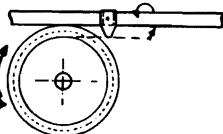
### MODO DE TALLAR

Fresa con filete a mano derecha.  
Espiral de corte a mano izquierda.

Fresa con filete a mano izquierda.  
Espiral de corte a mano derecha.



Para casos especiales puede tallarse con avance axial por medio de una simple cuchilla y su mandril, con lo cual evita la construcción de una fresa, pero no se utilizará para producción en serie por ser de poco rendimiento.



## CÁLCULOS PARA TRABAJOS DE RECTIFICADO

SOBREMETAL PARA AGUJEROS Y EJES QUE SE TERMINEN RECTIFICADOS

DIAMETRO DEL AGUJERO		SOBREMETAL		DIAMETRO DEL EJE		SOBREMETAL	
De mm.	a mm.	Mínimo mm.	Máximo mm.	De mm.	a mm.	Mínimo mm.	Máximo mm.
7	8	0,03	0,04	7	10	0,10	0,15
		0,03	0,05			0,10	0,20
8,1	15	0,05	0,10	10,1	20	0,15	0,25
		0,10	0,20			0,20	0,30
15,1	20	0,15	0,20	20,1	50	0,30	0,35
		0,20	0,25			0,30	0,35
20,1	30	0,20	0,25	50,1	100	0,40	0,45
		0,25	0,30			0,45	0,45
30,1	100	0,25	0,30	100,1	150	0,35	0,40
		0,30	0,40			0,40	0,50
100,1	150	0,30	0,35	150,1	200	0,40	0,45
		0,35	0,45			0,45	0,55
150,1	200	0,40	0,45	Aumentar el sobremetal Ejes largo hasta 100 mm. S/Tabla » » » 100 » + 25 % » » » 200 » + 30 % » » » 300 » + 40 %			
		0,50	0,55				
200,1	300	0,45	0,50				
		0,60	0,65				
300,1	500	0,50	0,60				
		0,65	0,70				

Las cantidades de Sobremetal que figuran en primer lugar, se refieren a piezas que NO sean sometidas a tratamiento térmico, y las que se indican abajo, serán aplicadas a piezas que sean tratadas.

SOBREMETAL: Se entenderá, aumento de material.

VELOCIDAD DE CORTE DE LAS MUELAS, PROFUNDIDAD DE VIRUTA Y VELOCIDAD PERIFÉRICA DE LAS PIEZAS

MATERIAL A TRABAJAR	Velocidad del corte en metros segundo muela lizadora cerámica	Avance Transversal o Profundidad de viruta		Velocidad Periférica P de la Pieza en metros minuto	
		Desbaste mm.	Afinado mm.	Desbaste	Afinado
Acero (Templado) .....	20	0,01 a 0,02	0,005 a 0,01	12 a 16	10 a 12
Acero (Blando) .....	30	0,02 a 0,04	0,005 a 0,01	10 a 12	8 a 10
Fundición .....	25	0,10 a 0,15	0,02 a 0,03	12 a 16	10 a 12
Metales Ligeros .....	15	0,02 a 0,03	0,01 a 0,02	30 a 40	20 a 30

D = Diámetro de la muela en mm. N = Número de revoluciones de la muela.

V = Velocidad de corte de la muela en metros por segundo.

d = Diámetro de la pieza en mm. n = Número de revoluciones por minuto de la pieza.

$$V = \frac{D \times N}{60.000} \quad N = \frac{60.000 V}{D} \quad P = \frac{n \times d}{1.000} \quad n = \frac{1.000 P}{d} \quad P = \text{Velocidad de la pieza.}$$

S = Avance longitudinal en mm. de la mesa o muela por vuelta de la pieza para Desbaste.

H = Ancho de la muela. S = Para Fundición 3/4 H. Acero 2/3 H. Alto grado de Finura 1/4 H.

S<sub>1</sub> = Avance longitudinal de la mesa o muela para Afinado.

$$S_1 = \frac{S}{1.000}$$

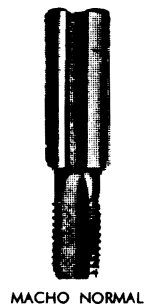
En los rectificadores interiores deberá trabajarse con la mayor muela posible.

# CÁLCULOS PARA TRABAJOS DE ROSCADO

VELOCIDADES MEDIAS EN METROS POR MINUTO  
PARA ROSCAR CON TERRAJA AUTOMÁTICA,  
Y ROSCADO CON MACHO A MAQUINA

MATERIAL A ROSCAR	VELOCIDADES PARA ROSCAR CON PASO METRICO E HILOS POR PULGADA		
	Paso 3,5 a 7 mm. Hilos 3 1/2 a 7 1/2	Paso 2,5 a 3 mm. Hilos 8 a 11	Paso 0,75 a 2 mm. Hilos 12 a 32
Acero al Vanadio » » Níquel » » Inoxidable Metal Monel	3	4,5	6
Acero hasta 60 Kg/mm <sup>2</sup> Bronce Tobin (Latón Naval)	6	9	15
Acero de 60-75 Kg/mm <sup>2</sup>	5	8	12
Hierro maleable Fundición Gris	7,5	15	24
Latón Fundido » en barra Bronce Fosforoso Cobre	12	24	46
Aluminio Materiales Plásticos	15	30	60

## COMO DEBE ROSCARSE A MAQUINA



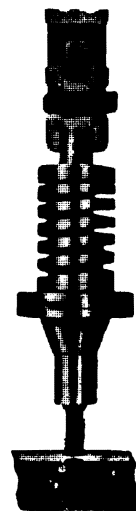
MACHO NORMAL






MACHO TIPO A



MACHO TIPO B



APARATO PARA ROSCAR TIPO «PEARL»

MATERIALES BLANDOS Y SEMIDUROS		
Juego de 2 machos. TIPO A	Macho «Progresivo» o juego de 2 machos. TIPO A	Macho único con entrada larga. TIPO B
		
AGUJERO CIEGO	AGUJERO PASANTE LARGO	AGUJERO PASANTE CORTO
Juego de 2 machos. TIPO A	Juego de 2 machos. TIPO A	Macho único con entrada larga. TIPO B
MATERIALES DUROS Y TENACES		
Roscado de agujeros ciegos Diámetro del primer macho <b>FORMULA</b> $\frac{\text{Diámetro exterior de la rosca} + \text{Diámetro interior}}{2}$ Conicidad de la entrada 4 filetes de su rosca		



MACHO «PROGRESIVO» DESBASTE Y AFINADO EN UNA PIEZA

# CÁLCULOS PARA TRABAJOS DE ACEPILLADO

El tiempo necesario para acepillado una pieza se calcula conociendo: 1.º Avance transversal de la cuchilla por curso de trabajo. 2.º El número de cursos de trabajo por minuto, bien sea de la mesa en Acepilladoras o de la cuchilla en las Limadoras o Escoplos. 3.º Ancho de la superficie a trabajar.

Cada curso de trabajo necesita un curso de retorno no utilizable, y se entenderá por número de cursos únicamente los de trabajo, o sea, cuando corta la cuchilla.

T = Tiempo en minutos para acepillado la pieza o superficie parcial.  
A = Ancho en mm. de la pieza a trabajar.  
N = Número de cursos de trabajo por minuto.  
S = Avance transversal en mm. de la cuchilla por curso de trabajo.

$$T = \frac{A}{NS}$$

Para calcular la velocidad de corte y de retorno es necesario conocer: 1.º El número de cursos de trabajo por minuto. 2.º Longitud del curso en metros. 3.º La relación entre las velocidades del corte y retorno.

La relación entre las dos velocidades será determinada por las características de la máquina, y prácticamente para cursos largos se pueden apreciar tomando los tiempos por medio de un cronómetro.

Las relaciones actuales en las máquinas modernas son:

Velocidad de Corte 1 1 1 1 1 1 1  
Velocidad de Retorno 2 2,5 3 4 5 6 7 8

V = Velocidad de Corte en metros minuto.

R = Velocidad de retorno en metros minuto.

L = Longitud del curso en metros.

P = Relación entre la velocidad de Retorno y la de Corte.

$$P = \frac{R}{V}, \quad V = \frac{R}{P} = \frac{NL(P+1)}{P}, \quad R = NL(P+1), \quad N = \frac{1}{\frac{L}{V} + \frac{L}{R}}$$

Es necesario un curso suplementario para los cambios, estimándose así: Cursos cortos en Limadoras y Escoplos, 5 ó 10 mm. en cada extremo de la pieza, cursos largos en Acepilladoras, 30 a 50 mm. según el tamaño de la máquina.

**CORRECCION:** Velocidad práctica de corte.

Cuando se considera el trabajo de una Acepilladora, debe tenerse en cuenta que la velocidad de la mesa durante el trabajo de la cuchilla es mayor que la velocidad práctica de corte o velocidad resultante.

**EJEMPLO:** Si la velocidad de Corte durante el trabajo de la cuchilla es 20 metros por minuto, y la velocidad de Retorno de la mesa 60 metros por minuto, la velocidad práctica de corte durante un minuto es menor y ésta no es más que 15 metros.

Para que la mesa haga un desplazamiento de 20 metros durante el trabajo de la cuchilla, se necesita un minuto, y para que la mesa retorne a su primera posición la velocidad de 60 metros por minuto por lo que el tiempo necesario es 1/3 de minuto, el tiempo total de ida y vuelta de la mesa es 1 minuto 1/3.

$$\frac{20}{1 \frac{1}{3}} = \frac{20}{\frac{4}{3}} = \frac{20 \times 3}{4} = 15 \text{ metros/minuto}$$

# CÁLCULOS PARA TRABAJOS DE ACEPILLADO

Tabla para calcular la velocidad práctica de corte por minuto en los trabajos de Acepillado, con velocidades expresadas en Pies Ingleses y metros, para que pueda ser aplicada a cualquier tipo de máquina.

$$\text{Relación} = \frac{\text{Velocidad de retorno}}{\text{Velocidad de corte}}$$

VELOCIDAD DE CORTE  POR MINUTO		VELOCIDAD DE RETORNO POR MINUTO								Pies = P Metros = M	
		50	60	70	80	90	100	120	150		
		15,2	18,2	21,3	24,3	27,4	30,4	36,5	45,7		
VELOCIDAD PRACTICA DE CORTE											
20	14,3	15	15,5	16	16,4	16,7	17,1	17,6	P		
6,1	4,3	4,5	4,7	4,8	5	5,1	5,2	5,3	M		
25	16,7	17,6	18,4	19	19,6	20	20,7	21,4	P		
7,6	5,1	5,3	5,6	5,8	5,9	6,1	6,3	6,5	M		
30	18,7	20	21	21,8	22,5	23,1	24	25	P		
9,1	5,7	6,1	6,4	6,6	6,8	7	7,3	7,6	M		
35	20,6	22	23,3	24,3	25,2	25,9	27,1	28,4	P		
10,6	6,2	6,7	7,1	7,4	7,6	7,9	8,2	8,6	M		
40	22,2	24	25,4	26,7	27,7	28,6	30	31,6	P		
12,2	6,7	7,3	7,7	8,1	8,4	8,7	9,1	9,6	M		
45	23,7	25,7	27,4	28,8	30	31	31,1	34,6	P		
13,7	7,2	7,8	8,3	8,8	9,1	9,4	9,5	10,5	M		
50	25	27,3	29,2	30,8	32,1	33,3	35,3	37,5	P		
15,2	7,6	8,3	8,9	9,3	9,7	10,1	10,7	11,4	M		

AVANCES PARA ACEPILLADORAS			AVANCES PARA LIMADORAS Y ESCOPILOS		
Materiales	Desbaste mm.	Afinado mm.	Materiales	Desbaste mm.	Afinado mm.
Aceros normales	1 - 1,5 - 2	0,5 - 0,75 - 1	Aceros normales	0,5 - 0,75	0,2 - 0,4 - 0,6
Bronces y metales ligeros	0,5 - 0,75 - 1	0,25 - 0,5 - 0,75	Bronces y metales ligeros	0,5 - 0,75	0,25 - 0,5 - 0,75
Hierro fundido	1 - 2 - 3	5 - 10 - 15 - 20	Hierro fundido	1 - 1,5	2 - 4 - 6

La elección del avance depende de las condiciones de la pieza, potencia de la máquina y seguridad en la fijación de la pieza.

# Cálculos para trabajos de taladrado y escariado utilizando herramientas de acero rápido 18-20 W

V = Velocidad de corte en metros minuto. T = Tiempo en minutos.  
N = Número de revoluciones minuto. L = Longitud en mm. a trabajar.  
S = Avance por revolución. D = Diámetro de la Broca o Escariador.

$$V = \frac{\pi D N}{1.000} \quad N = \frac{1.000 V}{\pi D} \quad T = \frac{L}{S N}$$

## AVANCE EN mm. POR REVOLUCIÓN PARA OPERACIONES DE ESCARIADO A MAQUINA

MATERIAL A TRABAJAR	DIAMETRO DEL ESCARIADOR EN mm.									
	5 a 6	6,1-8	8,1-10	10,1-15	15,1-20	20,1-25	25,1-30	30,1-40	40,1-60	60,1-75
Latón, Aluminio, Metal Blanco, Fundición hasta 18 kg/mm²	0,40	0,45	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20
Cobre, Bronce, Fundición hasta 26 kg/mm²	0,30	0,35	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10
Acero hasta 50 kg/mm²	0,22	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70
Acero hasta 70 kg/mm²	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65
Acero hasta 100 kg/mm²	0,18	0,22	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60

## SOBREMETAL PARA AGUJEROS ESCARIADOS A MAQUINA

Sobremetal que dejará la broca	0,15	0,18	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,50	0,60	0,70
Sobremetal para escariado 1.*	—	—	—	—	—	0,20	0,20	0,30	0,40	0,50
Sobremetal para afinado	0,15	0,18	0,20	0,25	0,30	0,15	0,20	0,20	0,20	0,20

Datos para agujeros con longitud igual a 2 veces el diámetro desbastado con broca hasta 20 mm. de diámetro y afinado con escariador normal: mayores de 20 mm., desbaste con broca, escariado preliminar con escariador de cuatro dientes, afinado normal. Para agujeros de mayor longitud o profundidad: 1.\* Desbaste con broca. 2.\* Con escariador de cuatro dientes. 3.\* Afinado preliminar con escariador normal. 4.\* Afinado. En este último caso el material que dejará la broca al desbastar será el DOBLE.

**IMPORTANTE:** Las velocidades de corte que para escariar indica la tabla general, se refieren al escariado en desbaste con escariador de cuatro dientes, y para afinado serán los siguientes:

Acero de 40 - 50 kg. mm² 8 metros.	Hierro fundido 15 kg. mm² 7 metros.
» 50 - 60 » 7 »	» 18 » 6 »
» 60 - 85 » 5 »	» 22 » 5 »
» 85 - 100 » 4 »	» 26 » 4 »

Aluminio. Latón 16. Aleaciones de Aluminio. Latón duro 14. Bronce corriente 12. Bronce Fosforoso 8. Para el resto utilízense las velocidades dadas en la tabla general, tanto para afinado preliminar como para afinado en terminación.

Hacer siempre un agujero de ensayo para ver la posible variación que pueda resultar en función de la calidad del material.

Velocidades de corte en metros minuto y avances para trabajar diversos materiales en las máquinas-herramientas • Valores medios utilizando herramientas de

## METAL DURO WIDIA

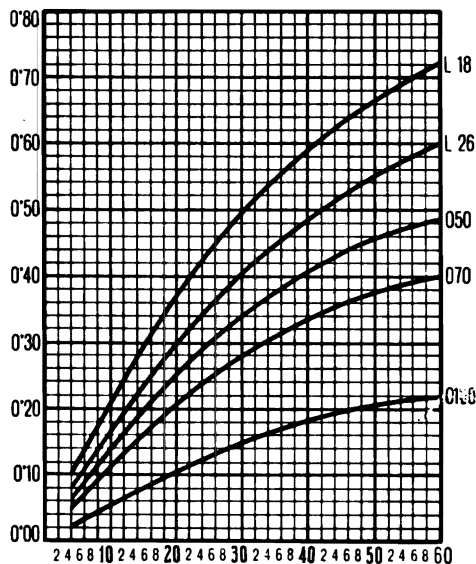
MATERIAL A TRABAJAR	TALADRADO			ESCARIADO		
	Marca Widia	V = metros minuto	S = avance mm. por revolución	Marca Widia	V = metros minuto	S = avance mm. por revolución
Acero hasta 75 kg/mm²	S 3	40 - 50	0,015 x Ø de la Broca	G 1	15 - 25	0,05 - 0,1
Acero 75 - 110 kg/mm²	S 3	25 - 35	0,01 x Ø	G 1	10 - 15	0,02 - 0,1
Acero 110 - 140 kg/mm²	S 3	20 - 25	0,008 x Ø	G 1	15	0,02 - 0,1
Acero de más 140 kg/mm²	S 3	15 - 20	0,005 x Ø	G 1	15	0,02 - 0,1
Acero Fundido hasta 50 kg/mm²	S 3	40 - 50	0,01 x Ø	G 1	15 - 25	0,05 - 0,1
Acero Fundido más de 70 kg/mm²	S 3	25 - 35	0,01 x Ø	G 1	10 - 15	0,02 - 0,1
Fundición Gris hasta 200 Brinell	G 1	60 - 75	0,02 x Ø	G 1	30	0,1 - 0,4
Fundición Gris más de 200 Brinell	H 1	30 - 40	0,02 x Ø	H 1	15	0,1 - 0,2
Fundición roja, Bronce, Latón	G 1	80 - 100	0,02 x Ø	G 1	80	0,1 - 0,3
Metales ligeros	G 1	100 - 200	0,03 x Ø	G 1	40 - 60	0,1 - 0,3
Aleaciones de aluminio	G 1	60 - 80	0,02 x Ø	G 1	30 - 40	0,1 - 0,2
Materiales plásticos	G 1	80 - 100	0,015 x Ø	G 1	30 - 50	0,1
Acero INOXIDABLE	S 1	30 - 40	0,01 x Ø	S 1	15	0,02 - 0,1
METAL MONEL	S 1	50 - 80	0,015 x Ø	S 1	20	0,02 - 0,1

Avance a mano para brocas hasta 8 mm. de diámetro.

Avances mínimos para escariadores hasta 10 mm. Ø intermedios hasta 20 mm. Ø el avance máximo para los demás.

# Avance de las Brocas para diversos materiales

AVANCE POR REVOLUCION



DIAMETRO DE LA BROCA

INDICACIONES

L 18 = Latón - Aluminio - Metal blanco y Fundición hasta 18 kgs/mm<sup>2</sup>

L 26 = Cobre - Bronce - Fundición hasta 26 kgs/mm<sup>2</sup>

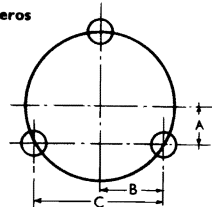
050 = Acero hasta 50 kgs/mm<sup>2</sup>

070 = » » 70 »

0100 = » » 100 »

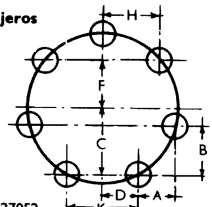
MATERIAL A TALADRAR

3 Agujeros



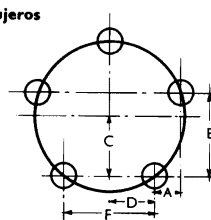
A = 0,25 B = 0,43302 C = 0,86603

7 Agujeros



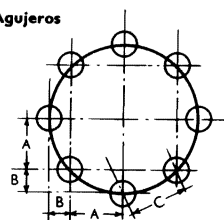
A = 0,27052  
B = 0,33922 D = 0,21694 H = 0,39092  
C = 0,45049 F = 0,31175 K = 0,43388

5 Agujeros



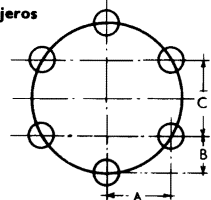
A = 0,18164 B = 0,55902 C = 0,40451  
D = 0,29389 F = 0,58779

8 Agujeros



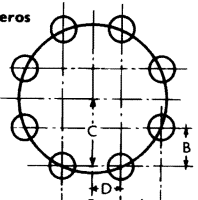
A = 0,35355 B = 0,1465 C = 0,38268

6 Agujeros



A = 0,43302 B = 0,25 C = 0,50

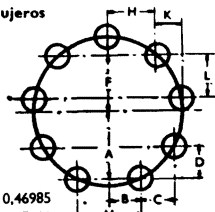
8 Agujeros



A = 0,27059 B = 0,27059 C = 0,46194  
D = 0,19134 F = 0,38268

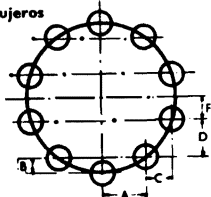


# 9 Agujeros



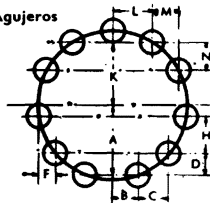
A = 0,46985  
B = 0,17101  
C = 0,262  
D = 0,21985 H = 0,32139 L = 0,2962  
F = 0,38302 K = 0,17101 M = 0,34202

# 10 Agujeros



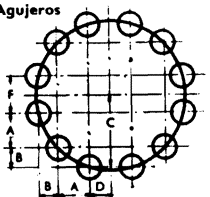
A = 0,29389 B = 0,09549 C = 0,18164  
D = 0,25 F = 0,15451

# 11 Agujeros

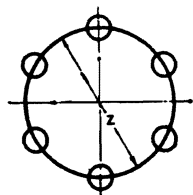


A = 0,47975  
B = 0,14087 F = 0,11704 L = 0,27032  
C = 0,23701 H = 0,25627 M = 0,18449  
D = 0,15232 K = 0,42063 N = 0,21292

# 12 Agujeros



A = 0,22415 B = 0,12941 C = 0,48297  
D = 0,12941 F = 0,25882



Coordenadas para plantillas de taladrar que determinan la posición de los agujeros espaciados alrededor del círculo.

Aplicables con preferencia en máquinas de puntear.

Multiplicar los valores de las constantes por el diámetro Z del círculo.

# Lubricantes de corte y refrigeración para trabajar en las máquinas-herramientas diversos materiales

MATERIAL A TRABAJAR	CLASE DE TRABAJO							
	Tornear	Taladrar	Fresar	Acopilar	Rectificar	Escariar	Brochar	Panzonar y Embutir
Aceros C $R \leq 50 \text{ kg/mm}^2$	① ②	②	②	②	⑬	② ⑩	⑤	⑫
Aceros aleados $R \leq 60 \text{ kg/mm}^2$	③	③	③	③	⑬	③ ⑩	⑤	⑫
Aceros aleados $R > 90 \text{ kg/mm}^2$	③	③	③	③	⑬	⑦	⑤	⑫
ACERO INOXIDABLE	③	③ ⑰	③	③	⑮	⑦	⑤	⑫
METAL MONEL	⑪	⑪	⑪	⑪	⑬	⑦	⑤	⑫
FUNDICION GRIS	①	①	①	①	⑬	⑩	①	
Aluminio y sus aleaciones	⑥ ⑨	⑨	⑨	⑨	⑭	⑨	⑨	⑮
Cupro-Aluminio BRONCE LATON	① ②	②	②	①	⑭	⑨	④	⑮
COBRE	①	⑨	②	②	⑭	⑤	⑤	⑫
Magnesio y sus aleaciones	① ⑮	⑮	① ⑮	① ⑮	①	⑮	⑮	
Materiales plásticos	①	①	①	①	①	①	①	
Fibra goma dura	①	①	①	①	⑬			

# Lubricantes de corte y refrigeración para trabajar en las máquinas-herramientas diversos materiales

MATERIAL A TRABAJAR	CLASE DE TRABAJO						
	Talla de engranajes a Fresa	Talla engranajes por acepillado	Bolsado a Torno	Torneo automático	Bolsado con Macho	Cortar y rescar Tubos	Aserrado
Aceros C R $\leq$ 50 kg/mm <sup>2</sup>	5	4	2 10	4	10	10	2
Aceros aleados R $\leq$ 60 kg/mm <sup>2</sup>	5	4	3 11	5	10	10	2
Aceros aleados R $>$ 90 kg/mm <sup>2</sup>	5	4	3 5	5	10	10	2
<b>ACERO INOXIDABLE</b>	5	4	7	7	9	9	2
<b>METAL MONEL</b>	5	4	7	7	10	10	2
<b>FUNDICION GRIS</b>	1	1	11		10	10	2
Aluminio y sus aleaciones	9	9	9	9	9	9	2
Cupro-Aluminio <b>BRONCE LATON</b>	8	8	1 10	4	10	10	2
<b>COBRE</b>			5	5	9	9	2
Magnesio y sus aleaciones			1		19		2
Materiales plásticos	1	1	1		1		1
Fibra goma dura	1	1	9		6		1

# Lubricantes de corte y refrigeración CLAVE Y FORMULAS

1	<b>EN SECO</b>	13	Agua, Carbonato de Sodio 1 %. Bórax 1 % + 0.5 % de Aceite mineral.
2	Agua con 5 % de Aceite soluble (Taldrina).	14	Agua, Carbonato de Sodio 1 %. Bórax 1 %.
3	Agua con 8 % de Aceite soluble (Taldrina).	15	Agua, Carbonato de Sodio 1 % + 0.5 % de Aceite mineral.
4	Aceite mineral con 6 % de grasa de cerdo	16	Aceite de ricino.
5	Aceite mineral con 12 % de grasa de cerdo.	17	Aguarrás 40 %. Azufre 30 %. Albayaide 30 %.
6	<b>PETROLEO</b>	18	Agua con 5 % de Fluoruro de Sodio.
7	Grasa de cerdo con 30 % de Albayaide.	19	<b>ALCOHOL</b>
8	Aceite mineral 50 % con 50 % de Petróleo.	Una utilización adecuada del lubricante, es de suma importancia para las operaciones de corte de los metales; muchos fracasos en el rendimiento de las herramientas y calidad del trabajo producido, se deben a no emplearse el lubricante que corresponde en función del material a trabajar.	
9	Petróleo con 10 % de Aceite mineral.		
10	Aceite mineral con 1 % de Azufre en polvo.		
11	Aceite mineral con 5 % de Azufre en polvo.		
12	Gratito 25 %. Sebo 25 %. Grasa de Cerdo 50 % (aplicado en caldo).	Todos los que se indican en esta tabla han sido convenientemente seleccionados por la práctica en su doble misión de lubricar y refrigerar.	

# DIVERSOS TIPOS DE SALARIOS

## SALARIO FORMULA «ROWAN»

Consiste éste, en que si el obrero hace una economía de tiempo para producir dentro del tiempo concedido como base, entonces recibirá como prima un aumento de salario horario, donde el porcentaje es igual al tiempo economizado en la ventaja dentro del tiempo de base.

M = Mejora del salario en %.

T = Tiempo concedido.

t = Tiempo invertido en realizar el trabajo.

S = Salario horario del obrero.

G = Ganancia horaria durante el tiempo (t).

a = Porcentaje del tiempo economizado.

### FORMULAS

$$T - t = \text{Tiempo economizado.} \quad a = \frac{T - t}{T}$$

$$\frac{G \times t}{\text{Ganancia total durante (t) horas}} = \frac{t \times S}{\text{Ganancia corriente}} + \frac{\frac{T - t}{T} \times t \times S (I)}{\text{Mejora «Rowan»}}$$

$$G = S (1 + a)$$

### FORMULA DE «HALSEY»

Con esta fórmula la mejora del salario durante el tiempo de ejecución del trabajo, es igual al producto del salario horario normal por la mitad de las horas o fracciones de hora economizadas por el obrero.

### FORMULA

$$\frac{G \times t}{\text{Ganancia total durante (t) horas}} = \frac{t \times S}{\text{Ganancia corriente}} + \frac{\frac{T - t}{T} \times S}{\text{Mejora «Halsey»}}$$

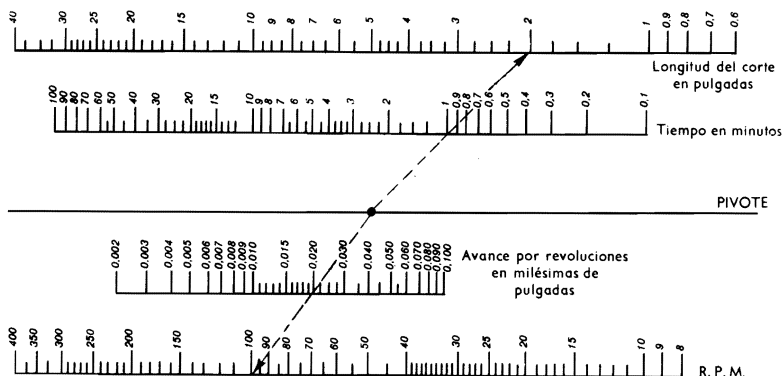
## Equivalencia de fracciones de hora sexagesimales y decimales

Minutos	Decimales	Minutos	Decimales	Minutos	Decimales
1	0,0166	21	0,350	41	0,683
2	0,033	22	0,366	42	0,700
3	0,050	23	0,383	43	0,716
4	0,066	24	0,400	44	0,733
5	0,083	25	0,416	45	0,750
6	0,100	26	0,433	46	0,766
7	0,116	27	0,450	47	0,783
8	0,133	28	0,466	48	0,800
9	0,150	29	0,483	49	0,816
10	0,166	30	0,500	50	0,833
11	0,183	31	0,516	51	0,850
12	0,200	32	0,533	52	0,866
13	0,216	33	0,550	53	0,883
14	0,233	34	0,566	54	0,900
15	0,250	35	0,583	55	0,916
16	0,266	36	0,600	56	0,933
17	0,283	37	0,616	57	0,950
18	0,300	38	0,633	58	0,966
19	0,316	39	0,650	59	0,983
20	0,333	40	0,666	60	1 hora.

# CALCULADOR

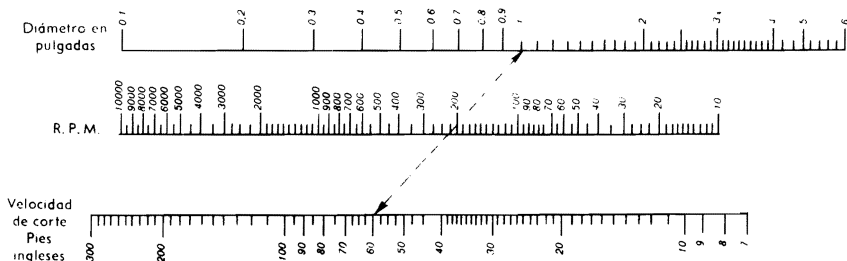
para tiempos de fabricación en función de las revoluciones por minuto, avance por revolución y longitud del corte

Dimensiones en pulgadas inglesas



## CALCULADOR PARA DETERMINAR REVOLUCIONES POR MINUTO R. P. M.

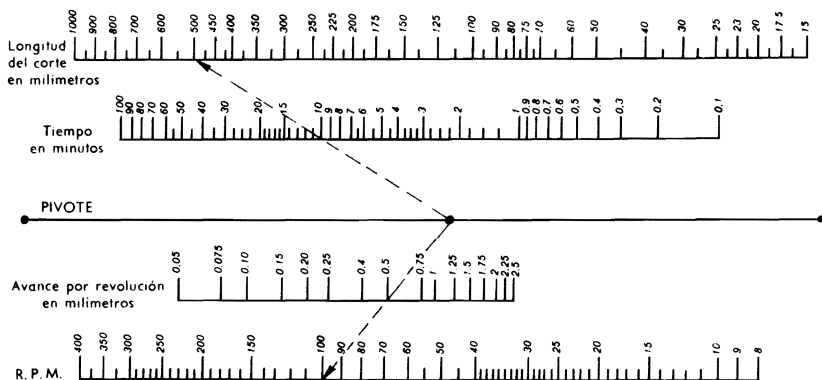
Dimensiones en pulgadas inglesas



# CALCULADOR

para tiempos de fabricación en función de las revoluciones por minuto, avance por revolución y longitud del corte

Dimensiones métricas

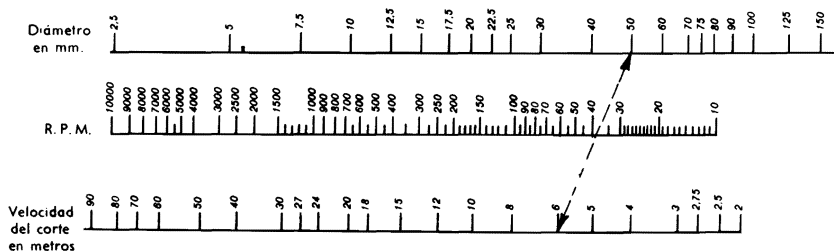


## EJEMPLO

R. P. M. = 100. Avance = 0.5. Longitud del corte 500 mm.  
Seguir la dirección de las flechas unidas en el pivote y se encontrará la duración del corte = 10 minutos.

# CALCULADOR PARA DETERMINAR REVOLUCIONES POR MINUTO R. P. M.

Dimensiones métricas



## EJEMPLO

Velocidad del corte, 6 metros  
Diámetro en mm. 50  
R. P. M.: 38

## INSTRUCCIONES PARA USARLO

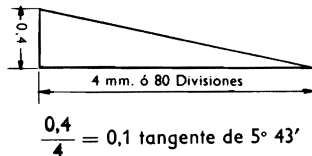
Conocida la velocidad del corte en metros, con que debe trabajarse, unir por medio de una regla con el diámetro en mm.: el punto de intersección marca las R. P. M.

## TORNEADO DE PRECISION

Usando el carro transversal en los tornos, el avance generalmente es muy brusco en la operación de poner la pasada o meter corte, y por ello, la mayoría de las veces no se encuentra la precisión que fuere de desear; recomiéndase, para lograr una disminución sobre el diámetro de la pieza de 0,01 de milímetro en ajustes exteriores, o aumento en los ajustes interiores, operar con el carro portacuchillas inclinando éste un número de grados de acuerdo con el paso del husillo y número de divisiones del vernier o disco dividido de la manivela.

Ejemplo: El carro portacuchillas tiene un husillo con paso de 4 milímetros y el vernier o disco 80 divisiones. ¿Cuántos grados debe inclinarse el carro para que cada división disminuya o aumente el diámetro del torneado de la pieza en 1/100?

Si con una división queremos disminuir 1/100 sobre el diámetro, 80 divisiones o una vuelta completa del husillo de 4 mm., la disminución será de 80 veces 1/100 u 8/10 sobre el diámetro ó 4/10 sobre el radio, podemos buscar el ángulo de inclinación del carro con los datos que conocemos.



Se inclinará el carro  $5^{\circ} 43'$ .

Siguiendo este método y en función del paso del husillo y divisiones del disco, se puede lograr la precisión que se desee en cualquier torno.

## ***Apéndice***

### **AJUSTE EN LA REPARACION DE AUTOMOVILES**

### **CLASIFICACION DE ACEROS PARA DIVERSAS PIEZAS**

### **CORREAS TRAPEZOIDALES**

### **FRESADO DE CAMONES O LEVAS**

### **FORMULAS GENERALES PARA DIMENSIONES DE CONOS**

## Reparación de automóviles

### CONDICIONES de AJUSTE que DEBEN REUNIR DIFERENTES PIEZAS

(Salvo indicaciones que aconseje la casa constructora)

CLASE DE PIEZA	BIEN mm.	REGULAR mm.	REPARACION O REMPLAZO mm.
CILINDROS			
Ovalo en el diámetro.....	0,015 - 0,02	0,05	0,075
Conicidad.....	0,015 - 0,03	0,05	0,1
PISTONES			
Deformación.....	0,025	0,04	0,09
Abertura del aro por milímetro de diámetro del cilindro.....	0,003	0,004	0,006
Huelgo lateral del aro en la ranura.....	0,025	0,05	0,1
Variación de peso.....	15 gramos	20 gramos	30 gramos
Variación de compresión en los cilindros.....	0,25 kg/cm²	0,50 kg/cm²	0,75 kg/cm²
Holgura entre el pistón (aluminio) y el cilindro, en su parte superior por milímetro de diámetro...	0,001 - 0,0015	0,0015 - 0,002	0,003
Holgura entre el pistón (H. Fundido) y el cilindro, en su parte superior por milímetro de diámetro.....	0,001	0,0015	0,0025
Ovalo en los apoyos del bulón.....	0,02	0,04	0,08
BIELAS			
Holgura entre el bulón del pistón y la biela.....	0,007 - 0,01	0,02	0,04
Holgura en el cojinete del cigüeñal.....	0,035	0,075	0,1
Holgura axial.....	0,1 - 0,15	0,2 - 0,25	0,45
Paralelismo entre el cojinete del muñón del cigüeñal y el del bulón del pistón.....	0,025 en 150 mm.		
CIGÜEÑAL			
Holgura en los cojinetes.....	0,06 - 0,15	0,25	0,35
Ovalo en los cojinetes de apoyo.....	0,025	0,05	0,1
Ovalo en los muñones.....	0,015	0,03	0,07
Desviación del cojinete central.....	0,025	0,075	0,15
Holgura axial.....	0,1 - 0,15	0,2 - 0,25	0,35

## Reparación de automóviles

### CONDICIONES de AJUSTE que DEBEN REUNIR DIFERENTES PIEZAS

(Salvo indicaciones que aconseje la casa constructora)

CLASE DE PIEZA	BIEN mm.	REGULAR mm.	REPARACION O REMPLAZO mm.
<b>VALVULAS</b>			
Holgura entre el vástago y la guía.....	0,04	0,1	0,15
Holgura del levanta válvulas en su guía.....	0,035	0,1	0,12
Ovalo en el rodillo del levanta válvulas.....	0,025	0,5	0,75
Variación de tensión del resorte.....	1 kg.	2 kg.	3 kg.
Holgura de trabajo entre el vástago de la válvula y el taqué levanta válvulas (aprox.)	0,20		
Admisión.....	0,25		
Escape.....			
<b>ARBOL DE LEVAS</b>			
Holgura en los cojinetes.....	0,04	0,07	0,1
Ovalo en el cojinete.....	0,025	0,06	0,08
Holgura axial.....	0,05	0,1	0,18
Reacción del diente en los engranajes de distribución.....	0,05	0,1	0,15
Holgura del eje de balancines.....	0,025	0,075	0,12
<b>EJES (delanteros y traseros)</b>			
Holgura en los pivotes de dirección.....	0,025	0,05	0,075
Holgura en los bujes de los pivotes de dirección.....	0,025	0,05	0,075
Bola o rótula del brazo de la dirección (máximo desgaste).....			1,5
Juego en los cojinetes radiales de ruedas delanteras.....	0,012 - 0,025	0,07	0,15
Juego en los cojinetes de rueda trasera (eje flotante).....	0,025	0,1	0,3
Paliers eje trasero; Torcedura o excentricidad en la parte maquinada.....	0,02	0,04	0,1
Arbol del piñón de eje trasero.....			
Variación en el soporte exterior del cojinete.....	0,01	0,03	0,05
Variación en cualquier punto.....	0,025	0,05	0,075

## Reparación de automóviles

### CONDICIONES de AJUSTE que DEBEN REUNIR DIFERENTES PIEZAS

(Salvo indicaciones que aconseje la casa constructora)

CLASE DE PIEZA	BIEN mm.	REGULAR mm.	REPARACION O REMPLAZO mm.
<b>CAJA DEL DIFERENCIAL</b>			
Corona: Reacción o movimiento perdido engranado el piñón.....	0,05	0,15	0,25
Variación en el acople de la caja.....	0,02	0,03	0,05
<b>CAJA DE CAMBIOS DE MARCHA</b>			
Holgura entre los dientes de los piñones.....	0,05	0,15	0,35
Holgura en las ranuras y núcleos de los piñones.....	0,025	0,075	0,12
Cojinetes, holgura en el diámetro.....	0,015	0,05	0,12
Cojinetes, holgura axial.....	0,03	0,075	0,25
Eje del piñón de embrague, variación.....	0,02	0,05	0,1
Eje transmisor principal, variación.....	0,02	0,05	0,1
Eje transmisor principal, holgura axial.....	0,02	0,05	0,1
Eje auxiliar, holgura entre el eje y el buje.....	0,02	0,05	0,1
Manguito de centrado con el buje, holgura.....	0,02	0,05	0,1
<b>JUNTAS UNIVERSALES O ARTICULACIONES</b>			
Pasadores y bujes de articulación			
Universal   Holgura en el diámetro.....	0,03	0,075	0,18
Holgura axial.....	0,05	0,15	0,25
Holgura en pasadores de horquilla y cojinetes.....	0,02	0,04	0,07
Holgura en los lados de las ranuras de la junta de corredera.....	0,02	0,04	0,07
<b>EMBRAGUE</b>			
Caja: Alineación con la cara del volante del motor.....	0,05	0,075	0,25
Cubo y eje del embrague, holgura entre las ranuras.....	0,06	0,12	0,25
Manguito de corredera y eje de embrague, holgura.....	0,03	0,075	0,18
Cojinete guía de embrague, huelgo radial.....	0,02	0,05	0,1
Resortes del embrague, diferente presión.....			2 1/2 kg.

## Reparación de automóviles

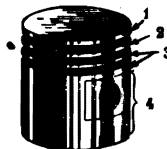
### CONDICIONES de AJUSTE que DEBEN REUNIR DIFERENTES PIEZAS

(Salvo indicaciones que aconseje la casa constructora)

CLASE DE PIEZA	BIEN mm.	REGULAR mm.	REPARACION O REMPLAZO mm.
FRENOS			
Tambor de freno: Diámetro concéntrico con el cubo, tolerancia .....	0,05	0,15	0,25
Conicidad del tambor.....	0,025	0,1	0,25
Pasadores de palancas de las zapatas, holgura .....	0,03	0,075	0,2
Bujes de palanca, holgura.....	0,1	0,3	0,6
Bujes de anclaje, holgura .....	0,03	0,075	0,2
Cilindros hidráulicos de las ruedas, holgura.....	Véase ajuste Deslizamiento I. S. A.		Si están rayados
Pistones o émbolos del cilindro principal, holgura ..	Véase ajuste Deslizamiento I. S. A.		Si está rayado o mayor de 0,12
VARIOS			
Bomba de aceite, reacción del engranaje.....	0,065	0,15	0,25
Ballestas, holgura en los pasadores .....	0,05	0,2	0,4

#### Detalles especiales sobre holguras del pistón en el cilindro

Tengase presente la aplicación a que se destina el pistón para determinar la holgura por milímetro de diámetro del cilindro D.



#### PISTONES DE ALUMINIO

##### AUTOMOVILES

Zona N.º 1 = 0,0015 x D  
 » N.º 2 = 0,0010 x D  
 » N.º 3 = 0,00075 x D  
 » N.º 4 = 0,0003 x D

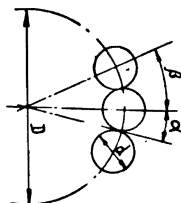
##### CAMIONES Y TRACTORES

Zona N.º 1 = 0,0017 x D  
 » N.º 2 = 0,0012 x D  
 » N.º 3 = 0,00077 x D  
 » N.º 4 = 0,00032 x D

Si el pistón es de hierro fundido, se reducirá la holgura un 25 por 100 en las zonas números 1 - 2 - 3.

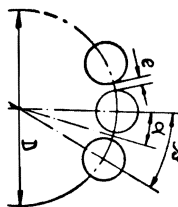


# RODAMIENTOS A BOLAS Y RODILLOS NORMAS PARA SU CALCULO



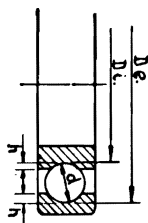
$D =$  Diámetro primitivo.  
 $N =$  Número de bolas o rodillos.  
 $D =$  Cosecante  $\alpha \times d$ .  
 $\beta = \frac{360}{N}$ .     $\alpha = \frac{\beta}{2}$ .

PARA BOLAS O RODILLOS  
QUE SE UNEN

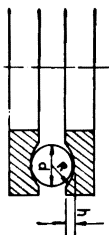


$D =$  Cosecante  $\alpha \times (d + e)$ .  
 $\beta = \frac{360}{N}$ .     $\alpha = \frac{\beta}{2}$

PARA BOLAS O RODILLOS  
QUE TENGAN LA SEPARACION «e»



$h = 0,2 \times d$ .  
 $R = \frac{d}{2}$ .  
 $D_e = D + d$ .  
 $D_i = D - d$ .  
 PROFUNDIDAD DE LAS RANURAS  
EN LOS RODAMIENTOS RADIALES RIGIDOS



$h = 0,12 \times d$ .  
 $R = 0,6 \times d$ .  
 PROFUNDIDAD DE LAS RANURAS  
EN LOS RODAMIENTOS AXIALES

## CLASIFICACION DE ACEROS PARA DIVERSAS PIEZAS DEL AUTOMOVIL

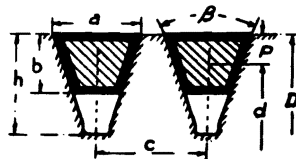
DESIGNACION DE LA PIEZA	ACERO QUE DEBE EMPLEARSE	MARCAS DE FABRICAS ESPAÑOLAS DE ACEROS			
		ECHIVARRIA, S. A. BILBAO	S. E. de C. N. REINOSA	PATRICIO ECHEVE- RRIA, S. A.-LEGAZPIA	HAMSA BARCELONA
Arbol de levas .....	Cr.-Ni. C.	Heva - C. N. C.	M. E.-3	Bellota C. N.	Hamsa - D. 2
Bielas .....	Cr.-Ni. T.	» T. S. D.	K. A.-2	» URKO 1	» A. 2
Bulones de pistón .....	Cr.-Ni. C.	» C. N. C.	M. E.-3	» C. N.	» D. 2
Bulones de mangueta .....	Cr.-Ni. C.	» C. N. C.	M. E.-3	» C. N.	» D. 2
Bielas o palancas mangueta de dirección .....	Cr.-Ni. T.	» Elastic.	K. A.-2	» URKO 1	» A. 2
Cigüeñal .....	Cr.-Ni. T.	» Elastic.	H. A.-2	» URKO 1	» A. 2
Corona diferencial .....	Cr.-Ni. T. C.	» D. T. A. 6 C. N. C.	M. E.-3 6 H. A.-2	» CNMO 6 URKO 3	» B. 1 6 D. 1
Corona de arranque .....	Cr.-Ni. T.	» D. T. A.	H. A.-2	» URKO 1	» A. 2
Cruceta cardan .....	Cr.-Ni. C.	» C. N. C.	M. A.-2	» C. N.	» D. 2
Cruceta diferencial .....	Cr.-Ni. T. C.	» D. T. A. 6 C. N. C.	M. E.-3 6 H. A.-2	» CNMO 6 URKO 3	» B. 1 6 D. 1
Eje delantero .....	Cr.-Ni. T.	» Elastic. 2	H. A.-2	» URKO 1	» A. 2
Eje principal transmisión ..	Cr.-Ni. T.	» Elastic. 2	H. A.-2	» URKO 1	» A. 2
Eje transmisión .....	Cr.-Ni. T.	» Elastic. 2	H. A.-2	» URKO 1	» A. 2
Eje del cambio (secundario) ..	Cr.-Ni. C.	» C. N. C.	M. E.-3	» C. N.	» D. 1
Eje de tren fijo .....	Cr.-Ni. T.	» D. T. A.	H. A.-2	» URKO 3	» B. 1

C = Cementación. T = Tratamiento. El acero de cementación se empleará para piezas sometidas a grandes fatigas.

## CORREAS TRAPEZOIDALES

DESIGNACION DE LA PIEZA	ACERO QUE DEBE EMPLEARSE	MARCAS DE FABRICAS ESPAÑOLAS DE ACEROS			
		ECHEVARRIA, S. A. BILBAO	S. E. de C. N. REINOSA	PATRICIO-ECHEVE- RRIA, S. A.-LEGAZPIA	HAMSA BARCELONA
Pinón de ataque diferencial .	Cr.-Ni. T. C.	Heva-D.T.A. o C.N.C.	M. E.-3 ó H. A.-2	Bellota URKO 3 ó CNMO	Hamsa 8.1 ó D.1.
Pinón Satélites o planetarios.	Cr.-Ni. T. C.	» D. T. A. o C. N. C.	M. E.-3 ó H. A.-2	» URKO 3 ó CNMO	» B.1 ó D.1.
Pinón arranque.....	Cr.-Ni. T.	» D. T. A.	M. E.-3	» C. N.	» D.1 ó D.2.
Pinón bomba aceite.....	Cr.-Ni. T.	» D. T. A.	H. A.-3	» URKO 1	» A.2
Rótulas barra dirección....	Cr.-Ni. C.	» C. N. C.	M. E.-3	» C. N.	» D.2
Sin-fin de la dirección.....	Cr.-Ni. C.	» C. N. C.	M. E.-3	» C. N.	» D.1 ó D.2.
Tornillos cabezas de bielas.	Cr.-Ni. T.	» Elastic.	H. A.-2	» URKO 1	» A.2
Engranajes cambios de mar- chas.....	Cr.-Ni. T. C.	» D. T. A. o C. N. C.	M. E.-3 ó H. A.-2	» URKO 3 ó CNMO	» B.1 ó D.1.
Válvula de admisión.....	Cr.-Si.	» V. S. C.	H. Y. X. S.	» INOX - V	» C.4
Válvula de escape.....	Cr.-Si.	» V. S. C.	H. Y. X. S.	» INOX - V	» C.4
Manguetas delanteras.....	Cr.-Ni. T.	» Elastic.	H. A.-2	» URKO 1	» A.2
Rodillos bulón y guía taqué.	Cr.-Ni. C.	» C. N. C.	M. E.-3	» C. N.	» D.2
Ballestas.....	Mn.-Si.	» M. S. A.	R. S.	» SIMA	» E.4
Ejes o paliers traseros.....	Cr.-Ni. T.	» Elastic. 2	H. A.-2	» URKO 1	» A.1 ó A.2

C = Cementación, T = Tratamiento. El acero de cementación se empleará para piezas sometidas a grandes fatigas.



$d$  = Diám. primitivo de la polea

$$d = D - b \quad P = \frac{b}{2}$$

$a$  = Ancho de la correa y de la garganta de la polea.

a mm.	10	13	17	22	32	38	Angulo de los flancos de la garganta	
b mm.	6	8	11	14	19	25		
Longitud primitiva de la correa	De mm.	500	684	921	1440	3115		5038
	a mm.	1415	3495	6860	10000	13715		19805
Dímetro de la polea	D mm.	77	98	—	—	—	—	34°
		86	108	151	238	374	525	34°
		—	—	—	—	419	585	34°
		96	120	171	264	469	655	36°
		106	133	191	294	519	735	36°
		—	—	—	—	579	825	36°
		118	148	211	329	649	925	38°
		131	168	235	369	729	1025	38°
		146	188	261	414	819	1145	38°
		166	208	291	464	919	1275	40°
		186	232	326	514	1019	1425	40°
		206	258	366	574	1139	1625	40°
		230	288	411	644	1269	1826	40°
		256	323	461	724	1419	2025	40°
		286	363	511	814	1619	2265	40°
321	408	571	914	1819	2525	40°		
361	458	641	1014	2019	2825	40°		
h mm.	12	14	17	24	30	36		
c mm.	13	16	20	27	37	45		
Esfuerzo tangencial, kgs.		5	14	20	45	84	120	
Velocidad V periferia en metros por segundo.	5	0,3	0,9	1,3	3	5,5	7,9	
	10	0,6	1,8	2,5	5,8	11	15	
	15	0,9	2,5	3,5	7,9	15	21	
	20	1	2,9	4,2	9,4	17	25	
	25	1,1	3,1	4,5	10	18	27	

Potencia constante transmitida en C. V. de una correa

## Información referente a las correas trapezoidales

Longitud primitiva de la correa: se entiende que es su desarrollo correspondiente a la fibra neutra o media determinante del diámetro primitivo «d».

La potencia calculada en la tabla es para una sola correa, y para potencias superiores se tomarán las correas que fueren preciso, por ejemplo: tratándose de transmitir una potencia constante de 60 C. V. con correas de  $22 \times 14$  a la velocidad periférica V de 25 metros por segundo y con ángulo de abrazamiento de  $180^\circ$ , se tendrán que emplear 6 de estas correas, tomando como dato el valor de la tabla que para una correa de  $22 \times 14$  a la velocidad de 25 metros por segundo puede transmitir 10 C. V.

Cargas variables: Los valores de C. V. de la tabla (en el caso de existir probables sobrecargas), se dividirán por los coeficientes siguientes: 1,1 para 25 %; 1,2 para 50 %; 1,4 para 100 %, ello servirá para compensar las sobrecargas.

Así, una variación de 25 % C. V.  $60 : 1,1 = 54,5$ .

Si el ángulo de abrazamiento  $\alpha$  de  $180^\circ$ , según está calculada la tabla, fuera solo de  $140^\circ$ , la potencia a transmitir sería C. V.  $54,5 \times 0,89 = 48,5$  en cuyo caso debe ponerse una correa más y lograremos con las 7 correas los 60 C. V. proyectados, aproximadamente. Si quiere reducirse el número de correas se tomará una sección mayor.

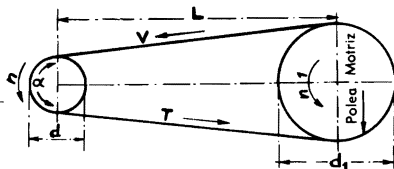
Valores para ángulo de abrazamiento  $\alpha = 160^\circ 0,85'$ ;  $140^\circ 0,89'$ ;  $120^\circ 0,83'$ .

### FORMULAS

$$V = \frac{n \times d}{19.100} = \frac{n_1 \times d_1}{19.100}$$

$$\cos \frac{\alpha}{2} = \frac{d \times (K - 1)}{2 \times L}$$

$$K = \frac{d}{d_1} = \frac{n_1}{n}$$



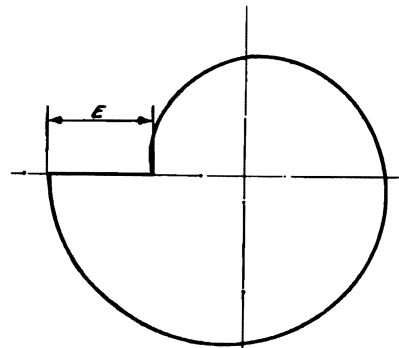
$n$  y  $n_1$  = Número de revoluciones por minuto de las 2 poleas.

$d$  y  $d_1$  = Diámetro primitivo en mm. de las 2 poleas.

$K$  = Relación de transmisión.  $L$  = Distancia entre ejes.  $T$  = Esfuerzo tangencial en kilogramos.

Cuando se quiera utilizar correas de sección grande, y por consiguiente, poleas de mayor diámetro, se recurre a más correas de pequeña sección.

## Fresado de Camones o Levas con curvas en espiral utilizando el Divisor Universal y el cabezal porta-fresas

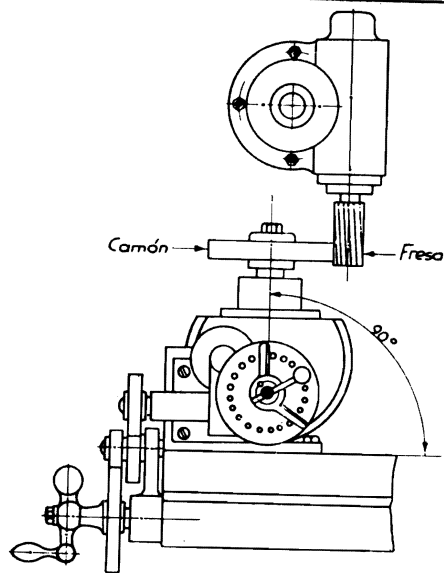


La figura de este Camón representa teóricamente la elevación o paso de la espiral en una revolución completa, y debe fresarse estando el Divisor Universal en posición de  $90^\circ$  según se indica en la figura de la página siguiente.

### Características

$E$  = Elevación o paso de la espiral  
Giro del Camón  $360^\circ$  (una revolución)

Fresado de Camones o Levas con curvas  
en espiral utilizando el Divisor Universal  
y el cabezal porta-fresas

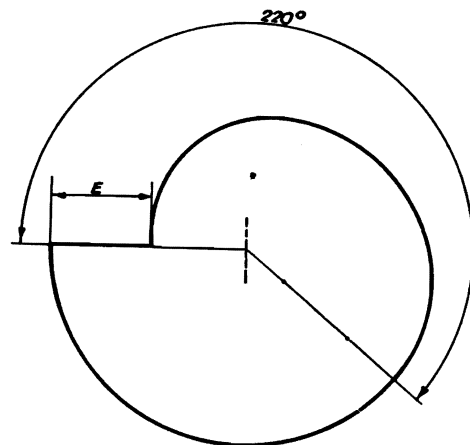


**Posición del Divisor Universal 90°**

También deberán fresarse en esta posición camones con ranuras en el plano.

La fórmula para disponer las ruedas para tallar el paso de la espiral es la usualmente utilizada para los fresados helicoidales.

Fresado de Camones o Levas con curvas  
en espiral utilizando el Divisor Universal  
y el cabezal porta-fresas



La figura representa un Camón en el cual el fresado de la espiral correspondiente a la elevación o paso, no se efectúa en una revolución completa del Camón, sino girando un determinado número de grados.

### Características

**E = Elevación o paso de la espiral**  
**Giro del Camón 220°**

## Fresado de Camiones o Levas con curvas en espiral utilizando el Divisor Universal y el cabezal porta-fresas

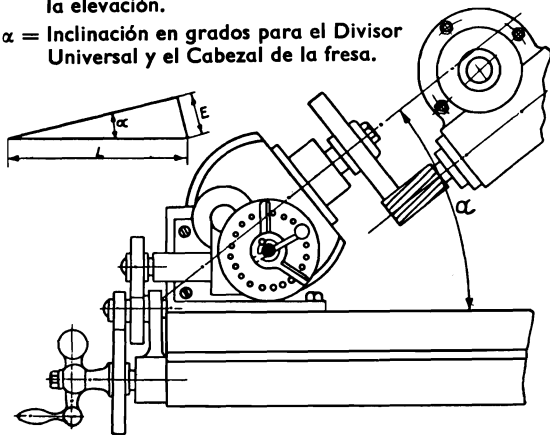
**Fórmulas:**  $L = \frac{360}{n} \times E$      $\text{Sen } \alpha = \frac{E}{L}$

E = Elevación o paso de la espiral del Camión en un determinado número de grados de la circunferencia.

L = Paso para la máquina fresadora.

n = Número de grados del giro en que deba establecerse la elevación.

$\alpha$  = Inclinação en grados para el Divisor Universal y el Cabezal de la fresa.

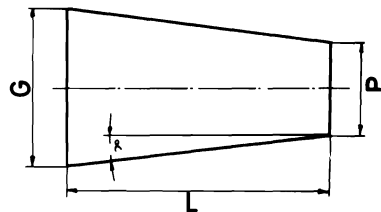


**Ejemplo:** E = 24 mm de elevación. n = Giro 220°.

tendremos que  $L = \frac{360}{220} \times 24 = 39.271$  mm. de paso.

$\text{Sen } \alpha = \frac{24}{39.271} = 0.61113$ ;  $\alpha = 37^\circ 40'$ .

## Fórmulas Generales para Dimensiones de Conos



C = conicidad 1 en x

$$C = \frac{L}{D}$$

L = longitud del cono

$$L = D \times C$$

G = diámetro mayor

$$G = P + \frac{L}{C}$$

P = diámetro menor

$$P = G - \frac{L}{C}$$

D = diferencia entre diámetros

$$D = \frac{L}{C} = G - P$$

## **El tiempo pasa**

Llevándose consigo una producción negativa **que la falta de preparación profesional** le proporciona.

- **¡JAMAS!** trabajes sin acondicionar el funcionamiento de tu máquina a unas características de trabajo apropiadas.
- Observa con todo rigor la velocidad de corte y avance de la herramienta para cada material que trabajes.
- Defiende la producción de la máquina a ti encomendada, puesto que con igual esfuerzo aumentarás el rendimiento.

## **¡Sed cuidadosos!**

### **LAS HERRAMIENTAS TIENEN UN VALOR ELEVADO**

- Muchos descuidos son causa de las roturas que diariamente suceden en todos los talleres: el 90 por 100 de las roturas y deterioro de herramientas se debe a que éstas realizan un trabajo en condiciones inadmisibles, y no se estima como debiera su valor. La falta de preparación profesional del personal contribuye a este grave problema.
- Nótese que un buen operario tiene el máximo interés en conservar la herramienta como orgullo de capacitación en su oficio.