

# **UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO**



**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN**



**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA**

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DE MATERIALES**

***LECTURAS DE INGENIERÍA....30***

***INFORMACIÓN QUE AYUDA ..... A LOS INGENIEROS!***

---



---

***Recopiló:***

***Mtro. FELIPE DÍAZ DEL CASTILLO RODRIGUEZ***

**CUAUTITLÁN IZCALLI, EDO. DE MÉXICO.**

**2018-2**

# ÍNDICE

## 1. GENERAL

1.1. TABLA PERIÓDICA DE LOS ELEMENTOS.....	2
1.2. EQUIVALENTES DECIMALES Y MÉTRICOS DE FRACCIONES COMUNES DE PULGADAS.....	3
1.3. SISTEMAS DE UNIDADES.....	4
1.4. EQUIVALENCIAS ENTRE UNIDADES DE ENERGÍA Y POTENCIA .....	5
1.5. DENSIDAD DE ALGUNOS METALES A 15°C .....	5
1.6. LEY DE LOS EXPONENTES .....	6
1.7. ALGEBRA BÁSICA .....	7
1.8. FÓRMULAS DE DERIVACIÓN.....	8
1.9. FÓRMULAS DE INTEGRACIÓN.....	9
1.10. ESTADÍSTICA BÁSICA .....	10
1.11. DIAGRAMA DE PARETO .....	11

## 2. ACEROS

2.1 EQUIVALENCIAS ENTRE LAS DIFERENTES ESCALAS DE DUREZA .....	13
2.2. DIAGRAMA DE FASES Fe-Fe <sub>3</sub> C .....	14
2.3 DESIGNACIÓN AISI-SAE-NOM PARA ACEROS SIMPLES Y ALEADOS.....	15
2.4. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS ACEROS INOXIDABLES MARTENSITICOS .....	16
2.5. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS ACEROS INOXIDABLES FERRITICOS.....	16
2.6. COMPOSICIÓN QUÍMICA ACEROS INOXIDABLES AUSTENÍTICOS .....	17
2.7. CORRESPONDENCIA APROXIMADA DE LAS CALIDADES DE ACERO INOXIDABLE DE MAYOR DIFUSIÓN ENTRE LAS NORMAS MÁS IMPORTANTES.....	17
2.8. RESISTENCIA RELATIVA A LA CORROSIÓN DE LOS ACEROS INOXIDABLES.....	18
2.9. CLASIFICACIÓN DE LOS ACEROS PARA HERRAMIENTA SEGÚN AISI-SAE .....	19
2.10 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS ACEROS PARA HERRAMIENTA.....	19

## 3. PROPIEDADES MECÁNICAS

3.1. DIAGRAMA ESFUERZO- DEFORMACIÓN DE INGENIERÍA.....	22
3.2. EFECTO DEL CONTENIDO DE CARBONO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS ACEROS SIMPLES.....	23
3.3. PROPIEDADES TÍPICAS DE LOS MATERIALES MÁS COMUNES.....	24
3.4. MATERIALES PARA LA FABRICACIÓN DE RESORTES.....	25
3.5 PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS ACEROS INOXIDABLES FERRITICOS.....	25
3.6 PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS ACEROS INOXIDABLES MARTENSITICOS.....	25
3.7 PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS ACEROS INOXIDABLES AUSTENITICOS .....	26
3.8. ACEROS PARA HERRAMIENTAS(FORTUNA-CARPENTER).....	27
3.9. ACEROS PARA HERRAMIENTAS BOHLER.....	28
3.10. DESIGNACIÓN ISO PARA INSERTOS .....	29

## 4. ALEACIONES COMUNES

4.1. ACERO AISI 1020.....	31
4.2. ACERO AISI- 1040.....	32
4.3. ACERO AISI 1045.....	33
4.4. ACERO AISI 1060 .....	34
4.5. ACERO AL CARBONO ESTRUCTURAL ASME/ASTM A 36/A 36M .....	35
4.6. ACERO AISI-8620 .....	36
4.7. ACERO AISI-4140.....	37
4.8. ACERO AISI 4340.....	38
4.9. ACERO INOXIDABLE AISI-304 .....	39
4.10 ACERO INOXIDABLE AISI 310.....	40

4.11. ACERO INOXIDABLE AISI 316.....	41
4.12. ACERO PARA HERRAMIENTAS AISI O1.....	42
4.13. ACERO PARA HERRAMIENTAS AISI-O2.....	43
4.14. ACERO PARA HERRAMIENTAS AISI-A2.....	44
4.15. ACERO PARA HERRAMIENTAS AISI-D2.....	45
4.16. ACERO PARA HERRAMIENTAS AISI-D3.....	46
4.17. ACERO PARA HERRAMIENTAS AISI-H13 .....	47
4.18. ACERO PARA HERRAMIENTAS AISI-P20 .....	48
4.19. BRONCE SAE 660.....	49
4.20. BRONCES (LA PALOMA).....	50

## 5. TRATAMIENTOS TÉRMICOS

5.1. PRINCIPALES TRATAMIENTOS TÉRMICOS APLICABLES A LOS ACEROS.....	52
5.2. ETAPAS DE LOS TRATAMIENTOS TÉRMICOS.....	53
5.3. TEMPERATURAS RECOMENDADAS PARA LOS PRINCIPALES TRATAMIENTOS TÉRMICOS.....	53
5.4. EFECTO DEL CONTENIDO DE CARBONO EN LA DUREZA DE VARIAS MICROESTRUCTURAS DEL ACERO.....	54
5.5. PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ACERO RECOCIDO O NORMALIZADO .....	54
5.6. TRATAMIENTOS TERMOQUÍMICOS APLICABLES A LOS ACEROS.....	55
5.7. TRATAMIENTOS TERMOQUÍMICOS RECOMENDADOS PARA LOS DIFERENTES ACEROS .....	56
5.8. CICLO TÍPICO DE CARBURIZACIÓN DE UN ACERO .....	57
5.9. PROFUNDIDAD DE ENDURECIMIENTO EN FUNCIÓN DEL TIEMPO Y TEMPERATURA.....	57
5.10. CARBUNITRURACIÓN (CIANURADO) .....	58
5.11. CONTENIDO DE C <sub>2</sub> Y N <sub>2</sub> A UNA TEMPERATURA DE 850°C.....	58
5.12. CURVAS DE TEMPLABILIDAD PARA DISTINTOS ACEROS SIMPLES Y ALEADOS.....	59

## 6. ELEMENTOS DE MÁQUINAS

6.1. CENTROIDE Y MOMENTOS DE INERCIA PARA LAS FORMAS GEOMÉTRICAS MÁS COMUNES.....	61
6.2. TAMAÑO DE CUÑA CONTRA TAMAÑO DE FLECHA.....	62
6.3. TIPOS DE ENGRANES.....	63
6.4. PASOS DIAMETRALES ESTÁNDAR (DIAMETRAL PITCH).....	65
6.5. MÓDULOS MÉTRICOS ESTÁNDAR .....	66
6.6. GUÍA MUY BÁSICA PARA DISEÑO DE ENGRANES DE DIENTES RECTOS, SISTEMA PASO DIAMETRAL A 20° .....	67
6.7. GUÍA MUY BÁSICA PARA DISEÑO DE ENGRANES DE DIENTES RECTOS, SISTEMA MÓDULO A 20°.....	68
6.8. SELECCIÓN DE BANDAS EN V (GUÍA MUY BÁSICA) .....	69
6.9. SELECCIÓN DE CADENAS (GUÍA MUY BÁSICA) .....	70
6.10. ESPECIFICACIONES SAE PARA PERNOS UNS DE ACERO.....	71
6.11. ESPECIFICACIONES PARA PERNOS MÉTRICOS DE ACERO.....	72
6.12. DIÁMETROS NORMALIZADOS PARA ALAMBRES .....	73
6.13. CALIBRES DE LÁMINA DE ACERO SIN RECUBRIR (LÁMINA NEGRA) .....	74
6.14. CALIBRES DE LÁMINA GALVANIZADA LISA DE ACERO.....	75
6.15. CALIBRES DE LÁMINA DE ALUMINIO.....	75

## 7. DIBUJO TÉCNICO

7.1. DENOMINACIÓN DE LAS VISTAS .....	77
7.2. DISPOSICIÓN DE LAS VISTAS SEGÚN EL SISTEMA EUROPEO. ....	78
7.3. DISPOSICIÓN DE LAS VISTAS DE ACUERDO AL SISTEMA AMERICANO.....	78
7.4. AJUSTES RECOMENDADOS PARA ENSAMBLES ÁRBOL- AGUJERO.....	79
7.5. TOLERANCIAS PARA AGUJEROS EN $\mu\text{m}$ (MICRÓMETROS).....	80
7.6. TOLERANCIAS PARA ÁRBOLES O EJES EN $\mu\text{m}$ (MICROMETROS) .....	81

**8. CORTE DE MATERIALES**

8.1. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LAS ROSCAS MÉTRICAS .....	83
8.2. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LAS ROSCAS AMERICANAS (UNC Y UNF) .....	84
8.3. FLUIDOS DE CORTE RECOMENDADOS PARA DIVERSOS MATERIALES .....	85
8.4. AFILADO DEL BURIL PARA DISTINTAS OPERACIONES EN TORNO .....	86
8.5. VELOCIDAD DE CORTE, AVANCE Y LUBRICACIÓN PARA LAS OPERACIONES DE DESBASTE Y AFINE EN EL TORNO .....	88
8.6. VELOCIDAD DE CORTE, AVANCE Y LUBRICANTE PARA LA OPERACIÓN DE BARRENADO UTILIZANDO BROCAS DE ACERO RÁPIDO.....	89
8.7. VELOCIDAD DE CORTE (VEL. PERIFÉRICA) DE LA RUEDA EN m/s. ....	90
8.8. VELOCIDAD PERIFÉRICA DE LA PIEZA EN m/min. ....	90
8.9. AVANCE LATERAL POR REVOLUCIÓN DE LA PIEZA, EN FRACCIONES DE LA ANCHURA DE LA RUEDA. ....	90
8.10. VELOCIDADES DE CORTE Y AVANCES RECOMENDADAS PARA CORTADORES DE ACEROS RÁPIDO (HSS).....	91
8.11. COMANDOS G PARA EL CENTRO DE MAQUINADO .....	92
8.12. CÓDIGOS M PARA EL CENTRO DE MAQUINADO. ....	93
8.13. COMANDOS G PARA EL TORNO. ....	94
8.14. COMANDOS M PARA TORNO. ....	95

**9. TERMO....**

9.1. TABLA DE CONVERSIÓN DE UNIDADES DE PRESIÓN .....	97
9.2. DIAGRAMA DE MOODY PARA TUBERÍAS DE SECCIÓN CIRCULAR, OBTENIDO A PARTIR DE LA RELACIÓN $F=64/RE$ PARA RÉGIMEN LAMINAR Y LA ECUACIÓN DE COLEBROOK. ....	98
9.3. CARTA PSICOMÉTRICA A NIVEL DEL MAR .....	99
9.4. CARTA PSICOMÉTRICA A 2250m SOBRE EL NIVEL DEL MAR .....	100
9.5. EQUIVALENCIAS ENTRE LOS DIFERENTES SISTEMAS DE CLASIFICACIÓN DE LA VISCOSIDAD .....	101
9.6. TABLA COMPARATIVA ENTRE VISCOSIDADES (1).....	102
9.7. TABLA COMPARATIVA ENTRE VISCOSIDADES (2) .....	103
9.8 TIPOS DE VÁLVULAS .....	104
9.9. ABACO PARA EL CALCULO DE PERDIDA DE CARGA EN ACCESORIOS.....	105

**10. ALGO DE ELÉCTRICA.....**

10.1. NIVELES DE ILUMINACIÓN NOM-025-STPS-2008.....	107
10.2. INTENSIDAD DE CORRIENTE ADMISIBLE PARA CONDUCTORES DE COBRE (SECCIONES AWG) .....	108
10.3 ALAMBRES ESMALTADOS .....	109
10.4. FORMULAS PARA CONVERTIR, CALCULAR, TRANSFORMAR DE AMP A KW AC, MONOFÁSICOS, BIFÁSICOS Y TRIFÁSICOS:.....	110
10.5. CONEXIONES EN UN MOTOR TRIFÁSICO.....	110
10.6 SISTEMAS DE ARRANQUE DE MOTORES ELÉCTRICOS .....	111
10.7. SIMBOLOGÍA ELECTRÓNICA.....	114
10.8. CÓDIGO DE COLORES DE LAS RESISTENCIAS ELÉCTRICAS.....	115
10.9. PRINCIPALES ENCAPSULADOS PARA CIRCUITOS INTEGRADOS .....	116
10.10. ENCAPSULADO DE TRANSISTORES .....	116
10.11. ENCAPSULADO DE DIODOS .....	117
10.12. TIPOS DE CAPACITORES.....	117
10.13. ARDUINO UNO.....	118
10.14. TIPOS DE TERMOPARES .....	119
10.15. TERMISTORES NTC Y PTC .....	120
10.16. El C.I 555 .....	121
<b>FORMULARIO.....</b>	<b>122</b>

## **INTRODUCCIÓN**

*En esta lectura se presenta una recopilación de tablas, gráficas y datos e información útil a los estudiantes de ingeniería y a profesionistas en ejercicio de su profesión, y que en un momento determinado es necesario tener a la mano, debiendo recordar que tiempo atrás a veces no era tan sencillo conseguirlos y había que recurrir a manuales, libros y catálogos que difícilmente proporcionaba el fabricante o prestador de servicios, y todo ello consumía mucho tiempo y esfuerzo, hoy en día, es más fácil obtener todos esos datos con ayuda de internet, sin embargo, en muchas ocasiones no es tan sencillo tener una computadora o un celular a la mano, por ello espero que la información recopilada de diversas fuentes aquí presentada satisfaga las necesidades específicas de Uds. y como siempre cualquier sugerencia y corrección será siempre bienvenida.*

**ATTE.**

**Mtro. FELIPE DÍAZ DEL CASTILLO R.**

# ***I. GENERAL***



## **1.2. EQUIVALENTES DECIMALES Y MÉTRICOS DE FRACCIONES COMUNES DE PULGADAS**

pulg.	pulg.	m.m.	pulg.	pulg.	pulg.	m.m.
1/64	0.01562	0.396	33/64	33/64	0.51562	13.097
1/32	0.03125	0.794	17/32		0.53125	13.494
3/64	0.04687	1.191		35/64	0.54687	13.891
1/16	0.0625	1.588	9/16		0.5625	14.288
5/64	0.07812	1.984		37/64	0.57812	14.684
3/32	0.09375	2.381	19/32		0.59375	15.081
7/64	0.10937	2.778		39/64	0.60937	15.478
1/8	0.125	3.175	5/8		0.625	15.875
9/64	0.14062	3.572		41/64	0.64062	16.272
5/32	0.15625	3.969	21/32		0.65625	16.669
11/64	0.17187	4.366		43/64	0.67187	17.066
3/16	0.1875	4.763	11/16		0.6875	17.463
13/64	0.20312	5.159		45/64	0.70312	17.859
7/32	0.21875	5.556	23/32		0.71875	18.256
15/64	0.23437	5.953		47/64	0.73437	18.653
1/4	0.2500	6.350	3/4		0.75	19.050
17/64	0.26562	6.747		49/64	0.76562	19.447
9/32	0.28125	7.144	25/32		0.78125	19.844
19/64	0.29687	7.541		51/64	0.79687	20.241
5/16	0.3125	7.938	13/16		0.8125	20.638
21/64	0.32812	8.334		53/64	0.82812	21.034
11/32	0.34375	8.731	27/32		0.84375	21.431
23/64	0.35937	9.128		55/64	0.85937	21.828
3/8	0.3750	9.525	7/8		0.875	22.225
25/64	0.39062	9.922		57/64	0.89062	22.622
13/32	0.40625	10.319	29/32		0.90625	23.019
27/64	0.42187	10.716		59/64	0.92187	23.416
7/16	0.4375	11.113	15/16		0.9375	23.813
29/64	0.45312	11.509		61/64	0.95312	24.209
15/32	0.46875	11.906	31/32		0.96875	24.606
31/64	0.48437	12.303		63/64	0.98437	25.003
1/2	0.5	12.700			1.000	25.400

### 1.3. SISTEMAS DE UNIDADES

#### UNIDADES FUNDAMENTALES

MAGNITUD	UNIDADES	SÍMBOLO
longitud	metro	m
masa	kilogramo	kg
tiempo	segundo	s
intensidad de corriente eléctrica	ampere	A
temperatura	kelvin	°K
intensidad luminosa	candela	cd
cantidad de sustancia	mol	mol

#### UNIDADES DERIVADAS

MAGNITUD	UNIDADES	SÍMBOLO
trabajo	joule	J
fuerza	newton	N
presión	pascal	Pa
potencial eléctrico	volt	V
potencia	watt	W
inducción magnética	weber	Wb
resistencia eléctrica	ohm	
frecuencia	hertz	Hz
capacitancia	farad	F
carga eléctrica	coulomb	C

## 1.4. EQUIVALENCIAS ENTRE UNIDADES DE ENERGÍA Y POTENCIA

### POTENCIA

#### Energía

1 Btu = 1.055 kJ  
 1 J = 1 Nm  
 1 in lb =  $1.07 \times 10^{-4}$  Btu  
 1 Btu = 9331 in lb  
 1 Btu = 17.57 W min  
 1 Btu = 1054.2 W. s

1 hp = 745.6 W = 0.746 kW  
 1 hp = 550 ft lb/s  
 1 hp = 6600 in lb/s  
 1 kW = 1.34 hp  
 1 J/s = 1 W  
 100 hp = 74.6 kW  
 100 kW = 134 hp  
 1 Btu/min = 17.57 W  
 1 ft lb/s = 0.07716 Btu/min

## 1.5. DENSIDAD DE ALGUNOS METALES A 15°C

METAL	DENSIDAD $\rho/cm^3$	METAL	DENSIDAD $\rho/cm^3$
ALUMINIO	2,70	COBRE	8,93
CINC	7,10 "	CROMO	7,10 "
ESTAÑO	7,29 "	HIERRO	7,87 "
NÍQUEL	8,90 "	PLATA	10,50 "
PLOMO	11,30 "	MERCURIO	13,50 "
ORO	19,30 "	PLATINO	21,50 "

## 1.6. LEY DE LOS EXPONENTES

	Ley	Ejemplo
1.-	$x^1 = x$	$6^1 = 6$
2.-	$x^0 = 1$	$7^0 = 1$
3.-	$x^{-1} = 1/x$	$4^{-1} = 1/4$
4.-	$x^m x^n = x^{m+n}$	$x^2 x^3 = x^{2+3} = x^5$
5.-	$x^m / x^n = x^{m-n}$	$x^4 / x^2 = x^{4-2} = x^2$
6.-	$(x^m)^n = x^{mn}$	$(x^2)^3 = x^{2 \times 3} = x^6$
7.-	$(xy)^n = x^n y^n$	$(xy)^3 = x^3 y^3$
8.-	$(x/y)^n = x^n / y^n$	$(x/y)^2 = x^2 / y^2$
9.-	$x^{-n} = 1/x^n$	$x^{-3} = 1/x^3$
10.-	$x^{\frac{m}{n}} = \sqrt[n]{x^m}$	$x^{\frac{2}{3}} = \sqrt[3]{x^2}$

## 1.7. ALGEBRA BÁSICA

### REGLAS DE LA ARTIMÉTICA

ASOCIATIVA	$a(bc) = (ab)c$
CONMUTATIVA	$a + b = b + a$ y $ab = ba$
DISTRIBUTIVA	$a(b + c) = ab + ac$

### OPERACIONES BÁSICAS

$$\frac{a}{\left(\frac{b}{c}\right)} = \frac{ac}{b} \quad \frac{a+b}{c} = \frac{a}{c} + \frac{b}{c}$$

$$\left(\frac{a}{b}\right) \left(\frac{c}{d}\right) = \frac{ac}{bd} \quad \frac{a-b}{c-d} = \frac{b-a}{d-c}$$

$$a\left(\frac{b}{c}\right) = \frac{ab}{c} \quad \frac{a}{b} + \frac{c}{d} = \frac{ad+bc}{bd}$$

$$\left(\frac{a}{b}\right) \left(\frac{c}{d}\right) = \frac{a}{bd} \quad \frac{a}{b} - \frac{c}{d} = \frac{ad-bc}{bd}$$

$$\frac{ab+ac}{a} = b+c, a \neq 0$$

### OPERACIONES CON RADICALES

$$\sqrt[n]{a} = a^{\frac{1}{n}} \quad \sqrt[n]{\sqrt[n]{a}} = \sqrt[n^2]{a}$$

$$\sqrt[n]{a^n} = |a|, n = 2k \quad \sqrt[n]{ab} = \sqrt[n]{a} \sqrt[n]{b}$$

$$\sqrt[n]{a^n} = a, n = 2k+1 \quad \sqrt[n]{\frac{a}{b}} = \frac{\sqrt[n]{a}}{\sqrt[n]{b}}$$

### VALOR ABSOLUTO

$$|a| = \begin{cases} a & \text{si } a \geq 0 \\ -a & \text{si } a < 0 \end{cases} \quad |a| = |-a|$$

$$|ab| = |a||b|$$

$$|a| \geq 0$$

$$\left|\frac{a}{b}\right| = \frac{|a|}{|b|}$$

DESIGUALDAD DEL TRIÁNGULO:

$$|a+b| \leq |a| + |b|$$

### LEYES DE LOS EXPONENTES

$$a^n a^m = a^{n+m} \quad (a^n)^m = a^{nm}$$

$$(ab)^n = a^n b^n \quad a^0 = 1, a \neq 0$$

$$\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m} = \frac{1}{a^{m-n}} \quad \left(\frac{a}{b}\right)^n = \frac{a^n}{b^n}$$

$$\left(\frac{a}{b}\right)^{-n} = \left(\frac{b}{a}\right)^n = \frac{b^n}{a^n} \quad \frac{1}{a^{-n}} = a^n$$

$$(a)^{\frac{1}{n}} = (a^{\frac{1}{m}})^n = (a^n)^{\frac{1}{m}} \quad a^{-n} = \frac{1}{a^n}$$

### FÓRMULA GENERAL

Para resolver ecuaciones cuadráticas

$$ax^2 + bx + c = 0$$

utilizamos la fórmula general

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

### FÓRMULAS DE FACTORIZACIÓN

$$x^2 - a^2 = (x+a)(x-a)$$

$$x^2 + 2ax + a^2 = (x+a)^2$$

$$x^2 - 2ax + a^2 = (x-a)^2$$

$$x^2 + (a+b)x + ab = (x+a)(x+b)$$

$$x^3 + 3ax^2 + 3a^2x + a^3 = (x+a)^3$$

$$x^3 - 3ax^2 + 3a^2x - a^3 = (x-a)^3$$

$$x^3 + a^3 = (x+a)(x^2 - ax + a^2)$$

$$x^3 - a^3 = (x-a)(x^2 + ax + a^2)$$

## 1.8. FÓRMULAS DE DERIVACIÓN

- 1.-  $\frac{ac}{dx} = 0$
- 2.-  $\frac{dx}{dx} = 1$
- 3.-  $\frac{d}{dx}(u+v-w) = \frac{du}{dx} + \frac{dv}{dx} - \frac{dw}{dx}$
- 4.-  $\frac{d}{dx}(cv) = c \frac{d}{dx}(v)$
- 5.-  $\frac{d}{dx}(uv) = u \frac{dv}{dx} + v \frac{du}{dx}$
- 6.-  $\frac{d}{dx}(v^n) = nv^{n-1} \frac{dv}{dx}$
- 7.-  $\frac{d}{dx}(x^n) = nx^{n-1}$
- 8.-  $\frac{d}{dx}\left(\frac{u}{v}\right) = \frac{v \frac{du}{dx} - u \frac{dv}{dx}}{v^2}$
- 9.-  $\frac{d}{dx}\left(\frac{u}{c}\right) = \frac{du/dx}{c}$
- 10.-  $\frac{d}{dx}(\sqrt[n]{v}) = \frac{dv/dx}{nv^{n-1}}$
- 11.-  $\frac{d}{dx}\left(\frac{c}{v}\right) = -\left(\frac{c}{v^2}\right) \frac{dv}{dx}$
- 12.-  $\frac{d}{dx}(\ln v) = \frac{dv/dx}{v}$
- 13.-  $\frac{d}{dx}(\log v) = \frac{\log e \, dv}{v \, dx}$
- 14.-  $\frac{d}{dx}(e^v) = e^v \frac{d(v)}{dx}$
- 15.-  $\frac{d}{dx}(a^v) = a^v \ln a \frac{dv}{dx}$
- 16.-  $\frac{d}{dx}(\text{Sen. } v) = \text{Cos. } v \frac{d}{dx}(v)$
- 17.-  $\frac{d}{dx}(\text{Cos. } v) = -\text{Sen. } v \frac{dv}{dx}$
- 18.-  $\frac{d}{dx}(\text{Tg. } v) = \text{Sec}^2 v \frac{d}{dx}(v)$
- 19.-  $\frac{d}{dx}(\text{Ctg. } v) = -\text{Csc}^2 v \frac{dv}{dx}$
- 20.-  $\frac{d}{dx}(\text{sec. } v) = \text{Sec. } v \text{Tg. } v \frac{dv}{dx}$
- 21.-  $\frac{d}{dx}(\text{Csc. } v) = -\text{Csc. } v \text{Ctg. } v \frac{dv}{dx}$
- 22.-  $\frac{d}{dx}(\text{arc. Sen. } v) = \frac{dv/dx}{\sqrt{1-v^2}}$
- 23.-  $\frac{d}{dx}(\text{arc. Cos. } v) = -\frac{dv/dx}{\sqrt{1-v^2}}$
- 24.-  $\frac{d}{dx}(\text{arc. Tg. } v) = \frac{dv/dx}{1+v^2}$
- 25.-  $\frac{d}{dx}(\text{arc. Ctg. } v) = -\frac{dv/dx}{1+v^2}$
- 26.-  $\frac{d}{dx}(\text{arc. Sec. } v) = \frac{dv/dx}{v\sqrt{v^2-1}}$
- 27.-  $\frac{d}{dx}(\text{arc. Csc. } v) = -\frac{dv/dx}{v\sqrt{v^2-1}}$
- 28.-  $\lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - [f(x)]}{h}$

### 1.9. FÓRMULAS DE INTEGRACIÓN

$$\int_a^b f(x) dx = F(x) \Big|_a^b = F(b) - F(a)$$

$$(1) \int (du + dv - dw) = \int du + \int dv - \int dw$$

$$(2) \int a dv = a \int dv$$

$$(3) \int dx = x + c$$

$$(4) \int v^n dv = \frac{v^{(n+1)}}{n+1} + c \quad \text{Para } n \neq -1$$

$$(5) \int \frac{dv}{v} = \ln v + c \quad \text{= } \ln v + \ln c = \ln cv \rightarrow c = \ln c$$

$$(6) \int a^v dv = \frac{a^v}{\ln a} + c$$

$$(7) \int e^v dv = e^v + c$$

$$(8) \int \text{Sen} v dv = -\text{cos} v + c$$

$$(9) \int \text{Cos} v dv = \text{sen} v + c$$

$$(10) \int \text{Sec}^2 v dv = \text{tg} v + c$$

$$(11) \int \text{Csc}^2 v dv = -\text{ctg} v + c$$

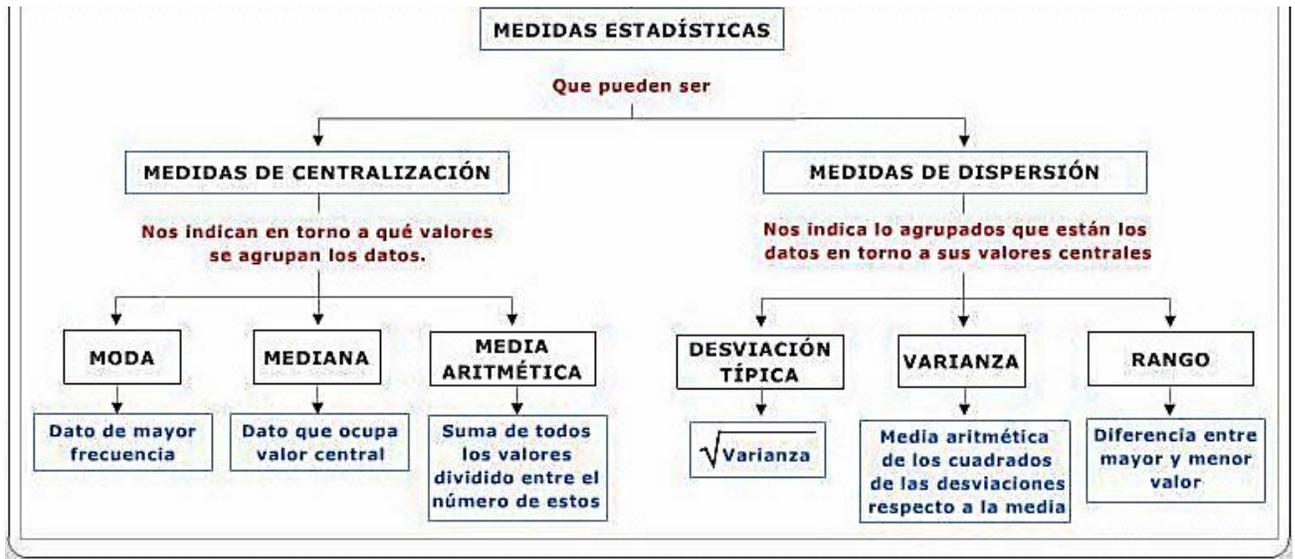
$$(12) \int \text{Sec} v \cdot \text{tg} v dv = \text{sec} v + c$$

$$(13) \int \text{csc} v \cdot \text{ctg} v dv = -\text{csc} v + c$$

$$(14) \int \text{tg} v dv = -\ln \text{cos} v + c = \ln \text{sec} v + c$$

$$(15) \int \text{Ctg} v dv = \ln \text{sen} v + c$$

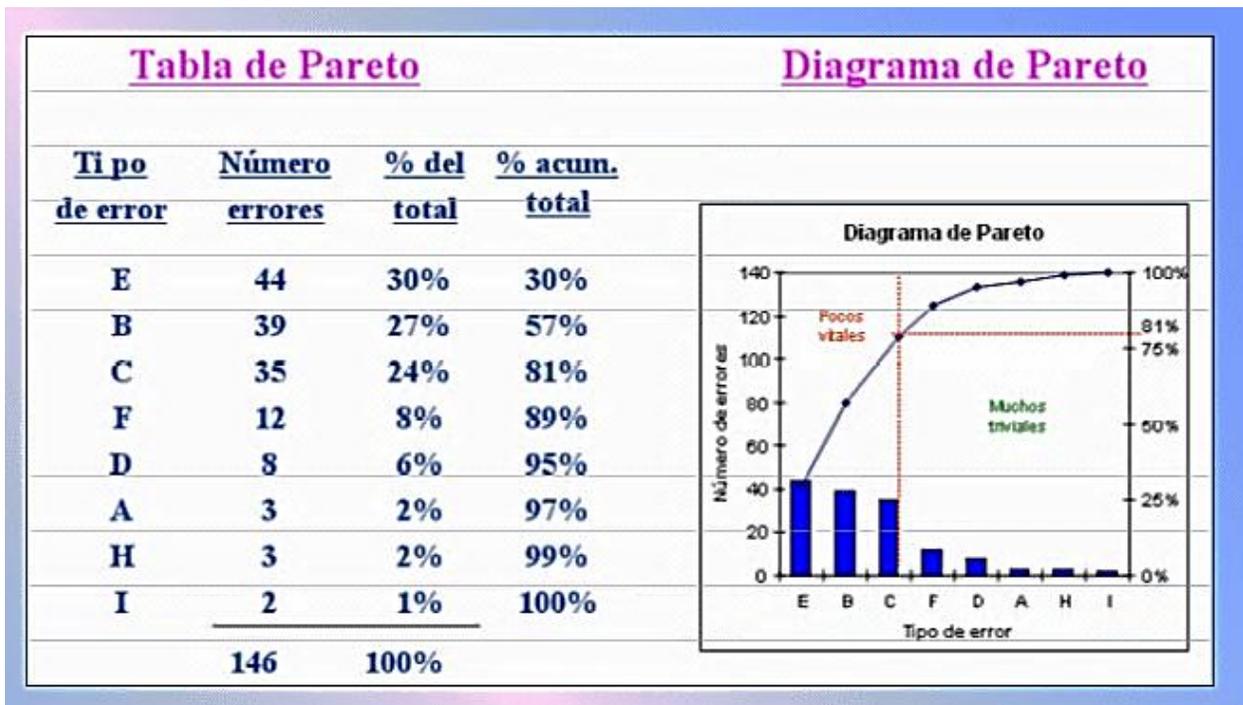
### 1.10. ESTADÍSTICA BÁSICA



MEDIDA	FORMULA
MEDIA	$\bar{x} = \frac{\sum(x_i f_i)}{N}$
MEDIANA	$Me = L_1 + \left( \frac{\frac{N}{2} - \sum f_i^*}{f_{Me}} \right) \cdot c$
MODA	$Mo = L_1 + \left( \frac{\Delta_1}{\Delta_1 + \Delta_2} \right) \cdot c$
VARIANZA	$s^2 = \frac{\sum(x_i - \bar{x})^2 f_i}{N}$
DESVIACIÓN TÍPICA	$DP = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2 f_i}{N}}$

## 1.11. DIAGRAMA DE PARETO

Con el Diagrama de Pareto se pueden detectar los problemas que tienen más relevancia mediante la aplicación del principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales) que dice que hay muchos problemas sin importancia frente a solo unos graves. Ya que por lo general, el 80% de los resultados totales se originan en el 20% de los elementos.

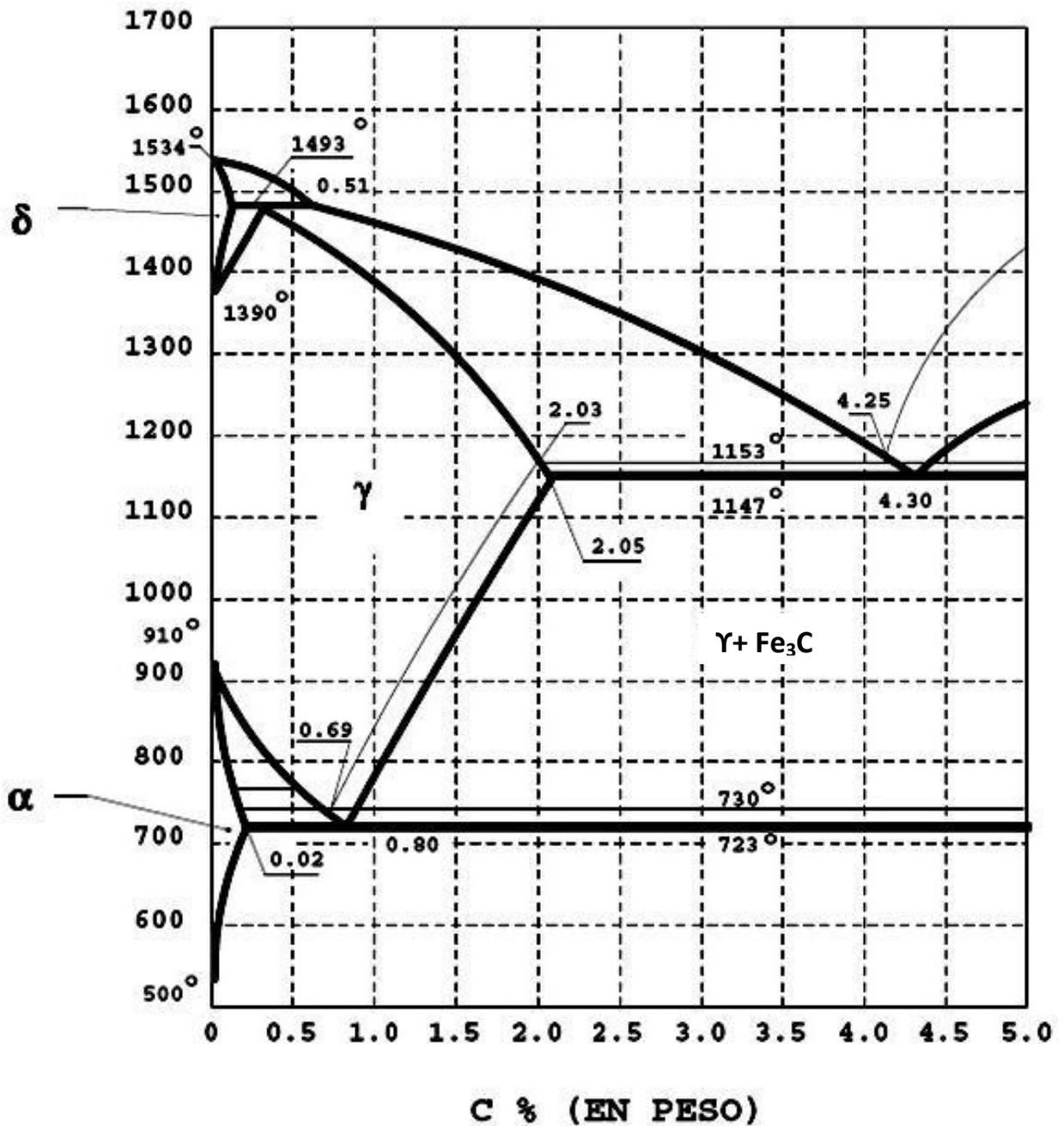


## ***2. ACEROS***

**2.1 EQUIVALENCIAS ENTRE LAS DIFERENTES ESCALAS DE DUREZA**

Dureza Rockwell				Dureza superficial Rockwell			Dureza Vickers HV	Dureza Brinell P:3000 Kg Bola de acero Ø 10 mm.		Resist. a la tracción Mpa
HRC	HRB	HRA	HRD	Escala C 15-N P.15 kg Cono de diamante	Escala 30-N 15-N 30 kg Cono de diamante	Escala 45-N P45 kg Cono de diamante	P.30 kg Pirámide de diamante	Bola Standard	Bola Tungsteno	
Escala C P.150 kg Cono de diamante	Escala B 100 Kg Bola de acero Ø 1/16	Escala A P.60 kg Cono de diamante	Escala D P.100 kg Cono de diamante							
68	...	85,6	76,9	93,2	84,4	75,4	940	...	...	...
67	...	85,0	76,1	92,9	83,6	74,2	900	...	...	...
66	...	84,5	75,4	92,5	82,8	73,3	865	...	...	...
65	...	83,9	74,5	92,2	81,9	72,0	832	...	(739)	...
64	...	83,4	73,8	91,8	81,1	71,0	800	...	(722)	...
63	...	82,8	73,0	91,4	80,1	69,9	772	...	(705)	...
62	...	82,3	72,2	91,1	79,3	68,8	746	...	(688)	...
61	...	81,8	71,5	90,7	78,4	67,7	720	...	(670)	...
60	...	81,2	70,7	90,2	77,5	66,6	697	...	(654)	...
59	...	80,7	69,9	89,8	76,6	65,5	674	...	(634)	...
58	...	80,1	69,2	89,3	75,7	64,3	653	...	615	...
57	...	79,6	68,5	88,9	74,8	63,2	633	...	595	...
56	...	79,0	67,7	88,3	73,9	62,0	613	...	577	...
55	...	78,5	66,9	87,9	73,0	60,9	595	...	560	2075
54	...	78,0	66,1	87,4	72,0	59,8	577	...	543	2015
53	...	77,4	65,4	86,9	71,2	58,6	560	...	525	1950
52	...	76,8	64,6	86,4	70,2	57,4	544	(500)	512	1880
51	...	76,3	63,8	85,9	69,4	56,1	528	(487)	496	1820
50	...	75,9	63,1	85,5	68,5	55,0	513	(475)	481	1760
49	...	75,2	62,1	85,0	67,6	53,8	498	(464)	469	1695
48	...	74,7	61,4	84,5	66,7	52,5	484	451	455	1635
47	...	74,1	60,8	83,9	65,8	51,4	471	442	443	1580
46	...	73,6	60,0	83,5	64,8	50,3	458	432	432	1530
45	...	73,1	59,2	83,0	64,0	49,0	446	421	421	1480
44	...	72,5	58,5	82,5	63,1	47,8	434	409	409	1435
43	...	72,0	57,7	82,0	62,2	46,7	423	400	400	1385
42	...	71,5	56,9	81,5	61,3	45,5	412	390	390	1340
41	...	70,9	56,2	80,9	60,4	44,3	402	381	381	1295
40	...	70,4	55,4	80,4	59,5	43,1	392	371	371	1250
39	...	69,9	54,6	79,9	58,6	41,9	382	362	362	1215
38	...	69,4	53,8	79,4	57,7	40,8	372	353	353	1180
37	...	68,9	53,1	78,8	56,8	39,6	363	344	344	1160
36	(109,0)	68,4	52,3	78,3	55,9	38,4	354	336	336	1115
35	(108,5)	67,9	51,5	77,7	55,0	37,2	345	327	327	1080
34	(108,0)	67,4	50,8	77,2	54,2	36,1	336	319	319	1055
33	(107,5)	66,8	50,0	76,6	53,3	34,9	327	311	311	1025
32	(107,0)	66,3	49,2	76,1	52,1	33,7	318	301	301	1000
31	(106,0)	65,8	48,4	75,6	51,3	32,5	310	294	294	980
30	(105,5)	65,3	47,7	75,0	50,4	31,3	302	286	286	950
29	(104,5)	64,7	47,0	74,5	49,5	30,1	294	279	279	930
28	(104,0)	64,3	46,1	73,9	48,6	28,9	286	271	271	910
27	(103,0)	63,8	45,2	73,3	47,7	27,8	279	264	264	880
26	(102,5)	63,3	44,6	72,8	46,8	26,7	272	258	258	860
25	(101,5)	62,8	43,8	72,2	45,9	25,5	266	253	253	840
24	(101,0)	62,4	43,1	71,6	45,0	24,3	260	247	247	825
23	100,0	62,0	42,1	71,0	44,0	23,1	254	243	243	805
22	99,0	61,5	41,6	70,5	43,2	22,0	248	237	237	785
21	98,5	61,0	40,9	69,9	42,3	20,7	243	231	231	770
20	97,8	60,5	40,1	69,4	41,5	19,6	238	226	226	760
(18)	96,7	...	...	...	...	...	230	219	219	730
(16)	95,5	...	...	...	...	...	222	212	212	705
(14)	93,9	...	...	...	...	...	213	203	203	675
(12)	92,3	...	...	...	...	...	204	194	194	650
(10)	90,7	...	...	...	...	...	196	187	187	620
(8)	89,5	...	...	...	...	...	188	179	179	600
(6)	87,1	...	...	...	...	...	180	171	171	580
(4)	85,5	...	...	...	...	...	173	165	165	550
(2)	83,5	...	...	...	...	...	166	158	158	530
(0)	81,7	...	...	...	...	...	160	152	152	515

## 2.2. DIAGRAMA DE FASES Fe-Fe<sub>3</sub>C



**2.3 DESIGNACIÓN AISI-SAE-NOM PARA ACEROS SIMPLES Y ALEADOS**

NUMERALES, DÍGITOS Y TIPO DE ACERO		CONTENIDO NOMINAL DE ALEACIÓN	
<b>ACEROS AL CARBONO</b>			
10XXX		Al carbono no aleado (Mn 1.00% max)	
11XX		Resulfurizado	
12XX		Resulfurizado y refosforizado	
15XX		Al carbono (1.00 a 1.65%)	
<b>ACEROS AL MANGANESO</b>			
13XX		% de Mn	
		1.75	
<b>ACEROS AL NIQUEL</b>			
23XX		% de Ni	
		3.50	
25XX		5.00	
		% de Ni	% de Cr
31XX	1.25	0.65 y 0.80	
32XX	1.75	1.07	
33XX	3.50	1.50 y 1.57	
34XX	3.00	0.77	
<b>ACEROS AL MOLIBDENO</b>			
40XX		% de Mo	
		0.20 y 0.25	
44XX		0.40 y 0.52	
<b>ACEROS AL NÍQUEL-CROMO-MOLIBDENO</b>	% de Ni	% de Cr	% de Mo
43XX	1.82	0.50 y 0.80	0.25
43BVXX	1.82	0.50	0.12 y 0.25 V 0.03 mín.
47XX	1.05	0.45	0.20 y 0.35
81XX	0.30	0.40	0.12
86XX	0.55	0.50	0.20
87XX	0.55	0.50	0.25
88XX	0.55	0.50	0.35
93XX	3.25	1.20	0.12
94XX	0.45	0.40	0.12
97XX	0.55	0.20	0.20
98XX	1.00	0.80	0.25
<b>ACEROS AL NIQUEL-MOLIBDENO</b>	% de Ni	% de Mo	
46XX	0.85 y 1.82	0.20 y 0.25	
48XX	3.50	0.25	
<b>ACEROS AL CROMO</b>		% de Cr	
50XX		0.27,0.40,0.50 y 0.65	
51XX		0.80,0.87,0.92,0.95,1.00 y 1.05	
50XXX		0.50 ; 1.00% C mín.	
51XXX		1.02 ; 1.00% C mín.	
52XXX		1.45 ; 1.00% C mín.	
<b>ACEROS AL CROMO-VANADIO</b>	% de Cr	% de V	
61XX	0.60 , 0.80 y 0.95	0.10 y 0.15 mín.	
<b>ACEROS AL SILICIO- MANGANESO</b>	% de Si	% de Mn	
92XX	1.40 y 2.00	0.65, 0.82 y 0.85 0.00% y 0.65% de Cr	
<b>ACEROS AL BORO. XXBXX La letra B denota al Boro</b>			

## **2.4. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS ACEROS INOXIDABLES MARTENSITICOS**

Tipo	Composición, %wt							
	C	Mn	Si	Cr	Ni	P	S	Otro
403	0.15	1.00	0.50	11.5-13.0	...	0.04	0.03	...
410	0.15	1.00	1.00	11.5-13.5	...	0.04	0.03	...
414	0.15	1.00	1.00	11.5-13.5	1.25-2.50	0.04	0.03	...
416	0.15	1.25	1.00	12.0-14.0	...	0.06	0.15min	0.6Mo
416Se	0.15	1.25	1.00	12.0-14.0	...	0.06	0.06	0.15
420	0.15min	1.00	1.00	12.0-14.0	...	0.04	0.03	...
420F	0.15min	1.25	1.00	12.0-14.0	...	0.06	0.15min	0.6Mo
422	0.20-0.25	1.00	0.75	11.5-13.5	0.5-1.0	0.04	0.03	0.75-1.25Mo; 0.75-1.25W; 0.15-0.3V
431	0.20	1.00	1.00	15.0-17.0	1.25-2.50	0.04	0.03	...
440A	0.60-0.75	1.00	1.00	16.0-18.0	...	0.04	0.03	0.75
440B	0.75-0.95	1.00	1.00	16.0-18.0	...	0.04	0.03	0.75
440C	0.95-1.20	1.00	1.00	16.0-18.0	...	0.04	0.03	0.75

## **2.5. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS ACEROS INOXIDABLES FERRITICOS**

Tipo	Composición, %wt							
	C	Mn	Si	Cr	Ni	P	S	Otro
405	0.08	1.00	1.00	11.5-14.5	...	0.04	0.03	0.10-0.30Al
409	0.08	1.00	1.00	10.5-11.75	0.50	0.045	0.045	6×%Cmin-0.75maxTi
429	0.12	1.00	1.00	14.0-16.0	...	0.04	0.03	...
430	0.12	1.00	1.00	16.0-18.0	...	0.04	0.03	...
430F	0.12	1.25	1.00	16.0-18.0	...	0.06	0.15min	0.6Mo
430FSe	0.12	1.25	1.00	16.0-18.0	...	0.06	0.06	0.15minSe
434	0.12	1.00	1.00	16.0-18.0	...	0.04	0.03	0.75-1.25Mo
436	0.12	1.00	1.00	16.0-18.0	...	0.04	0.03	0.75-1.25Mo; 5×%Cmin-0.70max
439	0.07	1.00	1.00	17.0-19.0	0.50	0.04	0.03	0.15Al; 12×%Cmin-1.10Ti
442	0.20	1.00	1.00	18.0-23.0	...	0.04	0.03	...
444	0.025	1.00	1.00	17.5-19.5	1.00	0.04	0.03	1.75-2.50 Mo; 0.025 N; 0.2 + 4 (%C + %N) min - 0.8 max (Ti + Nb)
446	0.20	1.50	1.00	23.0-27.0	...	0.04	0.03	0.25N

## 2.6. COMPOSICIÓN QUÍMICA ACEROS INOXIDABLES AUSTENÉTICOS

Grade	C	Mn	P	S	Si	Ni	Cr	Mo
ASTM TP 304	≤0.08	≤2.00	≤0.045	≤0.03	≤0.75	8.00~10.5	18.00~20.00	...
ASTM TP 304L	≤0.030	≤2.00	≤0.045	≤0.03	≤0.75	8.00~12.00	18.00~20.00	...
ASTM TP 304H	0.04~0.10	≤2.00	≤0.045	≤0.03	≤0.75	9.00~10.5	18.00~20.00	...
ASTM TP 316	≤0.08	≤2.00	≤0.045	≤0.03	≤0.75	10.00~14.00	16.00~18.00	2.00~3.00
ASTM TP 316L	≤0.030	≤2.00	≤0.045	≤0.03	≤0.75	10.00~14.00	16.00~18.00	2.00~3.00
ASTM TP 316H	0.04~0.10	≤2.00	≤0.045	≤0.03	≤0.75	10.00~14.00	16.00~18.00	2.00~3.00
ASTM TP 316Ti	≤0.08	≤2.00	≤0.045	≤0.03	≤0.75	10.00~14.00	16.00~18.00	2.00~3.00
ASTM TP 309S	≤0.08	≤2.00	≤0.045	≤0.03	≤0.75	12.00~15.00	22.00~24.00	...
ASTM TP 310S	≤0.08	≤2.00	≤0.045	≤0.03	≤1.50	19.00~22.00	24.00~26.00	...
ASTM TP 321	≤0.08	≤2.00	≤0.045	≤0.03	≤0.75	9.00~12.00	17.00~19.00	...
ASTM TP 321H	0.04~0.10	≤2.00	≤0.045	≤0.03	≤0.75	9.00~12.00	17.00~19.00	...
ASTM TP 904L	≤0.02	≤2.00	≤0.045	≤0.035	≤1.00	23.00~28.00	19.00~23.00	4.00~5.00

## 2.7. CORRESPONDENCIA APROXIMADA DE LAS CALIDADES DE ACERO INOXIDABLE DE MAYOR DIFUSIÓN ENTRE LAS NORMAS MÁS IMPORTANTES

AISI (USA)	CORRESPONDENCIA APROXIMADA					
	NORMA EUROPEA 10088		DIN (Alemania)	ANFOR (Francia)	BSI (Reino Unido)	JIS (Japón)
	NUM.	DESIGNACIÓN				
201	1.4372	X12CrMnNiN17-7-5	-	-	284S16	SUS 201
301	1.4310	X10CrNi18-8	1.4310	Z12 CN 17-07 Z12 CN 18-07	301S21	SUS 301
304	1.4301	X5CrNi18-10	1.4301	Z7 CN 18-09	304S15	SUS 304
304 L	1.431	X2CrNi18-9	-	Z2 CN 18-10	304S11	SUS 304L
316	1.44	X5CrNiMo17-12-2	1.4401	Z6 CND 17-12-F	316S31	SUS 316
316 L	1.44	X2CrNiMo17-12-2	1.4404	Z3 CND 17-11-02	316S11	SUS 316L
430	1.402	X6Cr17	1.4016	Z 8C-17	430S17	SUS 430

## **2.8. RESISTENCIA RELATIVA A LA CORROSIÓN DE LOS ACEROS INOXIDABLES**

TIPO NÚMERO	UNS NÚMERO	ATMÓSFERA BENIGNA Y AGUA FRESCA	ATMÓSFERA		AGUA SALADA	QUÍMICA		
			INDUSTRIAL	MARINA		NORMAL	ACIDA	REDUCTORA
201	(S20100)	✓	✓			✓		
202	(S20200)	✓	✓			✓		
205	(S20500)	✓	✓			✓		
301	(S30100)	✓	✓	✓		✓	✓	
302	(S30200)	✓	✓	✓		✓	✓	
303	(S30300)	✓	✓			✓		
304	(S30400)	✓	✓	✓		✓	✓	
305	(S30500)	✓	✓	✓		✓	✓	
308	(S30800)	✓	✓	✓		✓	✓	
309	(S30900)	✓	✓	✓		✓	✓	
310	(S31000)	✓	✓	✓		✓	✓	
314	(S31400)	✓	✓	✓		✓	✓	
316	(S31600)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
317	(S31700)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
321	(S32100)	✓	✓	✓		✓	✓	
329	(S32900)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
330	(NO8330)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
347	(S34700)	✓	✓	✓		✓	✓	
348	(S34800)	✓	✓	✓		✓	✓	
384	(S38400)	✓	✓	✓		✓	✓	
403	(S40300)	✓				✓		
405	(S40500)	✓				✓		
409	(S40900)	✓				✓		
410	(S41000)	✓				✓		
414	(S41400)	✓				✓		
416	(S41600)	✓				✓		
420	(S42000)	✓				✓		
422	(S42200)	✓				✓		
429	(S42900)	✓	✓			✓		
430	(S43000)	✓	✓			✓	✓	
431	(S43100)	✓	✓	✓		✓	✓	
434	(S43400)	✓	✓	✓		✓	✓	

- Las \*3\* indican que el tipo de acero inoxidable se puede considerar resistente a la corrosión en dicho ambiente.
- Este listado es referencial.
- El nivel de corrosión de un material se dobla por cada °C de elevación en la temperatura.

## 2.9. CLASIFICACIÓN DE LOS ACEROS PARA HERRAMIENTA SEGÚN AISI-SAE

TIPO	GRADO AISI-SAE	DESCRIPCIÓN
1 Temple en agua	W	Alto carbono
2 Trabajo en frío	O	Temple en aceite
	A	Aleación media de temple al aire
	D	Alto carbono/Alto cromo
3 Resistentes al impacto	S	Medio carbono al silicio
4 Alta velocidad (corte rápido)	T	Al Wolframio
	M	Al molibdeno
5 Trabajo en caliente	H	Base Cromo, Wolframio, Molibdeno
6 Moldes para plásticos	P	Baja aleación, bajo carbono
7 Aplicaciones especiales	L	Baja aleación, medio-alto carbono
	F	Carbono – tungsteno

## 2.10 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS ACEROS PARA HERRAMIENTA

AISI Número	C	Mn	Si	Cr	V	W	% promedio	
							Mo	Co

### Aceros Rápidos al Tungsteno

T1	0.75	0.30	0.30	4.00	1.00	18.00	(a) 0.70	.....
T2	0.80	0.30	0.30	4.00	2.00	18.00	(a) 0.60	.....
T3	1.05	0.30	0.30	4.00	3.00	18.00	0.80	.....
T7	0.75	0.30	0.30	4.00	2.00	14.00	.....	.....
T9	1.20	0.30	0.30	4.00	4.00	18.00	(a) 0.75	.....

### Aceros Rápidos al Tungsteno - Cobalto

T4	0.75	0.30	0.30	4.00	1.00	18.00	.....	5.00
T5	0.80	0.30	0.30	4.00	2.00	18.00	(a) 0.80	8.00
T6	0.80	0.30	0.30	4.50	1.80	20.00	0.70	12.00
T8	0.75	0.30	0.30	4.00	2.00	14.00	(a) 0.75	5.00
T15	1.50	0.30	0.30	4.00	5.00	12.00	(a) 0.50	5.00

### Aceros Rápidos al Molibdeno

M1	0.85	0.30	0.30	4.00	1.00	1.50	8.50	.....
M7	1.00	0.30	0.30	4.00	2.00	1.75	8.75	.....
M10	0.90	0.30	0.30	4.50	2.00	.....	8.00	.....

### Aceros Rápidos al Molibdeno - Cobalto

M30	0.80	0.30	0.30	4.00	1.20	2.00	8.00	5.00
M33	0.90	0.30	0.30	4.00	1.20	1.50	9.50	8.00
M34	0.90	0.30	0.30	4.00	2.00	2.00	8.00	8.00
M42	1.10	0.30	0.30	3.75	1.15	1.50	9.50	8.00
M43	1.20	0.30	0.30	3.75	1.60	2.75	8.00	8.25
M46	1.25	0.30	0.30	4.00	3.20	2.00	8.25	8.25
M47	1.10	0.20	0.30	3.75	1.25	1.50	9.50	5.00

### Aceros Rápidos al Tungsteno - Molibdeno

M2	0.85	0.30	0.30	4.00	2.00	6.00	5.00	.....
M3	1.05	0.30	0.30	4.00	2.50	6.00	5.00	.....
M4	1.30	0.30	0.30	4.00	4.00	5.50	4.50	.....

### Aceros Rápidos al Tungsteno - Molibdeno - Cobalto

M6	0.80	0.30	0.30	4.00	1.50	4.00	5.00	12.00
M15	1.50	0.30	0.30	4.00	5.00	6.50	3.50	5.00
M35	0.80	0.30	0.30	4.00	2.00	6.50	5.00	5.00
M36	0.80	0.30	0.30	4.00	2.00	6.00	5.00	8.00

## -----&gt; Continuación....

AISI Número	C	Mn	Si	Cr	Ni	V	W	Mo	Otros
----------------	---	----	----	----	----	---	---	----	-------

## Aceros al Carbono

W1	1.00	0.25	0.25	.....	.....	.....	.....	.....	.....
W2	1.00	0.25	0.25	.....	.....	0.25	.....	.....	.....
W3	1.00	0.25	0.25	.....	.....	0.50	.....	.....	.....
W4	1.00	0.25	0.25	0.25	.....	.....	.....	.....	.....
W5	1.00	0.25	0.25	0.50	.....	.....	.....	.....	.....
W7	1.00	0.25	0.25	0.35	.....	0.20	.....	.....	.....

## Aceros Resistentes al Golpe y Choque

S1	0.55	0.25	0.25	1.50	.....	0.20	2.25	.....	.....
S2	0.50	0.40	1.00	.....	.....	.....	.....	0.50	.....
S4	0.55	0.70	2.00	.....	.....	.....	.....	.....	.....
S5	0.55	0.80	2.00	0.30	.....	0.20	.....	0.50	.....
S6	0.45	1.30	2.25	1.30	.....	0.20	.....	0.60	.....
S7	0.55	0.70	0.35	3.25	.....	0.25	.....	1.40	.....

## Aceros Temple al Aceite

O1	0.95	1.25	0.30	0.50	.....	.....	0.50	.....	.....
O2	0.90	1.60	0.30	.....	.....	.....	.....	.....	.....
O6	1.50	0.75	1.00	.....	.....	.....	.....	0.30	.....
O7	1.20	0.25	0.25	0.75	.....	0.20	1.50	.....	.....

## Aceros Temple al Aire Trabajo en Frío

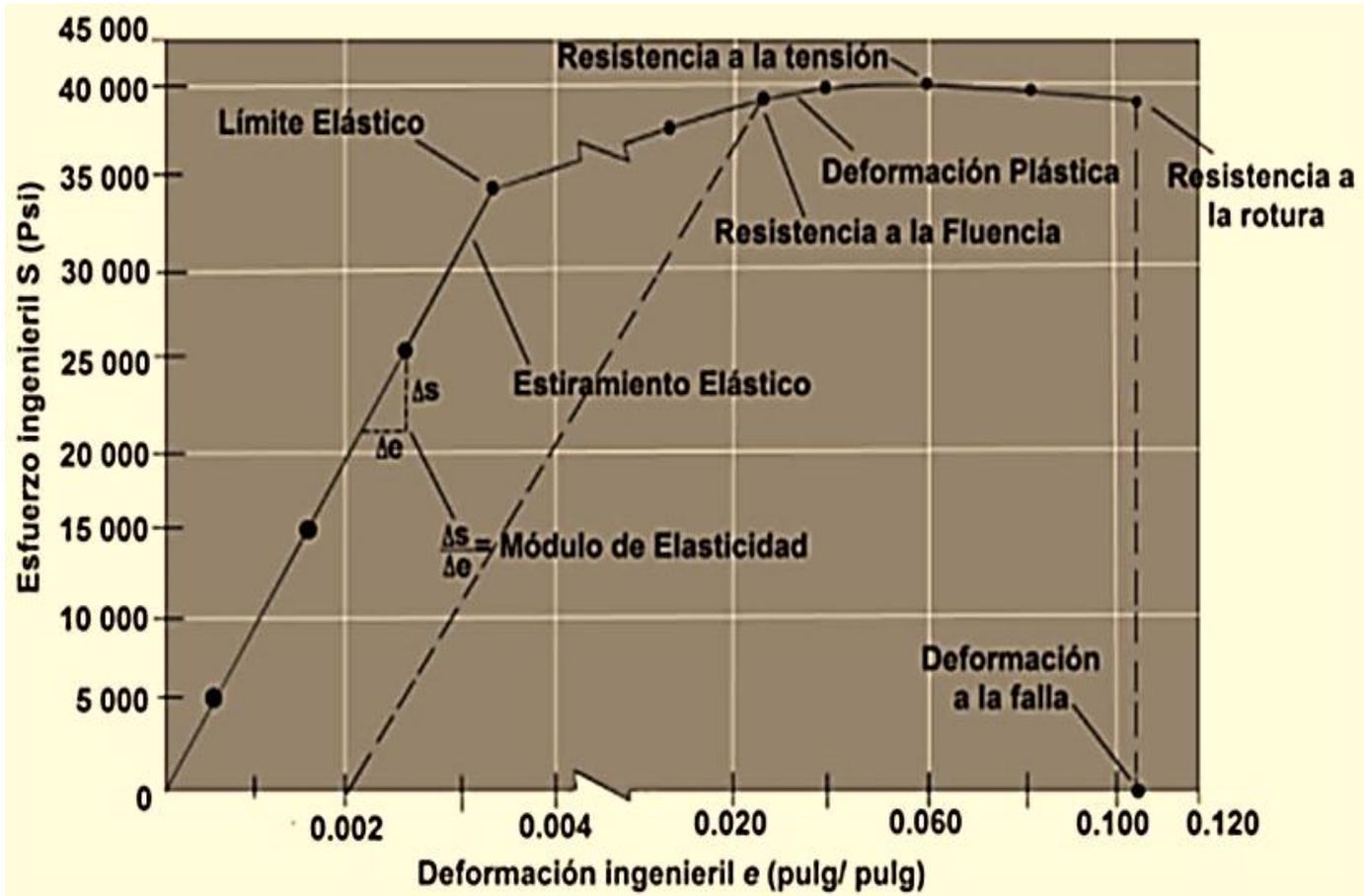
A2	1.00	0.85	0.30	5.25	.....	0.25	.....	1.10	.....
A3	1.25	0.85	0.30	5.25	.....	0.60	.....	1.10	.....
A4	1.00	2.00	0.30	1.50	.....	.....	.....	1.10	.....
A5	1.00	3.00	0.30	1.10	.....	.....	.....	1.10	.....
A6	0.70	2.10	0.30	1.10	.....	0.20	.....	1.30	.....
A7	2.30	0.50	0.50	5.25	.....	4.50	0.80	1.10	.....
A8	0.55	0.30	0.90	5.25	.....	.....	1.25	1.40	.....
A9	0.50	0.30	1.00	5.25	1.00	1.10	.....	1.50	.....
A10	1.35	1.30	1.25	.....	1.80	.....	.....	1.50	.....

## Aceros al alto Carbono alto Cromo Trabajo en Frío

D1	1.00	0.30	0.30	12.00	.....	0.55	.....	0.80	.....
D2	1.55	0.30	0.30	12.00	.....	0.80	.....	0.80	.....
D3	2.20	0.30	0.30	12.00	.....	.....	.....	.....	.....
D4	2.25	0.30	0.30	12.00	.....	.....	.....	0.90	.....
D5	1.55	0.30	0.50	12.00	0.30	.....	.....	0.80	Co 2.75

## ***3.- PROPIEDADES MECÁNICAS***

### 3.1. DIAGRAMA ESFUERZO- DEFORMACIÓN DE INGENIERÍA



### 3.2. EFECTO DEL CONTENIDO DE CARBONO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS ACEROS SIMPLES

N° SAE o AISI	Resistencia a la tracción		Límite de fluencia		Alargamiento en 50 mm	Dureza Brinell
	Kgf/mm <sup>2</sup>	Mpa	Kgf/mm <sup>2</sup>	Mpa	%	
1010	40,0	392,3	30,2	292,2	39	109
1015	42,9	420,7	32,0	313,8	39	126
1020	45,8	449,1	33,8	331,5	36	143
1025	50,1	491,3	34,5	338,3	34	161
1030	56,3	552,1	35,2	345,2	32	179
1035	59,8	586,4	38,7	377,5	29	190
1040	63,4	621,7	42,2	413,8	25	201
1045	68,7	673,7	42,2	413,8	23	215
1050	73,9	724,7	42,2	413,8	20	229
1055	78,5	769,8	45,8	449,1	19	235
1060	83,1	814,9	49,3	483,5	17	241
1065	87,0	853,2	51,9	509,0	16	254
1070	90,9	891,4	54,6	535,4	15	267
1075	94,7	928,7	57,3	560,9	13	280
1080	98,6	966,9	59,8	586,4	12	293

**3.3. PROPIEDADES TÍPICAS DE LOS MATERIALES MÁS COMUNES  
(PARA FINES DE DISEÑO REAL CONSULTE REGLAMENTOS Y ESPECIFICACIONES  
PERTINENTES)**

MATERIAL	RESISTENCIA MÁXIMA		RESISTENCIA A LA FLUENCIA		MODULO DE ELASTICIDAD E	MODULO DE ELASTICIDAD G	$\alpha$ cm/cm.°C (x 10 <sup>-6</sup> )
	kg/cm <sup>2</sup>	ksi	kg/cm <sup>2</sup>	ksi	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	
<b>ACEROS:</b>							
<i>NOM-1018 T.F</i>	4500	64	3800	54	2.1E6	0.808E6	11.8
<i>NOM- 1045 T.C</i>	6400	91	5400	77	“	“	11.8
<i>NOM-1060 T.C</i>	6900	98	3800	54	“	“	11.8
<i>NOM-1075 T.C</i>	7300	104	4100	58	“	“	11.8
<i>NOM-4140 T.T</i>	12000	170	11200	159	“	“	11.8
<i>NOM-4340 T.T</i>	12200	173	11500	163	“	“	11.8
<i>INOX 304 REC.</i>	5200	74	2100	30	1.96E6	0.735E6	16.0
<i>INOX. 316 REC.</i>	5200	74	2100	30	1.96E6	0.735E6	16.0
<i>ESTRUCTURAL ASTM A-36</i>	4800	68	2250	36	2.1E6	0.808E6	11.8
<b>ALUMINIOS FORJADOS</b>							
<i>2014 -T4</i>	4362	62	2885	41	0.741E6	0.281E6	23.1
<i>2024-T4</i>	4785	68	3370	48	“	“	23.1
<i>6061-T6</i>	3166	45	2800	40	“	“	23.1
<b>ALEACIONES DE COBRE</b>							
<i>BRONCE T.F</i>	7030	100	5270	75	1.195E6	0.450E6	18.3
<i>MONEL T.C</i>	6330	90	3520	50	1.82E6	0.68E6	14.0
<i>LATON</i>	3860	54.8	1750	24.8	1.124	0.421E6	20.0
<b>OTROS:</b>							
<i>HIERRO GRIS ASTM-20</i>	1470	20.9			1.05E6	0.422E6	10.8

*T.F.- Trabajado en frío      T.C.- Trabajado en caliente  
T.T.- Tratado térmicamente      REC.- Recocido*

### 3.4. MATERIALES PARA LA FABRICACIÓN DE RESORTES.

Material	Temp.. de operación	Especificación AISI (ASTM)
Alambre cuerda de piano	0- 120 °C	AISI- 1085 (A-228)
Templado en aceite y revenido	0- 125 °C	AISI- 1065 (A-229)
Alambre estirado en frío	0- 102 °C	AISI- 1066 (A-227)
Acero al Cr- V templado en aceite y revenido	0- 220 °C	AISI- 6150 (A-232)
Acero al Cr- Si templado en aceite y revenido	0- 250 °C	AISI- 9254 (A-401)
Bronce fosforado	0- 100°C	CA-510 (B-159)

### 3.5 PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS ACEROS INOXIDABLES FERRITICOS

Número AISI-SAE de aleación	Composición química, % en peso	Tratamiento	Resistencia a la tensión, MPa	Límite elástico, MPa	Alargamiento, %	Aplicaciones típicas
Aceros inoxidables ferríticos						
430	17Cr, 0,012C	Recocido	517	345	25	Aplicaciones generales, no endurecible; usos: vehículos, equipamiento de restaurantes
446	25Cr, 0,20C	Recocido	552	345	20	Aplicaciones a alta temperatura, calentadores.

### 3.6 PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS ACEROS INOXIDABLES MARTENSITICOS

Número AISI-SAE de aleación	Composición química, % en peso	Tratamiento	Resistencia a la tensión, MPa	Límite elástico, MPa	Alargamiento, %	Aplicaciones típicas
Aceros inoxidables martensíticos						
410	12,5Cr, 0,15C	Recocido	517	276	30	Termotratables de uso general; piezas de máquinas, válvulas.
440*	17Cr, 0,70C	Recocido	724	414	20	Cuchillería, cojinetes, herramientas quirúrgicas.
		Temp. y rev-	1828	1690	5	
440C	17Cr, 1,1C	Recocido	759	276	13	Balas, cojinetes, anillos-guia, piezas de válvulas
		Temp. y rev-	1966	1897	2	

### **3.7 PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS ACEROS INOXIDABLES AUSTENITICOS**

Grade	Tensile Point (Mpa)	Yield Point (Mpa)	Elongation in 2 in. min, (%)
<b>ASTM TP 304</b>	515	205	40
<b>ASTM TP 304L</b>	485	170	40
<b>ASTM TP 304H</b>	515	205	40
<b>ASTM TP 316</b>	515	205	40
<b>ASTM TP 316L</b>	485	170	40
<b>ASTM TP 316H</b>	515	205	40
<b>ASTM TP 316Ti</b>	515	205	40
<b>ASTM TP 309S</b>	515	205	40
<b>ASTM TP 310S</b>	515	205	40
<b>ASTM TP 321</b>	515	205	40
<b>ASTM TP 321H</b>	515	205	40
<b>ASTM TP 904L</b>	490	220	35

### 3.8. ACEROS PARA HERRAMIENTAS(FORTUNA-CARPENTER)

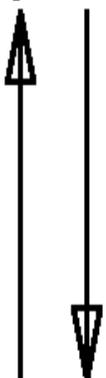
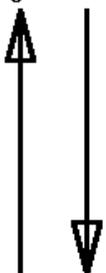
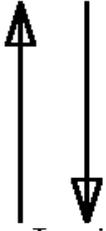
ACEROS FORTUNA	**Análisis Básico Medio	TRATAMIENTO TÉRMICO		***DUREZAS DE TRABAJO USUAL	EQUIVALENTE AISI APROXIMADO	CARACTERISTICAS
		TEMPLE	RECOCIDO			
W 18	0.70% C, 4.10% CR, 18.00% W, 1.10V	1260 - 1300° C aceite - aire	870 - 900° C	60- 65 Rc	T1	Acero rápido indicado para herramientas de corte de alto rendimiento.
MO 500	0.83% C, 4.10% Cr, 5.00% Mo, 1.90% V, 6.10% W	1190 - 1230° C aceite - aire	870 - 900° C	60- 65 Rc	M2	Acero rápido indicado para herramientas de corte con alta tenacidad.
CA 1220	2.10% C, 12.00% Cr, 0.70% W	925 - 980° C aceite - aire	870 - 900° C	56 - 62 Rc	D3	Alta resistencia al desgaste, para troqueles muy complicados, que cortan espesores hasta 3mm.
CA 1215	1.50% C, 12.00% Cr, 0.95% Mo, 0.35% V	980 - 1025° C aceite - aire	870 - 900° C	56 - 62 Rc	D2	Alta resistencia al desgaste y gran tenacidad. Para corte de chapa hasta 5mm. de espesor. Recomendado para cuños (clavos).
CA 510	1.00% C, 5.00% Cr, 1.10% Mo, 0.80% V	925 - 900° C aire	845 - 870° C	58 - 62 Rc	A2	Acero para troqueles para trabajo en frío de diseño complicado.
SW 55	0.90% C, 1.15% Mn, 0.50% Cr, 0.50% W	760 - 815° C aceite	760 - 790° C	58 - 62 Rc	01	Aceros para troqueles de corte complicado, y cortes hasta 3 mm. de espesor.
WA 255	0.50% C, 1.50% Cr, 2.00% w, 0.20% V	900 - 955° C aceite	790 - 830° C	50 - 58 Rc	S1	Alta resistencia al golpe. Apto para trabajos en frío, troqueles, cuchillas, para chapa gruesa y en caliente (ojo: diferente revenido.)
W 10 V	1.00% C, 0.20% V	760 - 845° C agua	760 - 790° C	55 - 62 Rc	W2	Acero al Carbono para troqueles y herramientas cabeceadoras.
MOG 510V	0.35% C, 5.10% Cr, 1.50% Mo, 1.00% V	995 - 1040° C sales - aire	845 - 900° C	38 - 50 Rc	H13	Acero al Cromo-Molibdeno-Vanadio muy apto para continuos choques térmicos.
MOG 511	0.35% C, 5.10% Cr, 1.50% Mo, 1.00% V	995 - 1025° C sales - aire	845 - 900° C	38 - 50 Rc	H12	Acero al Cromo-Molibdeno-Tungsteno para trabajos en caliente, especialmente dados de forja y herramientas para prensas de extrusión.
NG 2 SUPRA	0.70% C, 0.75% Cr, 1.50% Ni	790 - 845° C aceite	760 - 790° C	48 - 56 Rc	L6	Acero al Cromo-Níquel-Molibdeno para trabajos en caliente, para dados de forja de muy alta tenacidad.
EWX 40	0.12% C máx. 4.60% Cr, 0.70% Mo	970 - 995° C cementado templado-aceite	870 - 900° C	58 - 62 Rc	P4	HOBGING IRON al Cromo-Molibdeno y bajo Carbono, para clavado profundo para moldeo de plástico (pulido espejo).
P 20 ESR	0.36% C, 1.80% Cr, 1.00% Ni, 0.20% Mo	Se suministra con tratamiento térmico de temple revenido		28 - 62 Rc	P20	Acero tratado fabricado por el proceso de Refusión bajo escoria desarrollado para moldes para plástico.
W 11 P	1.00% C	760 - 845° C agua	760 - 790° C	55 - 62 Rc	W1	Acero AISI W1, rectificado plata.
SW 55 P	0.90% C, 1.15% Mn, 0.50% Cr, 0.50% W	790 - 815° C aceite	760 - 790° C	58 - 62 Rc	01	Acero SW (AISI 01) rectificado plata.
<b>"IMPORTANTE"</b>						
En la fabricación de herramientas o partes mecánicas, es recomendable diseñarlas evitando: Ángulos sin radio, Perforaciones de salida, Perforaciones juntas con pared menor al diámetro del barreno, Cambios de sección y marcas de números o letras de golpe.						
* Opcional ** Estos análisis pueden variar dentro de la norma *** La dureza debe ser elegida de acuerdo con el tipo de trabajo en que se aplique la herramienta						

### 3.9. ACEROS PARA HERRAMIENTAS BOHLER

MARCA BÖHLER		Normas AISI / DIN / EN		PROPIEDADES				
	<b>ACEROS RÁPIDOS</b>			Dureza en Caliente	Desgaste	Tenacidad	Resistencia a la Compresión	
	<b>BÖHLER S600</b>	-M2	1.3343 HS 6-5-2C	★★★	★★	★★★	★★★	
	<b>ACEROS PARA TRABAJOS EN FRÍO</b>			Resistencia al Desgaste		Tenacidad	Compresión	Estabilidad Dimensional
	<b>BÖHLER K100</b>	-D3	1.2080 X210Cr12	Abrazivo	Adhesivo	★	★★	★★
	<b>BÖHLER K107</b>	-D6	1.2436 X210CrW12	★★★	★★	★	★★	★★
	<b>BÖHLER K110</b>	D2	1.2379 X153CrMoV2	★★★	★★	★	★★	★★
	<b>BÖHLER K340 ISODUR</b>	-	Patente BÖHLER	★★★	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★
	<b>BÖHLER K353</b>	-	Patente BÖHLER	★★★	★★★★	★★★★★	★★	★★
	<b>BÖHLER K390 MICROCLEAN</b>	-	-	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★
	<b>BÖHLER K455</b>	-S1	1.2550 60WCrV7	★	★	★★★★★	★	★
	<b>BÖHLER K460</b>	01	1.2510 100MnCrW4	★	★	★★★★	★	★
	<b>BÖHLER K600</b>		1.2767 45NCrMo16	★	★	★★★★★	★	★
<b>BÖHLER K490</b>		Patente	★★★★	★★★★	★★★★★	★★★★	★★★★	
	<b>ACEROS PARA TRABAJOS EN CALIENTE</b>			Resistencia en Caliente	Tenacidad en Caliente	Resistencia al Desgaste	Maquinabilidad	
	<b>BÖHLER W302</b>	H13	1.2344 X30CrMoV5-1	★★★	★★★	★★★	★★★★★	
	<b>BÖHLER W360</b>	-	Patente BÖHLER	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★	
<b>BÖHLER W500</b>	-L6	1.2714 56NCrMo7	★	★★★	★	★★★		
	<b>ACEROS PARA MOLDES DE PLÁSTICO</b>			Resistencia al Desgaste	Tenacidad	Pulibilidad	Maquinabilidad	Templabilidad
	<b>BÖHLER M238</b>	-	1.2738 40CrMnMoB64	★★	★★	★★	★	★★★
	<b>BÖHLER M303 EXTRA</b>	-	~ 1.2316 X36CrMo17	★★★★	★★	★★	★★★	★
	<b>BÖHLER M314 EXTRA</b>			★★★	★★	★★	★★★	★
	<b>CR330A Duraluminio</b>		Patente	★★	★	★	★	★★
	<b>ACEROS INOXIDABLES</b>							
	<b>BÖHLER H 525</b>	314	1.4841 X15CrNi25-20					
	<b>ACEROS PARA CONSTRUCCIÓN MECÁNICA</b>							
	<b>BÖHLER CHRONIT</b>	-	-					
	<b>BÖHLER E 410</b>	~	1.7131 16MnCr5					
	<b>BÖHLER V 320</b>	~	4140 1.7225 42CrMo4					
	<b>BÖHLER V 155</b>	~	4340 1.6582 34CrNiMo6					
<b>BÖHLER V 945</b>	~	1045 1.1191 CK45						

Materiales orientados a solucionar las necesidades de nuestros clientes. Acerías modernas, personal altamente calificado, más de 200 calidades de productos, red internacional de ventas y servicio son factores de gran valor para nuestros clientes alrededor del mundo.

### 3.10. DESIGNACIÓN ISO PARA INSERTOS

Clasificación	Aplicación	Operaciones y condiciones de corte	Tenacidad/Dureza
<b>Azul P</b>	Para el maquinado de materiales de viruta larga como el acero y el hierro maleable	<p><i>P01: Torneado de acabado y barrenado, alta velocidad de corte, sección pequeña de viruta, alta calidad superficial de acabado, tolerancias cerradas, libre de vibraciones</i></p> <p><i>P10: Torneado, copiado, roscado, fresado, alta velocidad de corte, sección de viruta pequeña a mediana.</i></p> <p><i>P20: Torneado, copiado, fresado, velocidad de corte media, sección de viruta media, condiciones medianamente no favorables de corte</i></p> <p><i>P30: Torneado, fresado, velocidad de corte media a baja, sección de viruta media a larga, condiciones de corte no favorables.</i></p> <p><i>P40: Torneado, fresado, ranurado, tronzado, planeado, baja velocidad, sección grande de viruta, condiciones de trabajo muy desfavorables.</i></p> <p><i>P50: Donde se requiere una alta tenacidad en torneado, planeado, ranurado y tronzado. Baja velocidad de corte, sección grande de viruta, condiciones de maquinado extremadamente desfavorables.</i></p>	<p>Desgaste</p>  <p>Tenacidad</p>
<b>Amarillo M</b>	Aplicable en el maquinado de materiales más duros como el acero inoxidable austenítico, materiales resistentes al calor, acero al manganeso, hierro aleado, etc.	<p><i>M10: Torneado, velocidad de corte media a alta, sección de viruta pequeña a mediana.</i></p> <p><i>M20: Torneado, fresado, velocidad de corte media, sección de viruta media.</i></p> <p><i>M30: Torneado, fresado, planeado, velocidad de corte media, sección de viruta media a grande.</i></p> <p><i>M40: Torneado, torneado de perfiles, tronzado, usado especialmente en máquinas automáticas.</i></p>	<p>Desgaste</p>  <p>Tenacidad</p>
<b>Rojo K</b>	Para el maquinado de materiales de viruta corta como la fundición gris, y materiales no ferrosos: aluminio, bronce, plásticos, etc.	<p><i>K01: Torneado, torneado de acabado y barrenado de acabado, fresado de acabado.</i></p> <p><i>K10: Torneado, fresado, barrenado, mandrinado, etc.</i></p> <p><i>K20: Torneado, fresado, planeado, mandrinado, brochado, operaciones que requieran una herramienta muy tenaz.</i></p> <p><i>K30: Torneado, fresado, planeado, mandrinado, ranurado, condiciones no favorables.</i></p> <p><i>K40: Torneado, fresado, planeado, tronzado y condiciones altamente infavorables para el maquinado.</i></p>	<p>Desgaste</p>  <p>Tenacidad</p>

## ***4. ALEACIONES COMUNES***

## 4.1. ACERO AISI 1020

NORMAS EQUIVALENTES		RANGOS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA				
AFNOR (Fr)	CC 20	CARBONO	AZUFRE	FÓSFORO	SILICIO	MANGANESO
BS (Ingl)	O40 A20	C	S	P	Si	Mn
DIN (Alem)	10402	0.18 - 0.23	0.04 (Máx)	0.04 (Max)	0.15 - 0.35	0.30 - 0.60
JIS (Jap)	S20C	CROMO	NIQUEL	MOLIBDENO	VANADIO	TUNGSTENO
UNI (Ital)	C20	Cr	Ni	Mo	V	W
Grado Thyssen	XC 18	—	—	—	—	—

CARACTERÍSTICAS GENERALES	APLICACIONES
<p>Acero Estructural de bajo carbono comunmente utilizado.</p> <p>Se utiliza también como Acero de Construcción de maquinarias cuando está cementado y bonificado (temple y revenido).</p> <p>Buena ductilidad.</p> <p>Excelente Soldabilidad.</p>	<p>Se aplica tanto como acero Estructural como Acero para maquinarias cuando esta endurecido superficialmente mediante cementación o carbonitruración seguido de temple y revenido.</p> <p>Remaches, pernos, tubos, estructuras metálicas, etc.</p>

TRATAMIENTO TÉRMICO DEL MATERIAL					
TRATAMIENTO	TEMPERATURA °C		MEDIO DE ENFRIAMIENTO	DUREZA	
				RC	HBN
NORMALIZADO	910 – 930		AIRE		180(Max)
RECOCIDO	860 – 880		HORNO		170 (Max)
TEMPLE	PERIFERIA	800-830	AGUA	64 (Max)	241 (Max)
	NUCLEO	840-870			
REVENIDO	150 – 230			55-60	
CEMENTACIÓN	890 – 930		GASES, SALES	<b>OBSERVACIONES</b> También se suele templar directamente desde la temperatura de cementación	

## 4.2. ACERO AISI- 1040

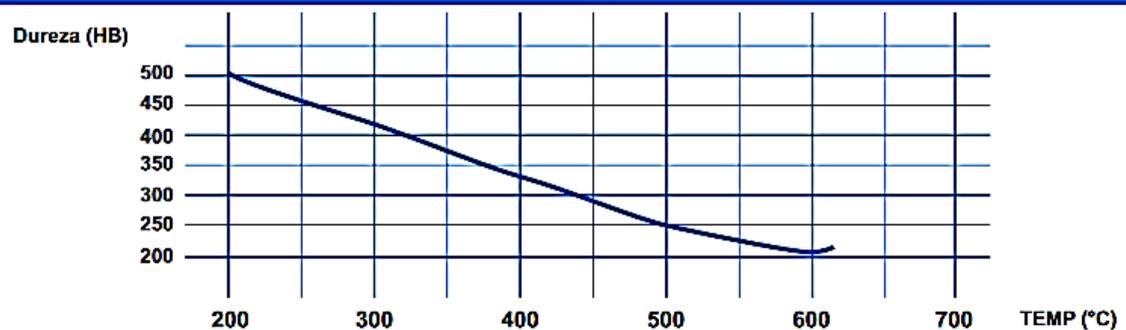
NORMAS EQUIVALENTES	
AFNOR (Fr)	1C40
BS (Ingl)	O80 A40
DIN (Alem)	11186
JIS (Jap)	S40C
UNI (Ital)	C40
Grado Thyssen	XC 40H1

RANGOS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA				
CARBONO	AZUFRE	FÓSFORO	SILICIO	MANGANESO
C	S	P	Si	Mn
0.37 - 0.44	0.04 (Máx)	0.04 (Max)	0.15 - 0.35	0.60 - 0.90
CROMO	NIQUEL	MOLIBDENO	VANADIO	TUNGSTENO
Cr	Ni	Mo	V	W
—	—	—	—	—

CARACTERÍSTICAS GENERALES	APLICACIONES
<ul style="list-style-type: none"> <li>Es un Acero de construcción de medio carbono.</li> <li>Responde fácilmente al tratamiento térmico de endurecimiento mediante bonificado (temple y revenido), especialmente con temple en medios de alta severidad como el agua.</li> <li>Buena Maquinabilidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elementos de Maquinarias.</li> <li>En general, sus aplicaciones son similares a las del Acero AISI 1045.</li> <li>Ejes, engranajes, cigüeñales, espárragos, pernos, cadenas, etc.</li> <li>También se suele utilizar en piezas endurecidas superficialmente por inducción o llama oxiacetilénica.</li> </ul>

TRATAMIENTO TÉRMICO DEL MATERIAL				
TRATAMIENTO	TEMPERATURA °C	MEDIO DE ENFRIAMIENTO	DUREZA	
			RC	HBN
NORMALIZADO	870 – 890	AIRE		190 (Max)
RECOCIDO	840 – 860	HORNO		170 (Max)
TEMPLE	830 – 850	AGUA	58 (Max)	
REVENIDO	200 – 620		52 (Max)	228 (Max)
CEMENTACIÓN				

### CURVA DE REVENIDO



### 4.3. ACERO AISI 1045

NORMAS EQUIVALENTES		RANGOS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA				
AFNOR (Fr)	XC45	CARBONO	AZUFRE	FÓSFORO	SILICIO	MANGANESO
BS (Ingl)	O80 M46	C	S	P	Si	Mn
DIN (Alem)	11191	0.43 - 0.50	0.04 (Máx)	0.04 (Max)	0.15 - 0.35	0.60 - 0.90
JIS (Jap)	S45C	CROMO	NIQUEL	MOLIBDENO	VANADIO	TUNGSTENO
UNI (Ital)	C45	Cr	Ni	Mo	V	W
Grado Thyssen	XC 48H1					

CARACTERÍSTICAS GENERALES	APLICACIONES
<p>Es un Acero de construcción de medio carbono utilizado ampliamente en elementos de maquinarias que requieran mediana resistencia mecánica y tenacidad a bajo costo.</p> <p>Responde fácilmente al tratamiento térmico de endurecimiento mediante temple, especialmente en medios severos como el agua.</p> <p>Buena Maquinabilidad</p> <p>Es comunmente usado en piezas endurecidas superficialmente por inducción o llama oxiacetilénica.</p>	<p>Elementos de Maquinarias que requieran de medianas propiedades mecánicas a bajo costo.</p> <p>Ejes, engranajes, cigüeñales, espárragos, pernos, abrazaderas, piezas agrícolas, cadenas, etc.</p>

TRATAMIENTO TÉRMICO DEL MATERIAL				
TRATAMIENTO	TEMPERATURA °C	MEDIO DE ENFRIAMIENTO	DUREZA	
			RC	HBN
NORMALIZADO	860 -- 880	AIRE		197 (Max)
RECOCIDO	830 -- 850	HORNO		180 (Max)
TEMPLE	830 -- 840	AGUA, ACEITE	60 (Max)	
REVENIDO	200 -- 540		54 (Max)	250 (Max)
CEMENTACIÓN				



## 4.4. ACERO AISI 1060

NORMAS EQUIVALENTES		RANGOS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA				
AFNOR (Fr)	1C60	CARBONO	AZUFRE	FÓSFORO	SILICIO	MANGANESO
BS (Ingl)	060A62	C	S	P	Si	Mn
DIN (Alem)	1601	0.55 - 0.65	0.050 (Máx)	0.040 (Max)	0.15 - 0.35	0.60 - 0.90
JIS (Jap)	S58C	CROMO	NIQUEL	MOLIBDENO	VANADIO	TUNGSTENO
UNI (Ital)	C60	Cr	Ni	Mo	V	W
Grado Thyssen	CK60					

CARACTERÍSTICAS GENERALES	APLICACIONES
<p>Es un acero de construcción de relativo alto carbono que se utiliza como acero de construcción y de herramientas medianamente exigidos.</p> <p>Endurece fácilmente mediante temple en agua también en aceite para piezas pequeñas</p> <p>Su maquinabilidad es aceptable en estado recocido o normalizado.</p> <p>Buena resistencia al desgaste en estado bonificado</p>	<p>Partes de maquinarias pesadas .</p> <p>Se aplica en una gran variedad de resortes helicoidales y planos .</p> <p>Herramientas Manuales tales como martillos, cinceles, destornilladores, alicates, hachas, etc.</p> <p>Elementos de Máquinas tales como engranajes, pernos, etc.</p>

TRATAMIENTO TÉRMICO DEL MATERIAL				
TRATAMIENTO	TEMPERATURA °C	MEDIO DE ENFRIAMIENTO	DUREZA	
			RC	HBN
NORMALIZADO	860 – 880	AIRE		241 (Max)
RECOCIDO	820 – 840	HORNO		228 (Max)
TEMPLE	810 – 840	AGUA, ACEITE	65 (Max)	
REVENIDO	200 – 540		Depende de la aplicación	
CEMENTACIÓN				



### 4.5. ACERO AL CARBONO ESTRUCTURAL ASME/ASTM A 36/A 36M

Composición química acero A36

	Hasta 3/4 in.	Sobre 3/4 in. hasta 1-1/2 in.	Sobre 1-1/2 in. hasta 2-1/2 in.	Sobre 2-1/2 hasta 4 in.	Sobre 4 in.
<b>Carbono</b>	0.25	0.25	0.26	0.27	0.29
<b>Manganeso</b>	--	.80/1.20	.85/1.20	.85/1.20	.85/1.20
<b>Fósforo</b>	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
<b>Azufre</b>	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
<b>Silicio</b>	.40 max	.40 max	.15/.40	.15/.40	.15/.40
<b>Cobre min % cuando se especifica de acero de cobre</b>	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

\* Nota: Por cada reducción de 0,01% por debajo del máximo especificado de carbono, un aumento del 0,06% de manganeso por encima de la cantidad máxima prevista será permitido, hasta el máximo de 1,35%.

Propiedades mecánicas acero A36

<b>Resistencia a la tracción:</b>	<b>58,000 - 80,000 psi [400-550 MPa]</b>
<b>Min. Punto de fluencia:</b>	36,000 psi [250 MPa]
<b>Elongación en 8":</b>	20% min
<b>Elongación en 2":</b>	23% min

## 4.6. ACERO AISI-8620

NORMAS EQUIVALENTES		RANGOS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA				
AFNOR (Fr)	20NCD2	CARBONO	AZUFRE	FÓSFORO	SILICIO	MANGANESO
BS (Ingl)	805 H20	C	S	P	Si	Mn
DIN (Alem)	16523	0.18 - 0.23	0.04 (Máx)	0.04 (Max)	0.15 - 0.35	0.70 - 0.90
JIS (Jap)	SNCM220 (H)	CROMO	NIQUEL	MOLIBDENO	VANADIO	TUNGSTENO
UNI (Ital)	20NiCrMo2	Cr	Ni	Mo	V	W
Grado Thyssen	20NCD2	0.40 - 0.60	0.40 - 0.70	0.15 - 0.25	—	—

CARACTERÍSTICAS GENERALES	APLICACIONES
<p>Acero de bajo carbono al Cromo-Niquel-Molibdeno ampliamente utilizado como acero de cementación y también, en algunos casos, en estado bonificado (temple y revenido) sin cementar.</p> <p>Relativa alta templabilidad.</p> <p>Buena soldabilidad</p> <p>Buena Maquinabilidad</p>	<p>Se aplica ampliamente en elementos de maquinarias que requieran alta resistencia al desgaste y excelente tenacidad en el núcleo.</p> <p>Engranajes, cigüeñales, piñones, ruedas dentadas, arboles de transmisión, pernos, tuercas, ejes de leva, cremalleras, etc.</p>

TRATAMIENTO TÉRMICO DEL MATERIAL					
TRATAMIENTO	TEMPERATURA °C		MEDIO DE ENFRIAMIENTO	DUREZA	
	PERIFERIA	NUCLEO		RC	HBN
NORMALIZADO	900 – 930		AIRE		207(Max)
RECOCIDO	850 – 880		HORNO		197 (Max)
TEMPLE	PERIFERIA	800-830	ACEITE, SALES	64 (Max)	340 (Max)
	NUCLEO	830-860			
REVENIDO	150 – 230			59-62 (Superf.)	
CEMENTACIÓN	890 – 930		GASES, SALES	<b>OBSERVACIONES</b> También se suele templar directamente desde la temperatura de cementación	

## 4.7. ACERO AISI-4140

NORMAS EQUIVALENTES		RANGOS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA				
AFNOR (Fr)	40CD4 , 42CD4	CARBONO	AZUFRE	FÓSFORO	SILICIO	MANGANESO
BS (Ingl)	708M40	C	S	P	Si	Mn
DIN (Alem)	17225	0.38 - 0.45	0.04 (Máx)	0.04 (Max)	0.10 - 0.40	0.60 - 1.00
JIS (Jap)	SCM440	CROMO	NIQUEL	MOLIBDENO	VANADIO	TUNGSTENO
UNI (Ital)	40CrMo4	Cr	Ni	Mo	V	W
Grado Thyssen	42CrMoS4(42CD4)	0.80 - 1.20	—	0.15 - 0.30	—	—

CARACTERÍSTICAS GENERALES	APLICACIONES
<p>Es un acero de construcción de baja aleación al Cromo-Molibdeno.</p> <p>Relativamente alta templabilidad.</p> <p>Alta resistencia mecánica y tenacidad en estado bonificado.(temple y revenido).</p> <p>Resistente a la fragilidad de revenido.</p> <p>Maquinabilidad aceptable</p> <p>Se suele utilizar en estado bonificado (temple o revenido) o nitrurado.</p>	<p>Elementos de maquinarias en general.</p> <p>Ejes, cigüeñales, barras de torsión, engranajes de baja velocidad, pernos de alta resistencia, árboles de transmisión.</p> <p>Se recomienda en general para la fabricación de piezas de medianas dimensiones</p>

TRATAMIENTO TÉRMICO DEL MATERIAL				
TRATAMIENTO	TEMPERATURA °C	MEDIO DE ENFRIAMIENTO	DUREZA	
			RC	HBN
NORMALIZADO	860 – 880	AIRE		
RECOCIDO	830 – 850	HORNO		207 (Max)
TEMPLE	840 – 860	AGUA, ACEITE	59 (Max)	
REVENIDO	550 – 600			260 - 320
CEMENTACIÓN				



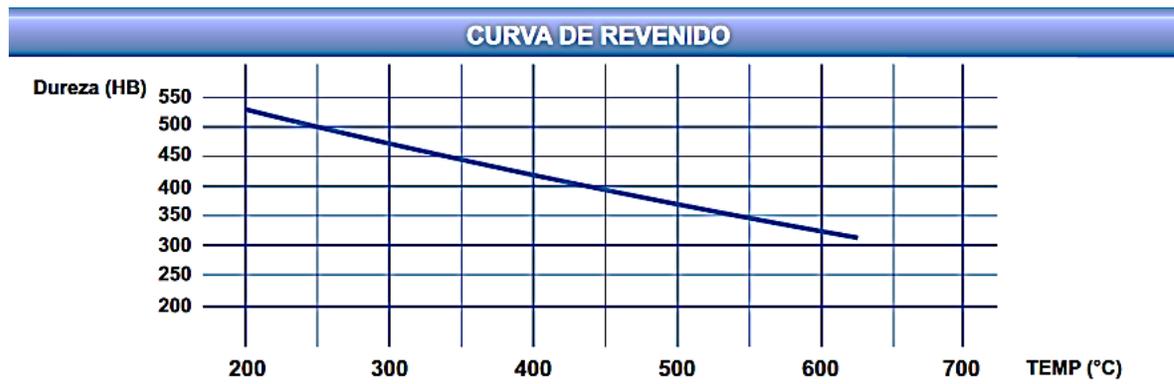
## 4.8. ACERO AISI 4340

NORMAS EQUIVALENTES	
AFNOR (Fr)	35NCD6
BS (Ingl)	817M40
DIN (Alem)	16565
JIS (Jap)	SNM439
UNI (Ital)	36NiCrMo4
Grado Thyssen	34CrNiMo6(silimar)

RANGOS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA				
CARBONO	AZUFRE	FÓSFORO	SILICIO	MANGANESO
C	S	P	Si	Mn
0.30 - 0.43	0.04 (Máx)	0.04 (Max)	0.15 - 0.40	0.50 - 0.80
CROMO	NIQUEL	MOLIBDENO	VANADIO	TUNGSTENO
Cr	Ni	Mo	V	W
0.70 - 1.70	1.3 - 2.00	0.15 - 0.30	—	—

CARACTERÍSTICAS GENERALES	APLICACIONES
<p>Es un acero de construcción de baja aleación al Cromo-Níquel-Molibdeno.</p> <p>Alta templabilidad.</p> <p>Alta resistencia mecánica y tenacidad en estado bonificado.</p> <p>Alta resistencia a la fatiga y a la torsión en estado bonificado (temple y revenido).</p> <p>Se suele utilizar también en estado bonificado (temple y revenido) y nitrurado.</p>	<p>Elementos de máquinas altamente exigidos.</p> <p>Ejes de transmisión, cigüeñales, barras de torsión, engranajes, pernos de alta resistencia, rotores, levas, bridas de alta presión, etc.</p> <p>Se recomienda para construcción de piezas de gran sección transversal altamente exigidas.</p>

TRATAMIENTO TÉRMICO DEL MATERIAL				
TRATAMIENTO	TEMPERATURA °C	MEDIO DE ENFRIAMIENTO	DUREZA	
			RC	HBN
NORMALIZADO	860 – 880	AIRE		
RECOCIDO	830 – 850	HORNO		250 (Max)
TEMPLE	830 – 860	ACEITE, SALES	59 (Max)	
REVENIDO	500 – 660			260 - 320
CEMENTACIÓN				



### 4.9. ACERO INOXIDABLE AISI-304

NORMAS EQUIVALENTES		RANGOS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA				
AFNOR (Fr)	Z 7CN 18-09	CARBONO	AZUFRE	FÓSFORO	SILICIO	MANGANESO
BS (Ingl)	304 S31	C	S	P	Si	Mn
DIN (Alem)	14301	< 0.08	0.03 (Máx)	0.05 (Max)	≤ 1.00	≤ 2.00
JIS (Jap)	SUS 304	CROMO	NIQUEL	MOLIBDENO	VANADIO	TUNGSTENO
UNI (Ital)	X5CrNi 18-10	Cr	Ni	Mo	V	W
Grado Thyssen	Remanit 4301	18.00 - 20.00	8.00 - 10.50	—	—	—

CARACTERÍSTICAS GENERALES	APLICACIONES
Acero Inoxidable Austenítico aleado al Cromo-Níquel.	Partes y piezas en la industria alimenticia, química y refinerías.
Resiste altas temperaturas.	
Alta resistencia a la corrosión.	Equipos Hospitalarios.
No magnético en estado recocido. Ligeramente magnético cuando esta trabajado en frío.	Aplicaciones Navales.
Alta ductilidad y baja dureza en estado recocido.	Electrodomésticos.
Capacidad de endurecerse mediante deformación en frío.	Aplicaciones criogénicas (bajas temperaturas).
Se utiliza como acero estructural y también como de construcción en piezas poco exigidas mecánicamente.	

TRATAMIENTO TÉRMICO DEL MATERIAL				
TRATAMIENTO	TEMPERATURA °C	MEDIO DE ENFRIAMIENTO	DUREZA	
			RC	HBN
NORMALIZADO	NO NORMALIZAR			
RECOCIDO	1040 - 1120	AGUA		160 (Max)
TEMPLE				
REVENIDO				
CEMENTACIÓN				

### 4.10 ACERO INOXIDABLE AISI 310

#### ASTM A 167 y ASTM A240

Piezas para hornos, elementos de calefacción, intercambiadores térmicos, recubrimientos para hornos, pantallas de calderas, piezas de escape automático; equipos de refinería, procesamiento químico y de alimentos

#### Composición química: ASTM A167, A240

Elemento	Tipo 310	Tipo 310S
Carbono	0.25 máx.	0.08 máx.
Manganeso	2.00 máx.	2.00 máx.
Azufre	0.030 má.	0.030 má.
Fósforo	0.045 máx.	0.045 máx.
Silicio	1.50 máx.	1.50 máx.
Cromo	24.0 a 26.0	24.0 a 26.0
Níquel	19.0 a 22.0	19.0 a 22.0

#### Propiedades mecánicas: ASTM A167, A240

Tipo	Límite elástico 0,2 % compensación (ksi)	Resistencia a la tracción (ksi)	% de elongación (longitud de calibre de 2")	Dureza Rockwell
310	30 min.	75 mín.	40 min.	HRB 95 máx.
310S	30 min.	75 mín.	40 min.	HRB 95 máx.

### 4.11. ACERO INOXIDABLE AISI 316

NORMAS EQUIVALENTES		RANGOS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA				
AFNOR (Fr)	Z 7CND 17.11.02	CARBONO	AZUFRE	FÓSFORO	SILICIO	MANGANESO
BS (Ingl)	316 S31	C	S	P	Si	Mn
DIN (Alem)	14401	≤ 0.08	0.03 (Máx)	0.05 (Max)	≤ 1.00	≤ 2.00
JIS (Jap)	SUS 316	CROMO	NIQUEL	MOLIBDENO	VANADIO	TUNGSTENO
UNI (Ital)	X5CrNiMo 17-12	Cr	Ni	Mo	V	W
Grado Thyssen	Remanit 4401	16.00 - 18.00	10.00 - 14.00	2.00 - 3.00	—	—

CARACTERÍSTICAS GENERALES	APLICACIONES
<p>Acero Inoxidable Austenítico aleado al Cromo-Níquel-Molibdeno.</p> <p>Alta resistencia a la corrosión aun superior a la del acero AISI 304.</p> <p>No magnético en estado recocido.</p> <p>Alta ductilidad y baja dureza en estado Recocido.</p> <p>Capacidad de endurecerse mediante deformación en frío.</p> <p>Resistente a altas temperaturas.</p> <p>Se utiliza como acero estructural y también como de construcción en algunos casos, de piezas poco exigidas mecánicamente.</p>	<p>Partes y piezas en la industria alimenticia, química y refinerías.</p> <p>Equipos Hospitalarios Quirúrgicos.</p> <p>Gran resistencia a la acción corrosiva de reactivos químicos, en especial al ácido sulfúrico.</p> <p>Aplicaciones a baja temperatura.</p>

## 4.12. ACERO PARA HERRAMIENTAS AISI 01

CARACTERÍSTICAS GENERALES	APLICACIONES
Es un acero para herramientas de baja aleación al Manganeso-Cromo-Tungsteno de los más utilizados para trabajos en frío.	Herramientas para cortar y formar en general.
Gran dureza superficial después del temple.	Moldes pequeños para plásticos.
Buena estabilidad dimensional.	Herramientas para fundición a presión de aleaciones no ferrosas base plomo, zinc y estaño.
Excelente maquinabilidad en estado recocido.	Troqueles para corte, estampado, escariadores, matrices, etc.
Buena tenacidad.	

TRATAMIENTO TÉRMICO DEL MATERIAL				
TRATAMIENTO	TEMPERATURA °C	MEDIO DE ENFRIAMIENTO	DUREZA	
			RC	HBN
NORMALIZADO				
RECOCIDO	760 – 790	HORNO		210 (Max)
TEMPLE	790 – 810	ACEITE, SALES	65 (Max)	
REVENIDO	175 – 260		56 - 62	
CEMENTACIÓN				



### 4.13. ACERO PARA HERRAMIENTAS AISI-O2

NORMAS EQUIVALENTES	
AFNOR (Fr)	90MV8
BS (Ingl)	B O 2
DIN (Alem)	1.2842/90MnCrV8
JIS (Jap)	
UNI (Ital)	88MnWV8
Grado Thyssen	Thyrodur 2842

RANGOS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA				
CARBONO	AZUFRE	FÓSFORO	SILICIO	MANGANESO
C	S	P	Si	Mn
0.85 - 0.95	0.03 (Máx)	0.03 (Max)	0.10 - 0.40	1.90 - 2.10
CROMO	NIQUEL	MOLIBDENO	VANADIO	TUNGSTENO
Cr	Ni	Mo	V	W
0.20 - 0.50	—	—	0.05 - 0.15	—

CARACTERÍSTICAS GENERALES	APLICACIONES
Acero para temple al aceite de mediana aleacion, aleado al Manganeso-Cromo.	Herramientas para cortar y troquelar.
Gran dureza superficial despues del temple.	Moldes pequeños para plásticos.
Buena estabilidad dimensional.	Cuchillas de corte para papel y materiales plasticos.
Excelente maquinabilidad en estado recocido.	Toda clase de herramientas de roscar como; machos, tarrajas, escariadores para trabajos a mano, fresas para madera, etc.
Buena tenacidad.	Las aplicaciones de este acero son similares a las del acero AISI O1
Buena resistencia a la descarburacion.	

TRATAMIENTO TÉRMICO DEL MATERIAL				
TRATAMIENTO	TEMPERATURA °C	MEDIO DE ENFRIAMIENTO	DUREZA RC	DUREZA HBN
NORMALIZADO				
RECOCIDO	745 – 775	HORNO		217 (Max)
TEMPLE	760 – 820	ACEITE, SALES	65 (Max)	
REVENIDO	175 – 265		57 - 62	
CEMENTACIÓN				



### 4.14. ACERO PARA HERRAMIENTAS AISI-A2

NORMAS EQUIVALENTES		RANGOS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA				
ASTM	A 681-76	CARBONO	AZUFRE	FÓSFORO	SILICIO	MANGANESO
BS (Ingl)	B A2	C	S	P	Si	Mn
DIN (Alem)	X100CrMoV5.1	0.95 - 1.05	0.035 (Máx)	0.035 (Max)	0.10 - 0.40	0.45 - 0.75
JIS (Jap)	SK D12	CROMO	NIQUEL	MOLIBDENO	VANADIO	TUNGSTENO
UNI (Ital)	X100CrMoV51KU	Cr	Ni	Mo	V	W
Grado Thyssen	Thyrodur 2363	4.75 - 5.50	—	0.90 - 1.40	0.15 - 0.50	—

CARACTERÍSTICAS GENERALES	APLICACIONES
Buena combinación de tenacidad y resistencia al desgaste.	Matrices
Máxima estabilidad dimensional y fácil maquinado.	Troqueles y Punzones.
Alta templabilidad, que permite endurecimiento profundo después del temple al aire .	Peines de roscar.
	Estampas para acuñar.
	Dados de extrusión en frío.
	Rodillos de alimentación.
	Cizallas, brochas.

TRATAMIENTO TÉRMICO DEL MATERIAL				
TRATAMIENTO	TEMPERATURA ° C	MEDIO DE ENFRIAMIENTO	DUREZA	
			RC	HBN
NORMALIZADO				
RECOCIDO	845 - 875	HORNO		229 (Max)
TEMPLE	930 - 980	AIRE	62 - 65	
REVENIDO	160 - 550	HORNO / AIRE	57 - 62	
CEMENTACIÓN				

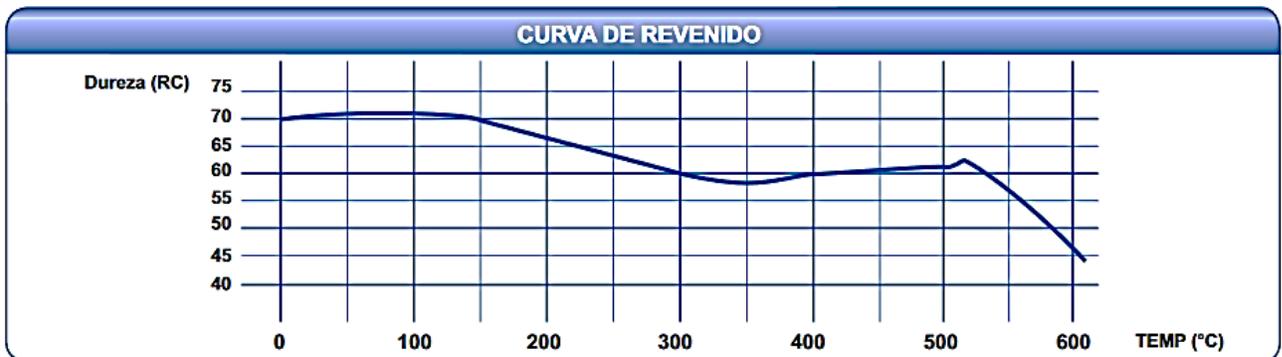
### 4.15. ACERO PARA HERRAMIENTAS AISI-D2

NORMAS EQUIVALENTES	
AFNOR (Fr)	Z155CDV 12.1
BS (Ingl)	BD2
DIN (Alem)	12379
JIS (Jap)	SKD11
UNI (Ital)	X155CrVMo12KU
Grado Thyssen	Thyrodur 2379

RANGOS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA				
CARBONO	AZUFRE	FÓSFORO	SILICIO	MANGANESO
C	S	P	Si	Mn
1.40 - 1.60	0.04 (Máx)	0.04 (Max)	0.30 - 0.50	0.30 - 0.60
CROMO	NIQUEL	MOLIBDENO	VANADIO	TUNGSTENO
Cr	Ni	Mo	V	W
11.00 - 13.00	—	0.70 - 1.20	1.10 (Max)	—

CARACTERÍSTICAS GENERALES	APLICACIONES
Es un acero para herramientas con alto contenido de Carbono, Cromo, Molibdeno y Vanadio.	Herramientas para corte de piezas (punzonado, desbastado, cizallado, etc).
Gran resistencia al desgaste	Cizallas circulares.
Elevada dureza	Dados para estirar en frío, dados para laminar roscas.
Buena tenacidad	Fresas para madera, brocas y buriles.
Gran estabilidad dimensional	Troqueles y matrices.
Alta templabilidad (Endurecimiento profundo)	Rodillos para formar tubos y perfiles.

TRATAMIENTO TÉRMICO DEL MATERIAL				
TRATAMIENTO	TEMPERATURA °C	MEDIO DE ENFRIAMIENTO	DUREZA	
			RC	HBN
NORMALIZADO	NO NORMALIZAR			
RECOCIDO	870 – 900	HORNO		240 (Max)
TEMPLE	980 – 1025	AIRE, ACEITE, SALES	65 (Max)	
REVENIDO	200 – 550		56 - 62	
CEMENTACIÓN				



### 4.16. ACERO PARA HERRAMIENTAS AISI-D3

NORMAS EQUIVALENTES	
AFNOR (Fr)	Z200C12
BS (Ingl)	BD3
DIN (Alem)	12080
JIS (Jap)	SKD1
UNI (Ital)	X210Cr13Ku
Grado Thyssen	Thyrodur 2080

RANGOS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA				
CARBONO	AZUFRE	FÓSFORO	SILICIO	MANGANESO
C	S	P	Si	Mn
2.00 - 2.35	0.04 (Máx)	0.04 (Max)	0.25 - 0.45	0.25 - 0.45
CROMO	NIQUEL	MOLIBDENO	VANADIO	TUNGSTENO
Cr	Ni	Mo	V	W
11.00 - 13.00	—	—	1.00 (Max)	1.00 (Max)

CARACTERÍSTICAS GENERALES	APLICACIONES
Es un acero para herramientas con alto contenido de Carbono y Cromo.	Herramientas para corte de piezas (punzonado, desbastado, cizallado, etc).
Gran resistencia al desgaste.	Cizallas circulares.
Alta dureza superficial.	Fresas para madera, brocas y buriles.
Gran estabilidad dimensional.	Dados para extrusión en frío.
Gran resistencia a la compresión.	Rodillos para formar tubos y perfiles.
Alta templabilidad pero inferior a la del AISI D2.	Matrickería y troquelaría.

TRATAMIENTO TÉRMICO DEL MATERIAL				
TRATAMIENTO	TEMPERATURA °C	MEDIO DE ENFRIAMIENTO	DUREZA	
			RC	HBN
NORMALIZADO	NO NORMALIZAR			
RECOCIDO	870 – 900	HORNO		255 (Max)
TEMPLE	925 – 980	ACEITE, SALES	66 (Max)	
REVENIDO	200 – 540		56 - 62	
CEMENTACIÓN				



### 4.17. ACERO PARA HERRAMIENTAS AISI-H13

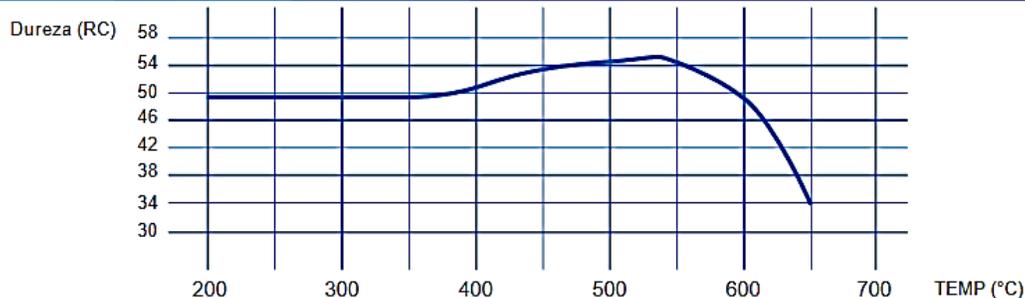
NORMAS EQUIVALENTES	
AFNOR (Fr)	Z40CDV 5.1
BS (Ingl)	BH13
DIN (Alem)	12344
JIS (Jap)	SKD61
UNI (Ital)	X35CrMoV05KU
Grado Thyssen	Thyrotherm 2344EFS

RANGOS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA				
CARBONO	AZUFRE	FÓSFORO	SILICIO	MANGANESO
C	S	P	Si	Mn
0.32 - 0.45	0.03 (Máx)	0.03 (Max)	0.80 - 1.20	0.20 - 0.50
CROMO	NIQUEL	MOLIBDENO	VANADIO	TUNGSTENO
Cr	Ni	Mo	V	W
4.75 - 5.50	—	1.10 - 1.75	0.80 - 1.20	—

CARACTERÍSTICAS GENERALES	APLICACIONES
<p>Acero aleado al Cromo-Molibdeno-Vanadio, probablemente el de mayor aplicación en herramientas para trabajo en caliente.</p> <p>Alta templabilidad, la cual le permite ser templado al aire.</p> <p>Excelente tenacidad.</p> <p>Alta resistencia en caliente (resistencia al revenido).</p> <p>Buenas propiedades de pulido después de bonificado (temple y revenido).</p>	<p>Herramientas para extrusión de Aluminio, Latón y Magnesio.</p> <p>Estampas y troqueles de forjado.</p> <p>Insertos para inyección de plásticos.</p> <p>Moldes para fundición a presión de metales ligeros.</p> <p>Rodillos de laminación.</p>

TRATAMIENTO TÉRMICO DEL MATERIAL				
TRATAMIENTO	TEMPERATURA °C	MEDIO DE ENFRIAMIENTO	DUREZA RC	DUREZA HBN
NORMALIZADO	NO NORMALIZAR			
RECOCIDO	845 – 900	HORNO		228 (Max)
TEMPLE	1000 – 1040	AIRE	55 (Max)	
REVENIDO	540 – 650		38 - 53	
CEMENTACIÓN				

CURVA DE REVENIDO H13



### 4.18. ACERO PARA HERRAMIENTAS AISI-P20

NORMAS EQUIVALENTES	
AFNOR (Fr)	34CD4
BS (Ingl)	708 A37
DIN (Alem)	1.2312
JIS (Jap)	
UNI (Ital)	35CrMo4
Grado Thyssen	

RANGOS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA				
CARBONO	AZUFRE	FÓSFORO	SILICIO	MANGANESO
C	S	P	Si	Mn
0.28 - 0.40	0.050 (Máx)	0.03 (Max)	0.20 - 0.80	0.60 - 1.50
CROMO	NIQUEL	MOLIBDENO	VANADIO	TUNGSTENO
Cr	Ni	Mo	V	W
1.40 - 2.00	—	0.30 - 1.20	—	—

CARACTERÍSTICAS GENERALES	APLICACIONES
Es un acero aleado al Cromo-Molibdeno, que en general se suministra bonificado (temple y revenido).	Herramientas para moldes plásticos por inyección y soplado.
Buena Maquinabilidad.	Herramientas para fundición a presión de aleaciones no ferrosas base plomo, estaño y zinc.
Buena homogeneidad estructural.	Elementos de maquinarias en general.
Buenas propiedades de pulido.	
Para máxima resistencia al desgaste opcionalmente se puede cementar o nitrurar.	

TRATAMIENTO TÉRMICO DEL MATERIAL				
TRATAMIENTO	TEMPERATURA °C	MEDIO DE ENFRIAMIENTO	RC	DUREZA HBN
NORMALIZADO	880 -- 900	AIRE		
RECOCIDO	770 -- 790	HORNO		210 (Max)
TEMPLE	820 -- 850	ACEITE, SALES	57 (Max)	
REVENIDO	480 -- 595			280 - 335
CEMENTACIÓN				



**4.19. BRONCE SAE 660**

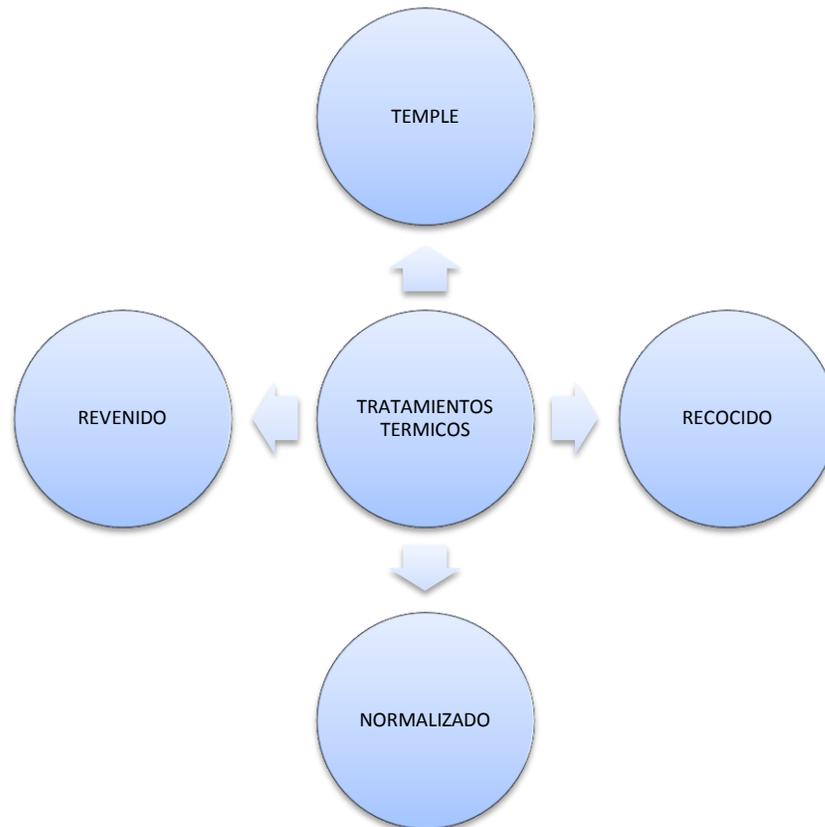
NORMAS EQUIVALENTES		RANGOS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA			
ASTM	NO APLICA	COBRE	PLOMO	ESTAÑO	ZINC
BS (Ingl)	NO APLICA	Cu	Pb	Sn	Zn
DIN (Alem)	NO APLICA	81 - 85	6.0 - 8.0	6.3 - 7.5	2.0 - 4.0
JIS (Jap)	NO APLICA				
UNI (Ital)	C93200				
Grado Thyssen	NO APLICA				
CARACTERÍSTICAS GENERALES		APLICACIONES			
Resistencia a la corrosión.		Bujes (salvo condiciones marginales) en:			
Cualidad antifricción.		-Motores Eléctricos.			
Buena Lubricación.		-Motocicletas.			
Exposición a altas temperaturas.		-Maquinarias agrícolas.			
		-Rodillo de cintas transportadoras.			
		-Bujes para la industria automotriz en general.			
		-Buen uso como buje de velocidad.			

**4.20. BRONCES (LA PALOMA)**

CDA	SAE	Cobre %	Estaño %	Plomo %	Zinc %	Alum. % Max	Níquel % Max	Hierro % Max	Otros % Max.	Resistencia a la Tensión Mínima	% Alargamiento en 5 cm.	Dureza Brinell En 500 Kg.	Densidad (gr/cm <sup>3</sup> ) a 20°C
Sinterizado	841	86.3-90.5	9.5-10.5	-	-	-	-	1	1.75 C	14000			6.6
844	STD.	79-82	2.3-3.5	6-8	7-10	-	0.8	0.3	0.3	29000	18	50-60	8.33
905	62	86-89	9-11	0-0.3	1-3	0.005	1	0.15	0.3	40000	20	75-85	8.72
932	660	82-84	6.5-7.5	6.5-7.7	2.5-4	-	0.8	0.2*	0.4	30000	12	55-65	8.93
937	64	78-81	9-11	8-11	0-0.75	0.005	0.5	0.15	0.6	34000	22-8	56-70	8.86
964	Bronce al Al.	85-88	-	-	-	10-11.5	0.2-5	3-5	0.5	75000 90000	12-6	150-190 (3000 Kgs)	7.45
180	Bronce al Ni Cr	95 Min	0.4-0.8 Si.	-	-	-	1.8-3	0.15	0.1-0.8 Cr	100000	13	210 (3000 kgs)	
C 630	Bronce Ni-Al	82	-	-	-	10	5	3	-				7.58

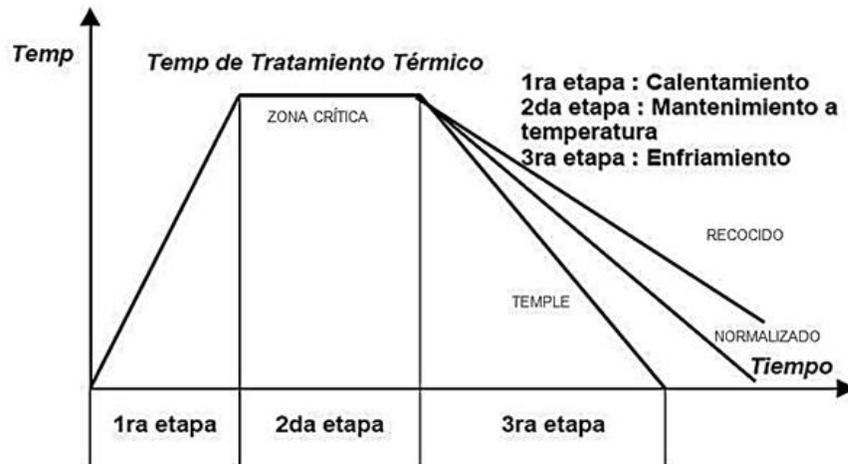
## ***5. TRATAMIENTOS TÉRMICOS***

## 5.1. PRINCIPALES TRATAMIENTOS TÉRMICOS APLICABLES A LOS ACEROS

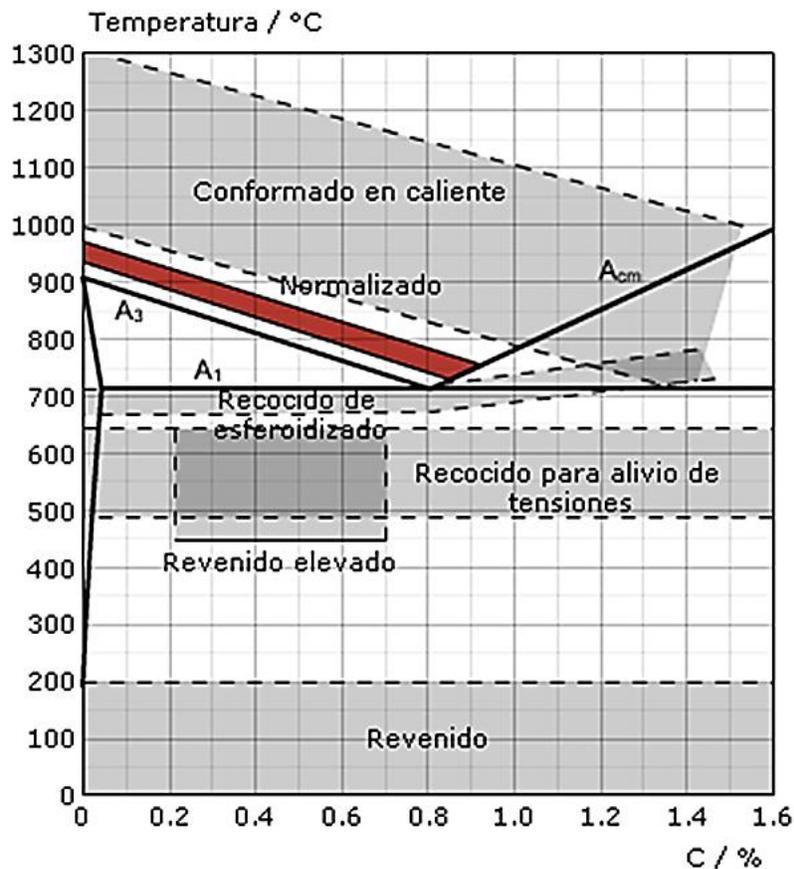


- **Templado:** su finalidad es aumentar la dureza y la resistencia del acero.
- **Revenido:** sólo se aplica a los aceros templados, para disminuir ligeramente los efectos del temple, conservando parte de la dureza y aumentar la tenacidad.
- **Recocido:** es empleado para suprimir las tensiones internas remanentes del temple, haciendo desaparecer la dureza.
- **Normalizado:** tiene por objeto dejar un material en estado normal, es decir, ausencia de tensiones internas y con una distribución uniforme del carbono. Se suele emplear como tratamiento previo al temple y al revenido

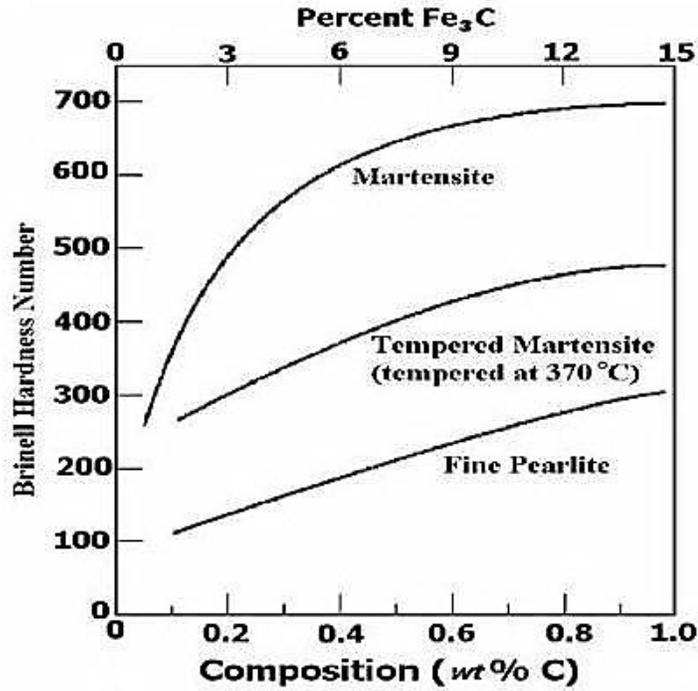
### 5.2. ETAPAS DE LOS TRATAMIENTOS TÉRMICOS



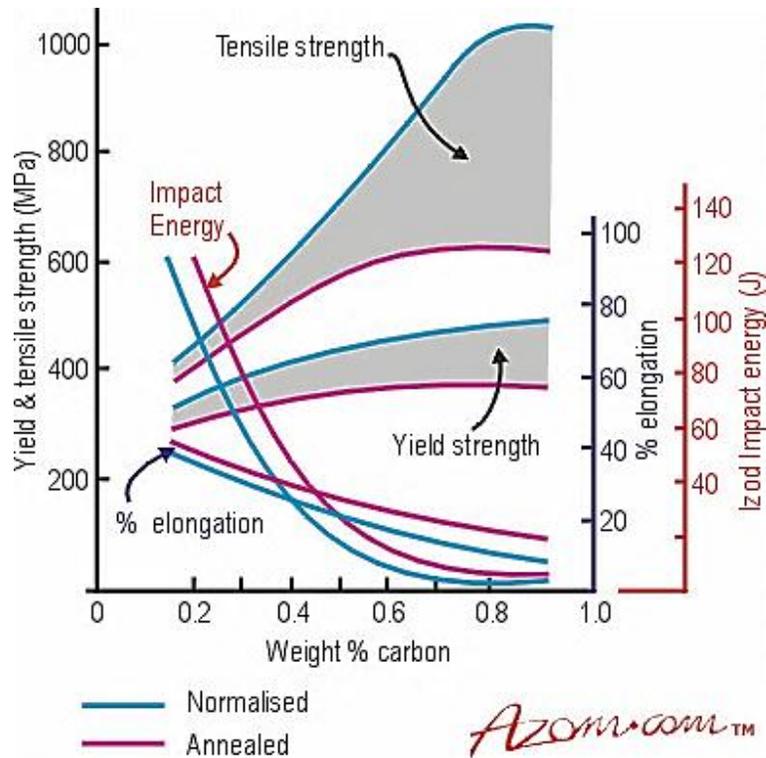
### 5.3. TEMPERATURAS RECOMENDADAS PARA LOS PRINCIPALES TRATAMIENTOS TÉRMICOS



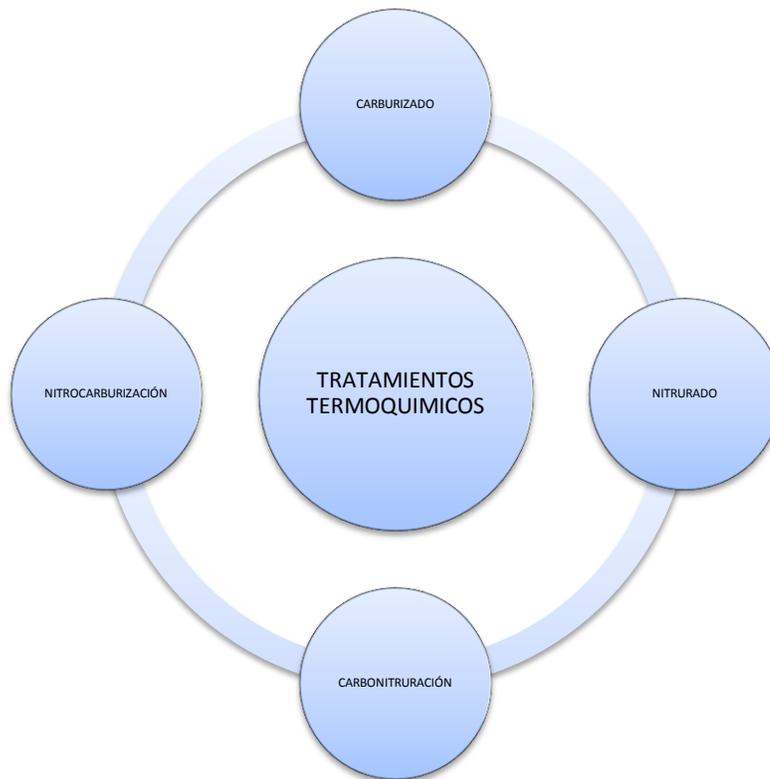
**5.4. EFECTO DEL CONTENIDO DE CARBONO EN LA DUREZA DE VARIAS MICROESTRUCTURAS DEL ACERO**



**5.5. PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ACERO RECOCIDO O NORMALIZADO**



## 5.6. TRATAMIENTOS TERMOQUÍMICOS APLICABLES A LOS ACEROS

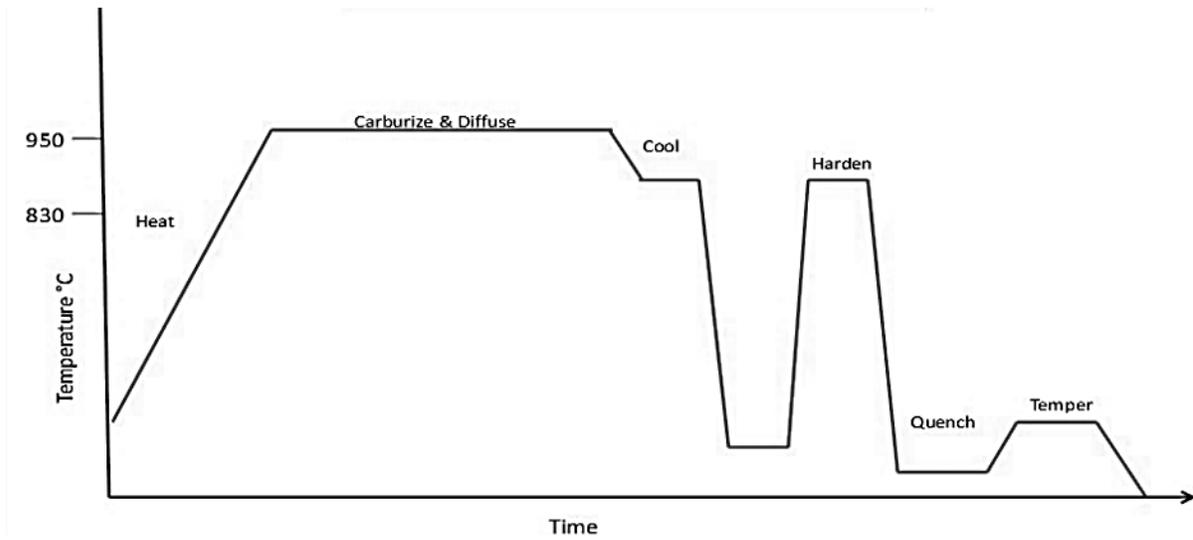


PROCESOS	PROPIEDADES	APLICACIONES
CEMENTACIÓN	Dureza y resistencia al desgaste, tenacidad frente al choque. Capas desde 0'6 mm.	Engranajes, ejes, piñones, cigüeñales, bielas, manguitos, bulones, levas, casquillos, etc.
CARBONITRURACIÓN	Dureza y resistencia al desgaste, tenacidad frente al choque. Resistencia a fatiga. Capas hasta 0'5 mm.	Tornillería, rodamientos, cadenas, ejes de pequeña dimensión, etc.
NITRURACIÓN	Dureza y resistencia a fricción y temple. Capas de 0'1 a 0'5 mm.	Matrices, casquillos, punzones, piezas de automoción, camisas, etc.
NITROCARBURACIÓN	Antirayadores, desgaste y fatiga. Capas de 0'1 a 0'5 mm.	Matrices, casquillos, punzones, piezas de automoción, camisas, etc.

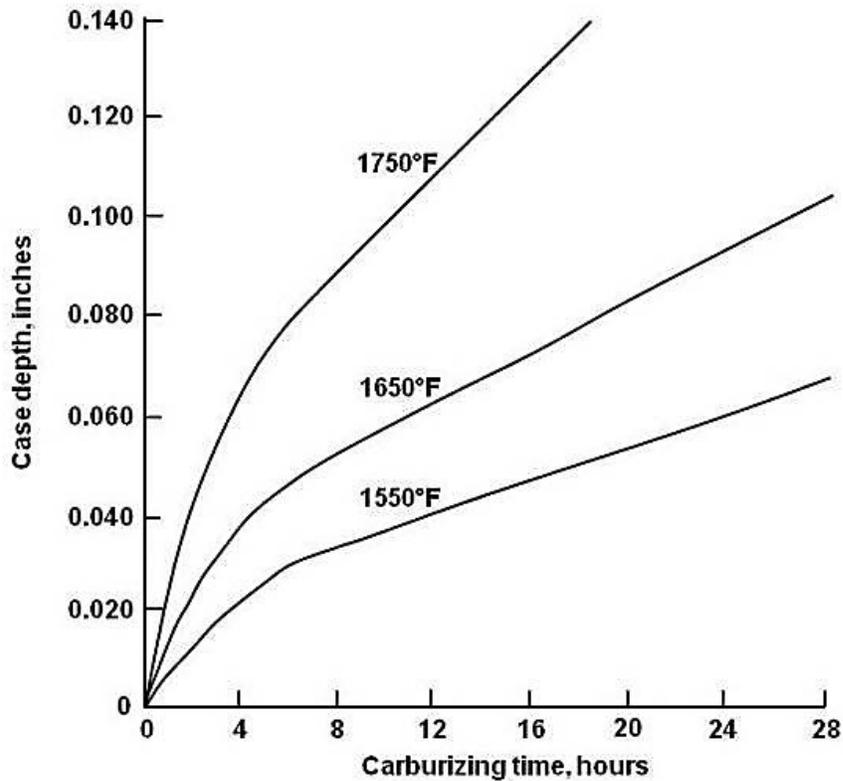
### 5.7. TRATAMIENTOS TERMOQUÍMICOS RECOMENDADOS PARA LOS DIFERENTES ACEROS

350W		✓
44W		✓
1018		✓
1026		✓
1117		✓
12L14		✓
3312	✓	✓
4320	✓	
4620	✓	
5120	✓	✓
8620	✓	
9310 - AMS 6260, 6265	✓	
42CrMo4	✓	
17CrNiMo6	✓	
18CrNiMo7-6	✓	

**5.8. CICLO TÍPICO DE CARBURIZACIÓN DE UN ACERO**



**5.9. PROFUNDIDAD DE ENDURECIMIENTO EN FUNCIÓN DEL TIEMPO Y TEMPERATURA**



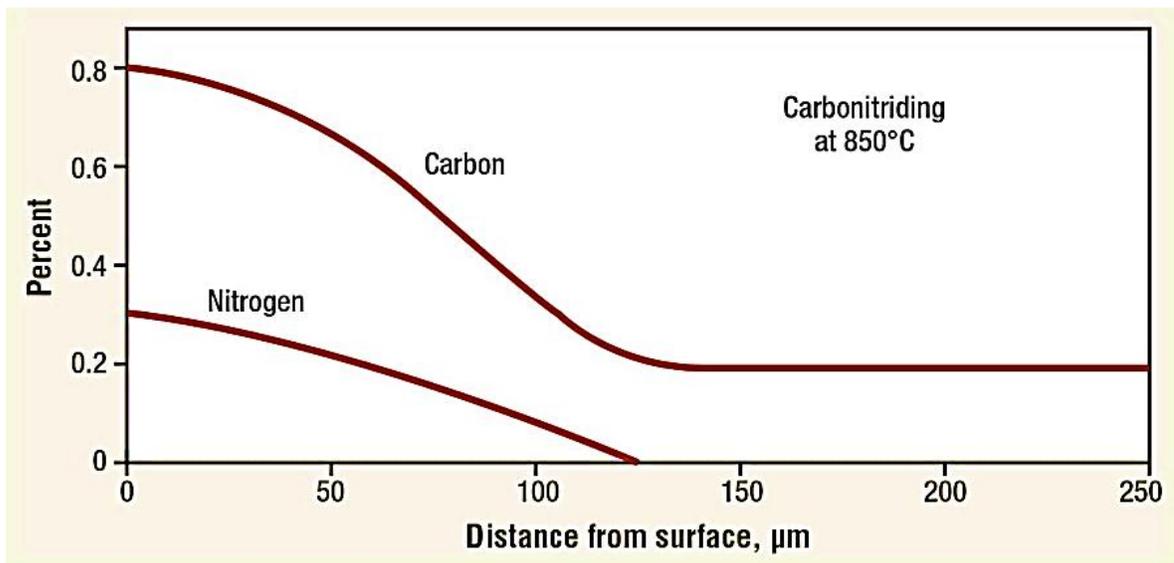
### 5.10. CARBUNITRURACIÓN (CIANURADO)

Proceso de carburización con un poco de nitrógeno adicionado (por ejemplo 5% de  $\text{NH}_3$ )

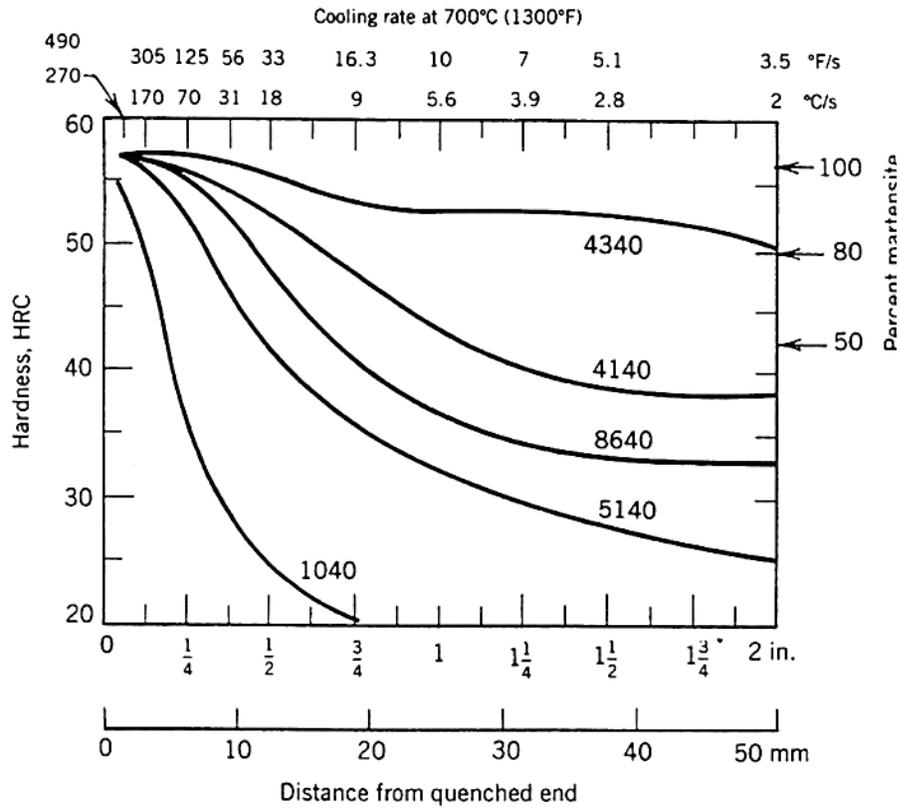
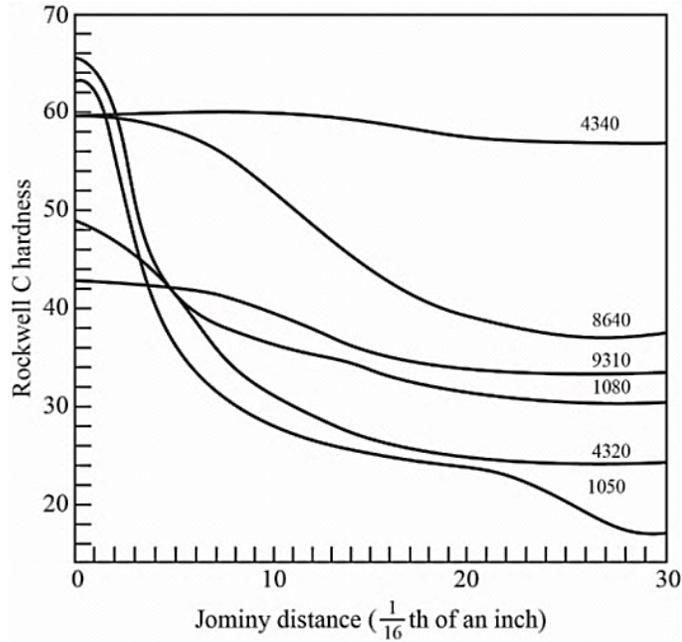
- Temperatura de proceso (860-870°C)
- Espesor de endurecimiento: 0.25 -> 0.5 mm

- Tiempo de proceso: 2-5 horas
- Temple final en aceite o baño caliente (160°C)
- Revenido a baja temperatura

### 5.11. CONTENIDO DE $\text{C}_2$ Y $\text{N}_2$ A UNA TEMPERATURA DE 850°C

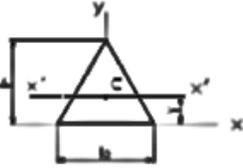
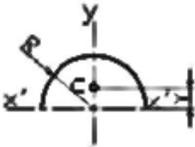
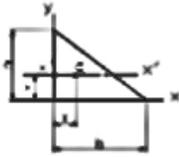


### 5.12. CURVAS DE TEMPLABILIDAD PARA DISTINTOS ACEROS SIMPLES Y ALEADOS



## **6. ELEMENTOS DE MÁQUINAS**

### 6.1. CENTROIDE Y MOMENTOS DE INERCIA PARA LAS FORMAS GEOMÉTRICAS MÁS COMUNES.

Forma	Área	Centroide	Momento de inercia $I_{x'-x'}$
	$A = b \cdot h$	$\bar{x} = \frac{b}{2}$ $\bar{y} = \frac{h}{2}$	$I = \frac{1}{12}bh^3$
	$A = \frac{b \cdot h}{2}$	$\bar{x} = 0$ $\bar{y} = \frac{1}{3}h$	$I = \frac{1}{36}bh^3$
	$A = \frac{1}{4}\pi D^2$ $A = \pi R^2$	$\bar{x} = 0$ $\bar{y} = 0$	$I = \frac{\pi D^4}{64}$
	$A = \frac{\pi R^2}{2}$	$\bar{x} = 0$ $\bar{y} = \frac{4R}{3\pi}$	$I = 0.11R^4$
	$A = \frac{\pi R^2}{4}$	$\bar{x} = \frac{4R}{3\pi}$ $\bar{y} = \frac{4R}{3\pi}$	$I = 0.055R^4$
	$A = \frac{b \cdot h}{2}$	$\bar{x} = \frac{1}{3}b$ $\bar{y} = \frac{1}{3}h$	$I = \frac{1}{36}bh^3$
	$A = \frac{a \cdot h}{3}$	$\bar{x} = \frac{3a}{4}$ $\bar{y} = \frac{3h}{10}$	$I = \frac{8a^3b}{175}$

**6.2. TAMAÑO DE CUÑA CONTRA TAMAÑO DE FLECHA.**

DIÁMETRO NOMINAL DE LA FLECHA (Pulg)			Tamaño nominal de la cuña	
			Altura $H$ (Pulg)	
Mas de	Hasta (incluso)	Espesor, $W$	Cuadrada	Rectangular
5/16	7/16	3/32	3/32	
7/16	9/16	1/8	1/8	3/32
9/16	7/8	3/16	3/16	1/8
7/8	1 1/4	1/4	1/4	3/16
1 1/4	1 3/8	5/16	5/16	1/4
1 3/8	1 3/4	3/8	3/8	1/4
1 3/4	2 1/4	1/2	1/2	3/8
2 1/4	2 3/4	5/8	5/8	7/16
2 3/4	3 1/4	3/4	3/4	1/2
3 1/4	3 3/4	7/8	7/8	5/8
3 3/4	4 1/2	1	1	3/4
4 1/2	5 1/2	1 1/4	1 1/4	7/8
5 1/2	6 1/2	1 1/2	1 1/2	1
6 1/2	7 1/2	1 3/4	1 3/4	1 1/2
7 1/2	9	2	2	1 1/2
9	11	2 1/2	2 1/2	1 3/4
11	13	3	3	2
13	15	3 1/2	3 1/2	2 1/2
15	18	4		3
18	22	5		3 1/2
22	26	6		4
26	30	7		5

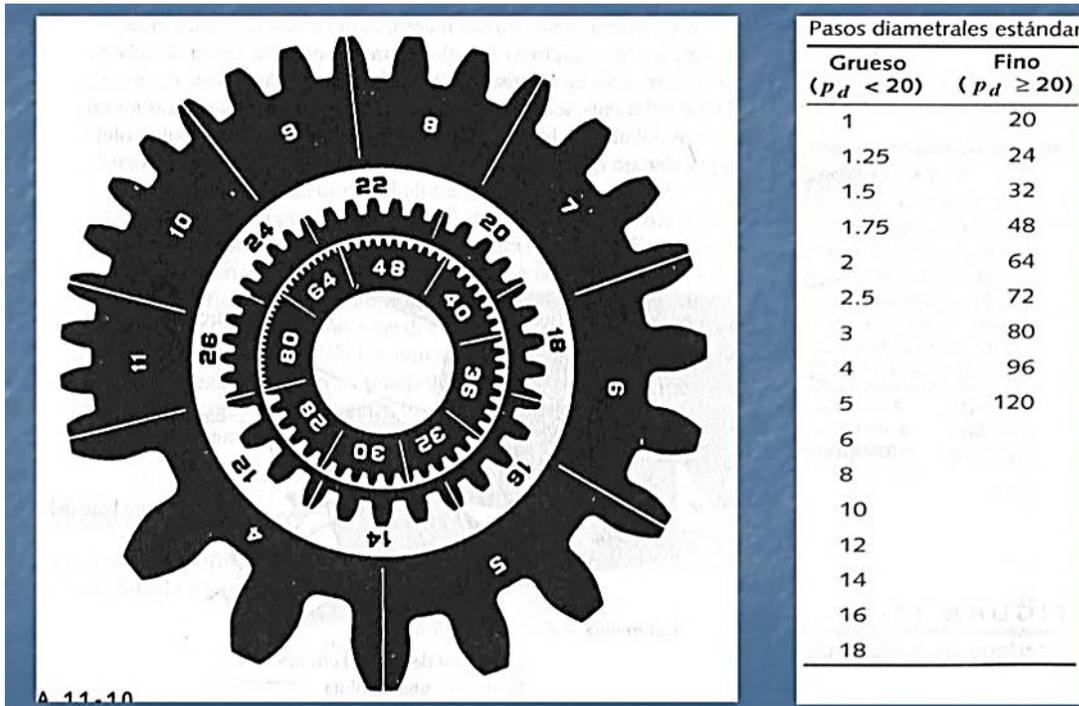
*Nota.- No se recomienda el uso de los valores que aparecen en las áreas sombreadas.*

### ***6.3. TIPOS DE ENGRANES***

<p><i>DE DIENTES RECTOS</i></p>	
<p><i>DE DIENTES HELICOIDALES</i></p>	
<p><i>DOBLE HELICOIDAL</i></p>	
<p><i>HERRINGBONE</i></p>	
<p><i>CÓNICOS RECTOS</i></p>	

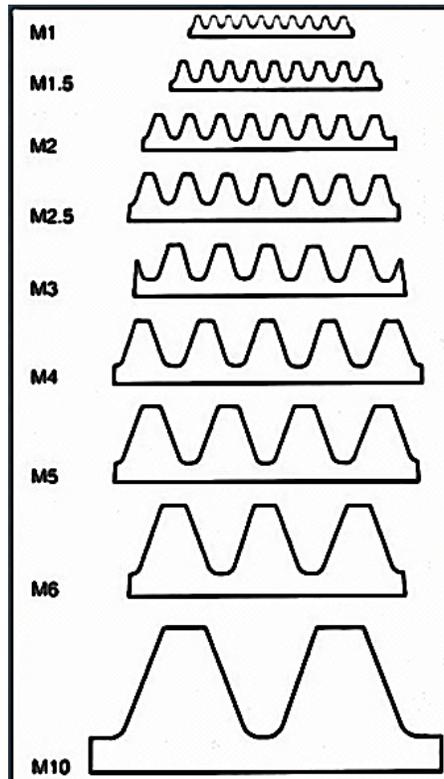
<p><i>CÓNICOS HELICOIDALES</i></p>	
<p><i>CÓNICOS HIPOIDES</i></p>	
<p><i>ESPIROIDES</i></p>	
<p><i>SINFÍN-CORONA</i></p>	
<p><i>HELICOIDAL CRUZADO</i></p>	

### 6.4. PASOS DIAMETRALES ESTÁNDAR (DIAMETRAL PITCH)

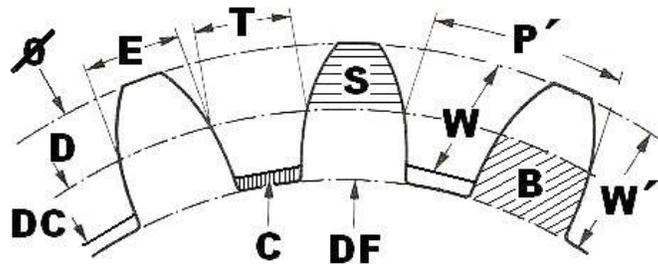


	$14\frac{1}{2}$ profundidad completa	$14\frac{1}{2}$ compuesto	20° involuta profundidad completa	20° corto involuta	20° paso grueso	20° paso fino	25° involuta profundidad completa
Adendo	$\frac{1}{P}$	$\frac{1}{P}$	$\frac{1}{P}$	$\frac{0.8}{P}$	$\frac{1}{P}$	$\frac{1}{P}$	$\frac{1}{P}$
Dedendo	$\frac{1.157}{P}$	$\frac{1.157}{P}$	$\frac{1.25}{P}$	$\frac{1}{P}$	$\frac{1.25}{P}$	$\frac{1.2}{P} + 0.002 \text{ plg}$	$\frac{1.25}{P}$
Huelgo	$\frac{0.157}{P}$	$\frac{0.157}{P}$	$\frac{0.25}{P}$	$\frac{0.2}{P}$	$\frac{0.25}{P}$	$\frac{0.2}{P} + 0.002 \text{ plg}$	$\frac{0.25}{P}$
Profundidad de trabajo	$\frac{2}{P}$	$\frac{2}{P}$	$\frac{2}{P}$	$\frac{1.6}{P}$	$\frac{2}{P}$	$\frac{2}{P}$	$\frac{2}{P}$
Profundidad total	$\frac{2.157}{P}$	$\frac{2.157}{P}$	$\frac{2.25}{P}$	$\frac{1.8}{P}$	$\frac{2.25}{P}$	$\frac{2.2}{P} + 0.002 \text{ plg}$	$\frac{2.25}{P}$

### 6.5. MÓDULOS MÉTRICOS ESTÁNDAR



Módulos métricos estándar	
Módulo métrico (mm)	Equivalente $P_d$ (in <sup>-1</sup> )
0.3	84.67
0.4	63.50
0.5	50.80
0.8	31.75
1	25.40
1.25	20.32
1.5	16.93
2	12.70
3	8.47
4	6.35
5	5.08
6	4.23
8	3.18
10	2.54
12	2.12
16	1.59
20	1.27
25	1.02



- D = DIAMETRO PRIMITIVO
- P' = PASO CIRCULAR
- S = SUPLEMENTO O CABEZA
- B = BASE O PIE
- C = CLARO O HUELGO
- T = ESPACIO ENTRE DIENTES
- W = PROF. UTIL DEL DIENTE
- W' = PROF. TOTAL DEL DIENTE
- E = ESPESOR
- $\phi$  = DIAMETRO EXTERIOR
- DC = DIAMETRO DE CLARO
- DF = DIAMETRO DE FONDO

E y T SE MIDEN A PARTIR DEL DIAMETRO PRIMITIVO

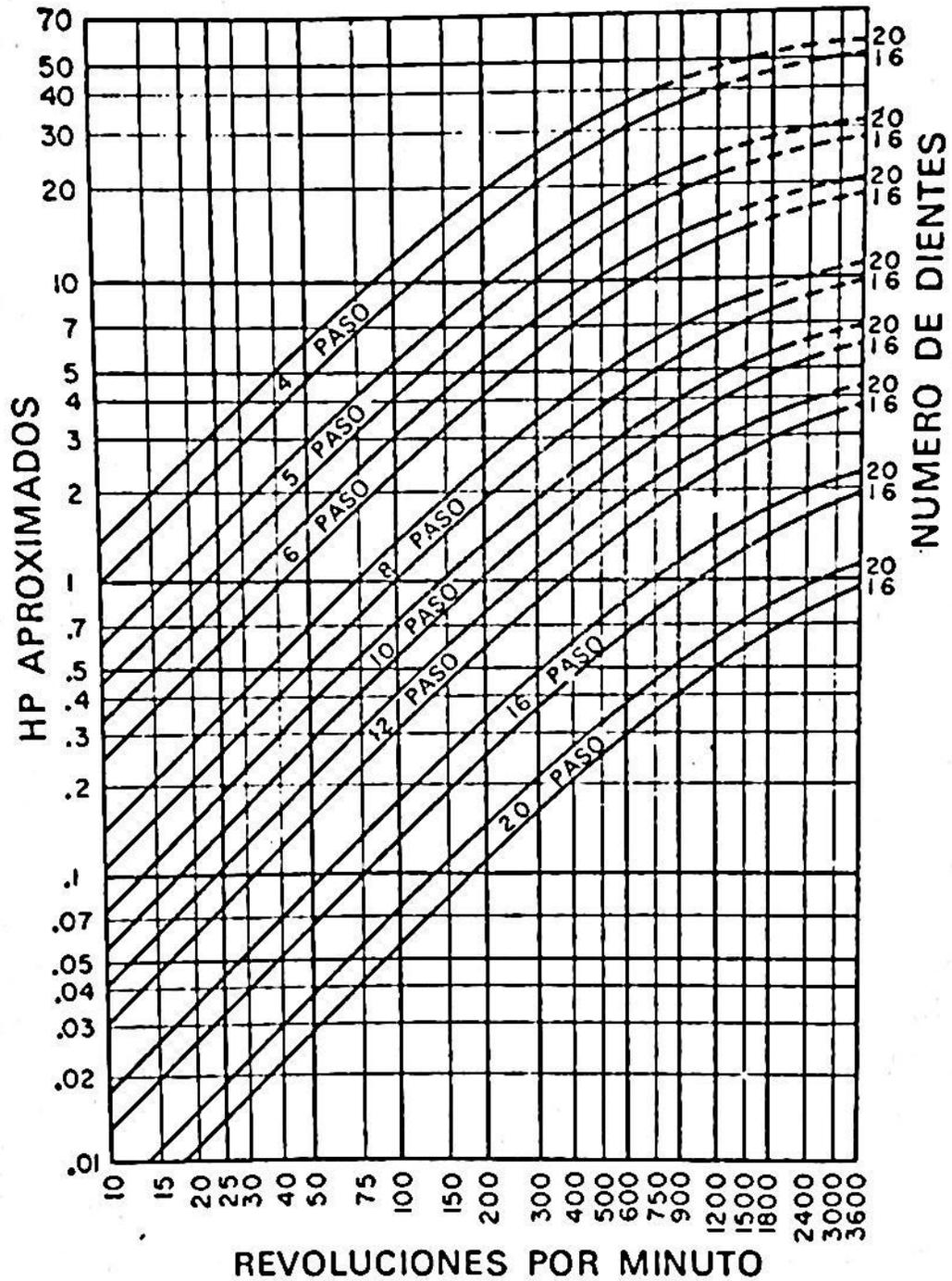
#### CALCULO DE ENGRANES

##### FORMULAS

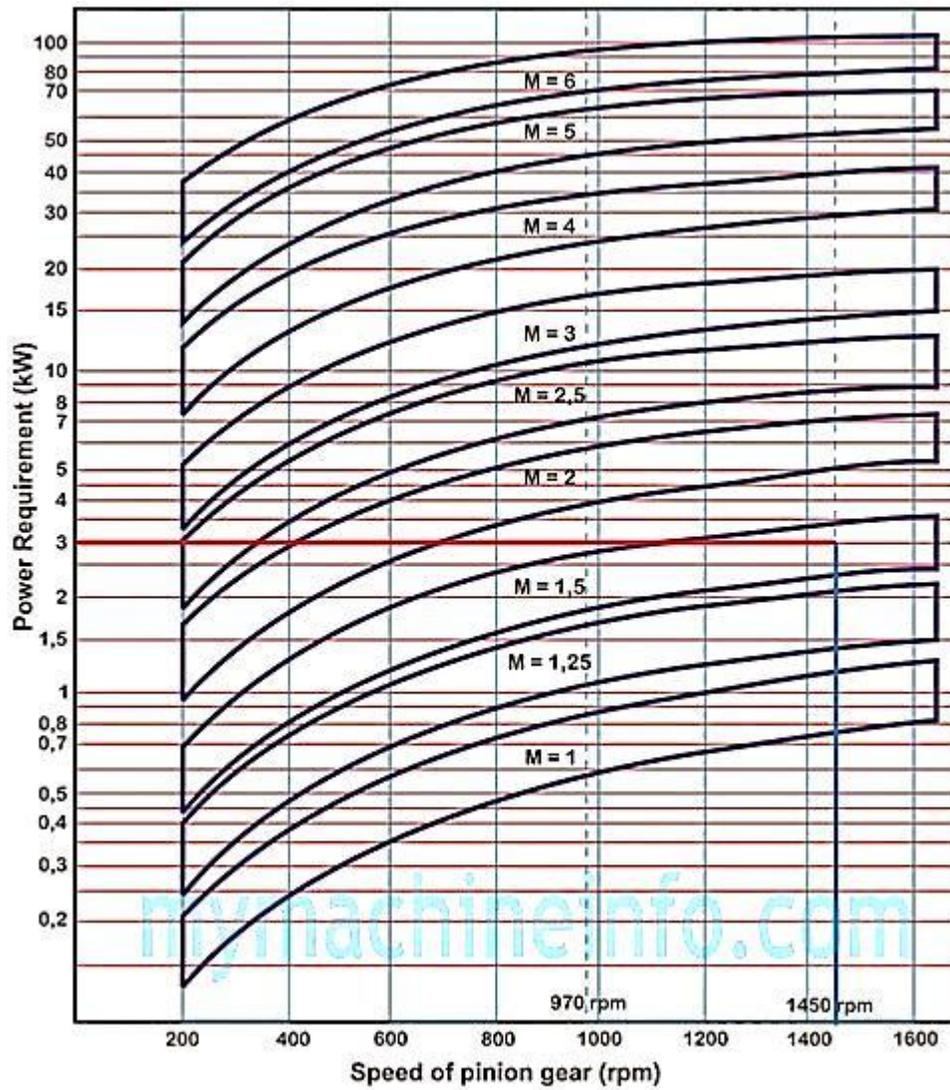
M = MODULO (PASO DE CORTADOR)    L = LONGITUD DE LA CREMALLERA  
 N = NUMERO DE DIENTES

$M = \frac{P'}{\pi}$	$P' = M\pi$	$D = NM$	$\phi = (N + 2)M$	$E = \frac{P'}{2}$	$C = \frac{E}{10}$	$W = \frac{E}{10} + 2M$	S = MODULO B = MODULO
----------------------	-------------	----------	-------------------	--------------------	--------------------	-------------------------	--------------------------

**6.6. GUÍA MUY BÁSICA PARA DISEÑO DE ENGRANES DE DIENTES RECTOS, SISTEMA PASO DIAMETRAL A 20°**



## 6.7. GUÍA MUY BÁSICA PARA DISEÑO DE ENGRANES DE DIENTES RECTOS, SISTEMA MÓDULO A 20°

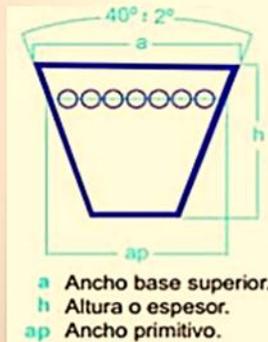


### 6.8. SELECCIÓN DE BANDAS EN V (GUÍA MUY BÁSICA)

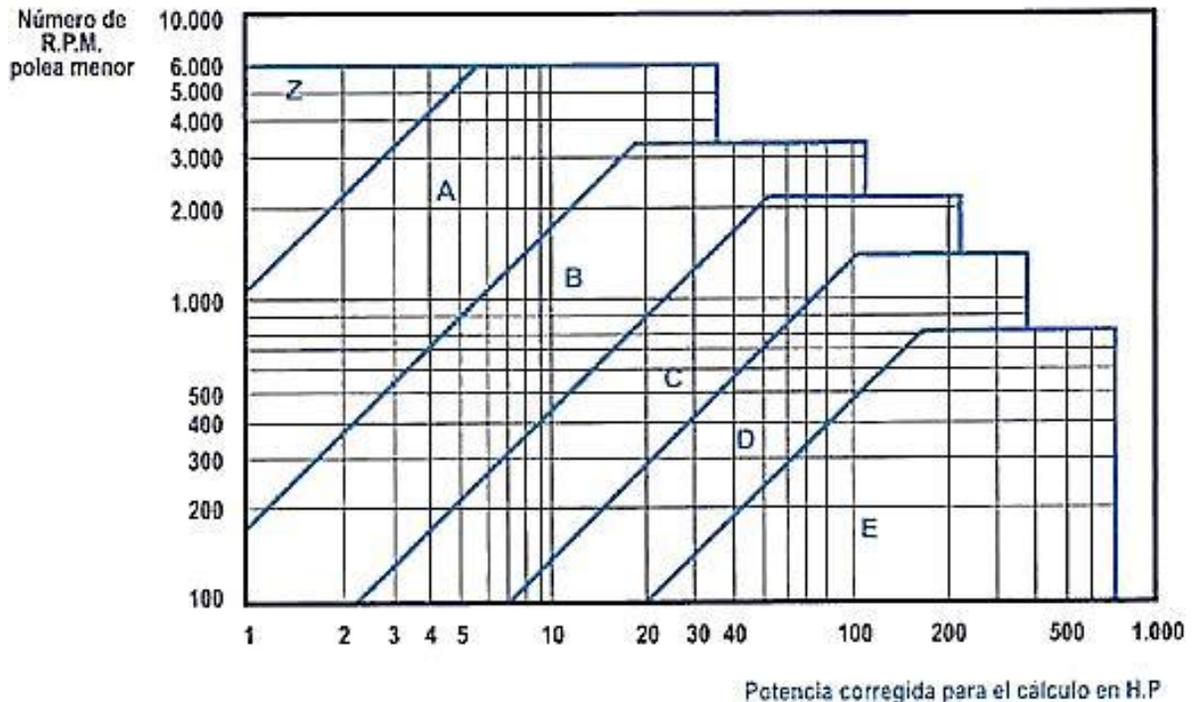
Según las normas ISO las correas trapeciales se dividen en dos grandes grupos:

Las correas de secciones con los perfiles clásicos Z, A, B, C, D y E,

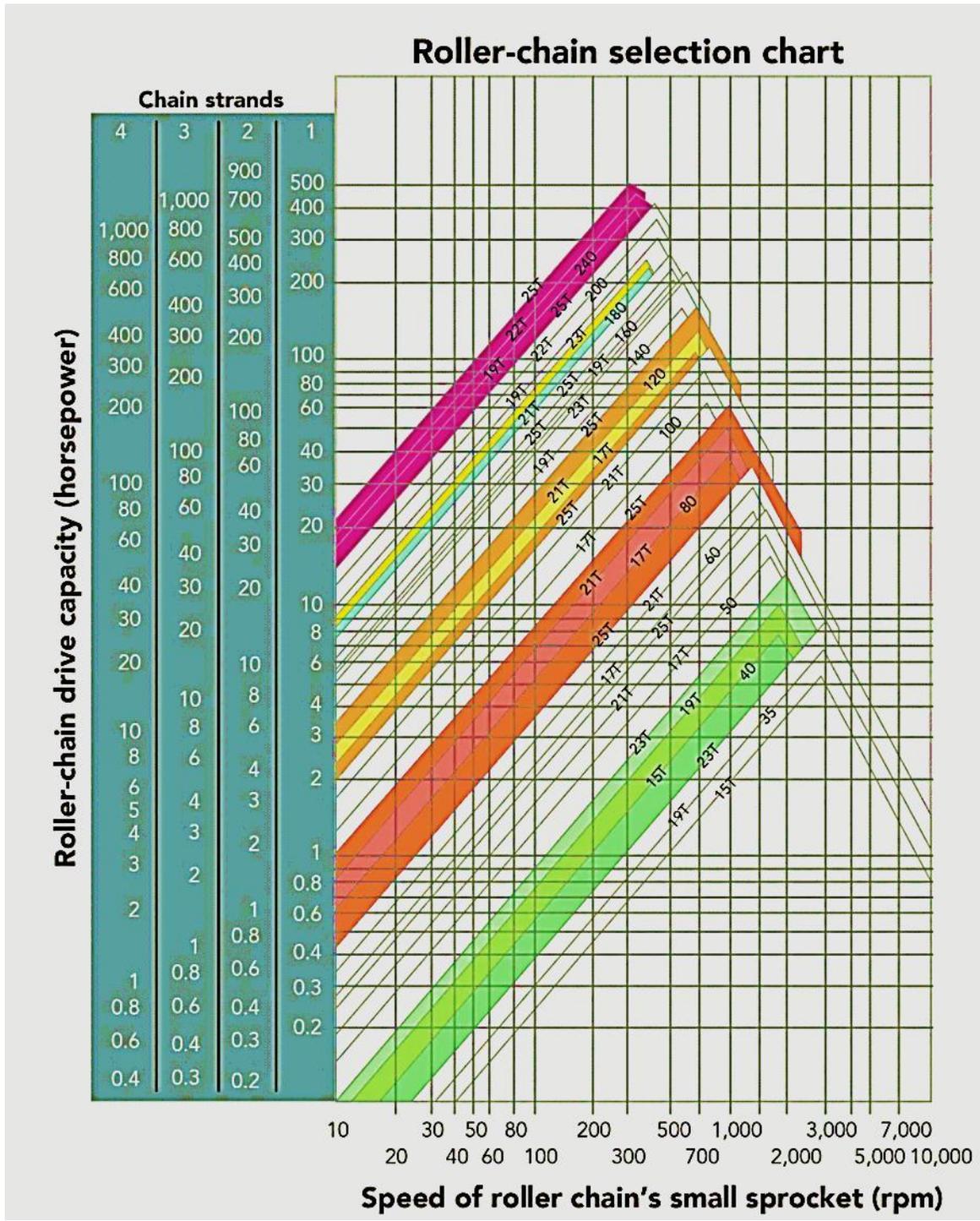
Las correas estrechas de secciones SPZ, SPA, SPB Y SPC. En la figura adjunta se representa esquemáticamente una sección tipo de correa trapecial o correa en "V":



Sección	a mm	h mm	ap mm
Z	10	6	8.5
A	13	8	11
B	17	11	14
C	22	14	19
D	32	19	27
E	38	25	32



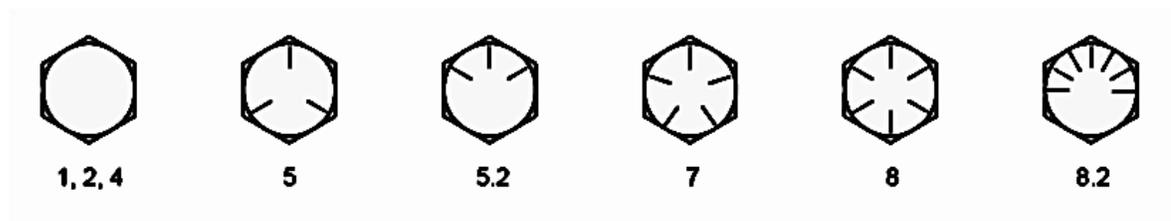
### 6.9. SELECCIÓN DE CADENAS (GUÍA MUY BÁSICA)



### 6.10. ESPECIFICACIONES SAE PARA PERNOS UNS DE ACERO.

Grado SAE	Intervalo de tamaños (Inclusive) (in)	Resistencia límite mínima a la tracción $S_p$ (ksf)	Resistencia de fluencia mínima a la tracción $S_f$ (ksf)	Resistencia última mínima a la tracción $S_u$ (ksf)	Características del acero
1	¼ a 1½	33	36	60	Medio o bajo carbono
2	¼ a ¾	55	57	74	Medio o bajo carbono
	7/8 a 1½	33	36	60	
4	¼ a 1½	65	100	115	Medio carbono estirado en frío
5	¼ a 1	85	92	120	Medio carbono templado y revenido
	1 1/8 a 1½	74	81	105	
5.2	¼ a 1	85	92	120	Martensítico de bajo carbono, templado y revenido
7	¼ a 1½	105	115	133	Aleado de medio carbono, templado y revenido
8	¼ a 1½	120	130	150	Aleado de medio carbono, templado y revenido
8.2	¼ a 1	120	130	150	Martensítico de bajo carbono, templado y revenido

### 6.11. MARCAS EN LAS CABEZAS DE LOS PERNOS PARA LOS DIFERENTES GRADOS SAE



### 6.12. ESPECIFICACIONES PARA PERNOS MÉTRICOS DE ACERO.

Clase	Intervalo de tamaños (inclusive) (mm)	Resistencia límite mínima a la tracción $S_p$ (MPa)	Resistencia de fluencia mínima a la tracción $S_r$ (MPa)	Resistencia última mínima a la tracción $S_u$ (MPa)	Características del acero
4.6	M5-M36	225	240	400	Medio o bajo carbono
4.8	M1.6-M16	310	340	420	Medio o bajo carbono
5.8	M5-M24	380	420	520	Medio o bajo carbono
8.8	M16-M36	600	660	830	Medio o bajo carbono, templado y revenido
9.8	M1.6-M16	650	720	900	Medio o bajo carbono, templado y revenido
10.9	M5-M36	830	940	1040	Martensítico de bajo carbono, templado y revenido
12.9	M1.6-M36	970	1100	1220	De aleación, templado y revenido

### 6.13. MARCAS EN LAS CABEZAS DE LOS PERNOS MÉTRICOS PARA DIFERENTES CLASES



**6.14. DIÁMETROS NORMALIZADOS PARA ALAMBRES**

<b>CALIBRE</b>	<b>Alambre de acero (pulg)</b>	<b>Alambre cuerda de piano (pulg)</b>	<b>Calibre Brown &amp; Sharpe (pulg)</b>	<b>Diámetros métricos recomendables (mm)</b>
7/10	0.490	-	-	13.0
6/0	0.4615	0.004	0.580	12.0
5/0	0.4305	0.005	0.516	11.0
4/0	0.393	0.006	0.460	10.0
3/0	0.362	0.007	0.409	9.0
2/0	0.331	0.008	0.364	8.5
0	0.306	0.009	0.324	8.0
1	0.283	0.010	0.289	7.0
2	0.262	0.011	0.257	6.5
3	0.243	0.012	0.229	6.0
4	0.225	0.013	0.204	5.5
5	0.207	0.014	0.181	5.0
6	0.192	0.016	0.162	4.8
7	0.177	0.018	0.144	4.5
8	0.162	0.020	0.128	4.0
9	0.148	0.022	0.114	3.8
10	0.135	0.024	0.101	3.5
11	0.120	0.026	0.090	3.0
12	0.105	0.029	0.080	2.8
13	0.091	0.031	0.072	2.5
14	0.080	0.033	0.064	2.0
15	0.072	0.035	0.057	1.8
16	0.062	0.037	0.050	1.6
17	0.054	0.039	0.045	1.4
18	0.047	0.041	0.040	1.2
19	0.041	0.043	0.035	1.0
20	0.034	0.045	0.032	0.9
21	0.031	0.047	0.028	0.80
22	0.028	0.049	0.025	0.70
23	0.025	0.051	0.022	0.65
24	0.023	0.055	0.020	0.6 ó 0.55
25	0.020	0.059	0.017	0.50 ó 0.55
26	0.018	0.063	0.015	0.45
27	0.017	0.067	0.014	0.45
28	0.016	0.071	0.012	0.40
29	0.015	0.075	0.011	0.40
30	0.014	0.080	0.010	0.35
31	0.013	0.085	0.008	0.35
32	0.012	0.090	0.0079	0.30 ó 0.35
33	0.011	0.095	0.007	0.30
34	0.010	0.100	0.0063	0.28

35	0.0095	0.106	0.00501	0.25
36	0.0090	0.102	0.00500	0.22
37	0.0085	0.118	0.00445	0.22
38	0.0085	0.124	0.00396	0.20
39	0.008	0.130	0.00353	0.20
40	0.0070	0.138	0.00314	0.18

### 6.15. Calibres de lámina de acero sin recubrir (lámina negra)

Calibre No.	Espesor (pulgadas)	Espesor (mm)
1/2"	0.5	12.7
7/16"	0.4375	11.11
3/8"	0.375	9.53
5/16"	0.3125	7.94
1/4"	0.25	6.35
3	0.2391	6.07
4	0.2242	5.69
5	0.2092	5.31
6	0.1943	4.94
3/16"	0.1875	4.76
7	0.1793	4.55
8	0.1644	4.18
9	0.1495	3.8
10	0.1345	3.42
1/8"	0.125	3.18
11	0.1196	3.04
12	0.1046	2.66
13	0.0897	2.28
14	0.0747	1.9
15	0.0673	1.71
1/16"	0.0625	1.59
16	0.0598	1.52
17	0.0538	1.37
18	0.0478	1.21
19	0.0418	1.06
20	0.0359	0.91
21	0.0329	0.84
1/32"	0.0312	0.79
22	0.0299	0.76
23	0.0269	0.68
24	0.0239	0.61
25	0.0209	0.53
26	0.0179	0.45
27	0.0164	0.42

### 6.16. CALIBRES DE LÁMINA GALVANIZADA LISA DE ACERO

Calibre	Espesor mm	Ancho m	Largo m	Peso/pza kg
26	0.45	1.000	2.000	7.611
		1.200	2.440	11.143
		1.200	3.050	13.928
24	0.60	1.000	2.000	10.026
		1.200	2.440	14.678
		1.200	3.050	18.348
22	0.70	1.000	2.000	11.636
		1.200	2.440	17.035
		1.200	3.050	21.294
20	0.90	1.000	2.000	14.856
		1.200	2.440	21.749
		1.200	3.050	27.186
18	1.20	1.000	2.000	19.686
		1.200	2.440	28.820
		1.200	3.050	36.025
16	1.50	1.000	2.000	24.516
		1.200	2.440	35.905
		1.200	3.050	44.881
14	1.90	1.000	2.000	30.956
		1.200	2.440	45.320
		1.200	3.050	56.649

### 6.17. CALIBRES DE LÁMINA DE ALUMINIO



Calibre	mm	Pulgadas	Anchos ft	Largos ft
C4	6.045	0.238"	3 o 4	8 o 10
C6	5.156	0.203"	3 o 4	8 o 10
C8	4.191	0.165"	3 o 4	8 o 10
C10	3.404	0.134"	3 o 4	8 o 10
C12	2.769	0.109"	3 o 4	8 o 10
C14	2.108	0.083"	3 o 4	8 o 10
C16	1.651	0.065"	3 o 4	8 o 10
C18	1.245	0.049"	3 o 4	8 o 10
C20	0.889	0.035"	3 o 4	8 o 10
C22	0.711	0.028"	3 o 4	8 o 10
C24	0.559	0.022"	3 o 4	8 o 10
C26	0.457	0.018"	3 o 4	8 o 10
C28	0.356	0.014"	3 o 4	8 o 10
C30	0.305	0.012"	3 o 4	8 o 10

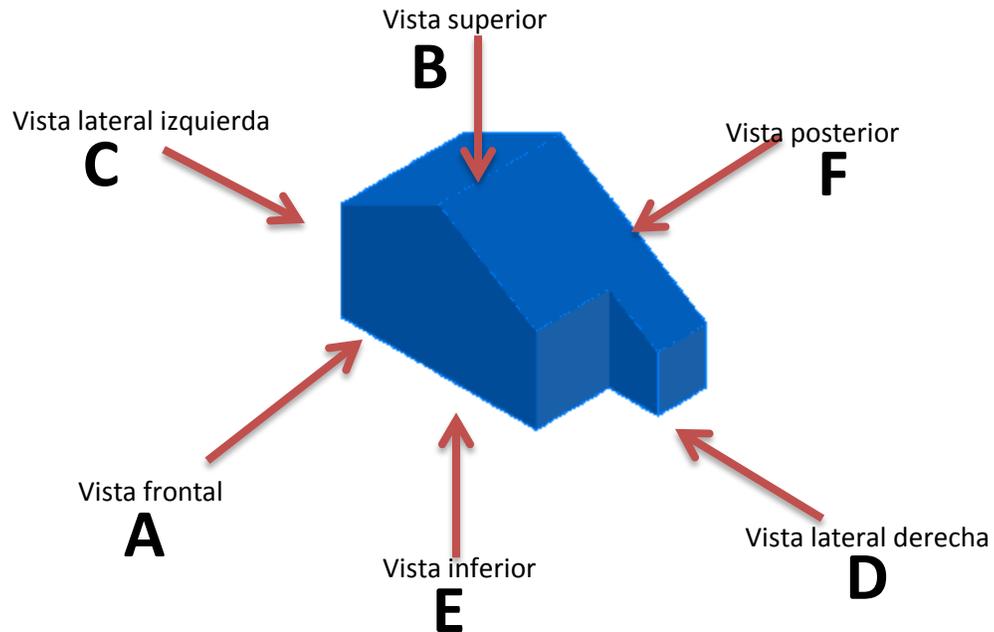
## ***7. DIBUJO TÉCNICO***

## 7.1. DENOMINACIÓN DE LAS VISTAS

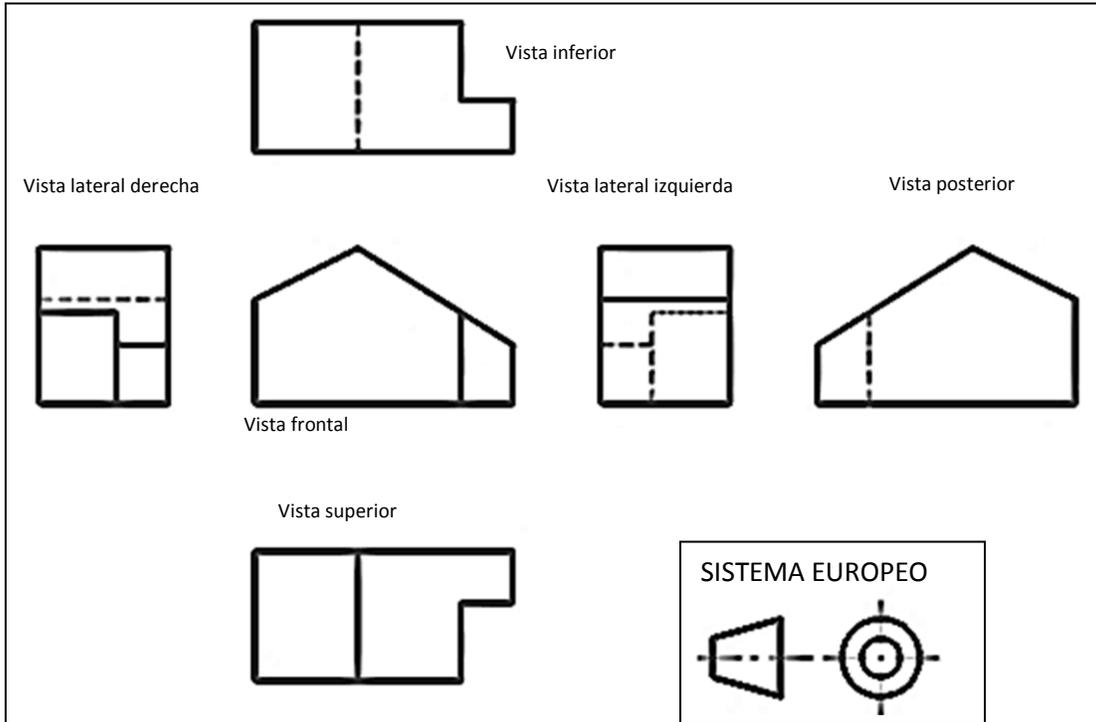
A: Vista frontal. D: Vista lateral derecha.

B: Vista superior. E: Vista inferior.

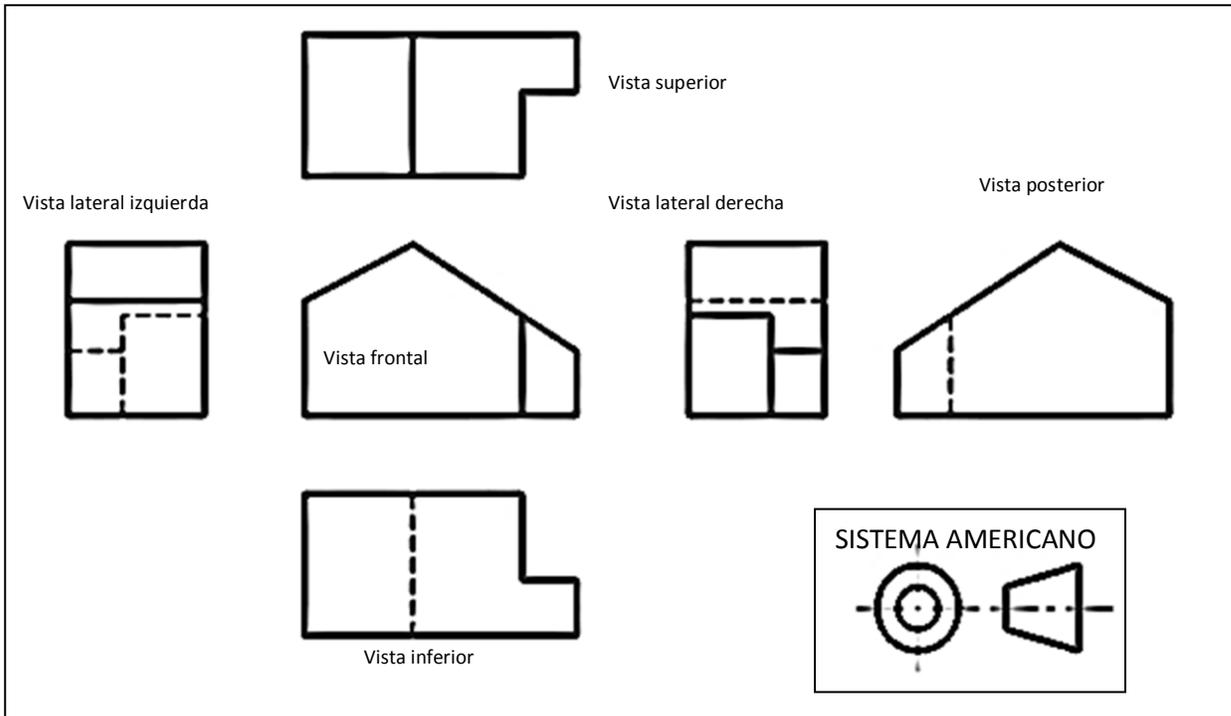
C: Vista lateral izquierda. F: Vista posterior.



**7.2. Disposición de las vistas según el sistema Europeo.**



**7.3. DISPOSICIÓN DE LAS VISTAS DE ACUERDO AL SISTEMA AMERICANO.**



### 7.4. Ajustes recomendados para ensambles árbol- agujero

		AJUSTES DE USO CORRIENTE			Ejes	H6	H7	H8	H9	H11
<b>Piezas móviles una en relación a la otra</b>	Piezas cuyo funcionamiento requiere de mucho juego (dilatación, mala alineación, apoyos muy largos ,etc)			c				9	11	
				d			9	11		
	Caso corriente de piezas que giran o deslizan sobre un casquillo o cojinete (Engrase correcto asegurado)			e		7	8	9		
				f	6	6-7	7			
Piezas con guiado preciso para movimientos de poca amplitud			g	5	6					
		Posibilidad de montaje y desmontaje sin deteriorar las piezas	El acoplamiento no puede transmitir esfuerzos	Es posible el montaje a mano	h	5	6	7	8	
Montaje con mazo de madera	js			5	6					
	Imposibilidad de desmontar sin deteriorar las piezas	El acoplamiento puede transmitir esfuerzos	Montaje con prensa	k	5					
m					6					
Montaje con prensa o por dilatación (comprobar que las dilataciones a que se somete el metal no rebasan el límite elástico)			p		6					
			s			7				
			u			7				
			x			7				

### 7.5. TOLERANCIAS PARA AGUJEROS EN $\mu\text{M}$ (MICRÓMETROS)

AGUJEROS	Hasta 3 incluido	3 a 6 incluido	6 a 10	10 a 18	18 a 30	30 a 50	50 a 80	80 a 120	120 a 180	180 a 250	250 a 315	315 a 400	400 a 500
<b>D 10</b>	+ 60 + 20	+ 78 + 30	+ 98 + 40	+120 + 50	+ 149 + 65	+ 180 + 80	+ 220 + 20	+ 260 + 120	+ 305 + 145	+ 355 + 170	+ 400 + 190	+ 440 + 210	+ 480 + 230
<b>F 7</b>	+ 16 + 6	+ 22 + 10	+ 28 + 13	+ 34 + 16	+ 41 + 20	+ 50 + 25	+ 60 + 30	+ 71 + 36	+ 83 + 43	+ 96 + 50	+ 108 + 56	+ 119 + 62	+ 131 + 68
<b>G 6</b>	+ 8 + 2	+ 12 + 4	+ 14 + 5	+ 17 + 6	+ 20 + 7	+ 25 + 9	+ 29 + 10	+ 34 + 12	+ 39 + 14	+ 44 + 15	+ 49 + 17	+ 54 + 18	+ 60 + 20
<b>H 6</b>	+ 6 + 0	+ 8 0	+ 9 0	+ 11 0	+ 13 0	+ 16 0	+ 19 0	+ 22 0	+ 25 0	+ 29 0	+ 32 0	+ 36 0	+ 40 0
<b>H 7</b>	+ 40 + 0	+ 12 0	+ 15 0	+ 18 0	+ 21 0	+ 25 0	+ 30 0	+ 35 0	+ 40 0	+ 46 0	+ 52 0	+ 57 0	+ 97 0
<b>H 8</b>	+ 14 + 0	+ 18 0	+ 22 0	+ 27 0	+ 33 0	+ 39 0	+ 46 0	+ 54 0	+ 63 0	+ 72 0	+ 81 0	+ 89 0	+ 97 0
<b>H 9</b>	+ 25 0	+ 30 0	+ 36 0	+ 43 0	+ 52 0	+ 62 0	+ 74 0	+ 87 0	+ 100 0	+ 115 0	+ 130 0	+ 140 0	+ 155 0
<b>H 10</b>	+ 40 0	+ 48 0	+ 58 0	+ 70 0	+ 84 0	+ 100 0	+ 120 0	+ 140 0	+ 160 0	+ 185 0	+ 210 0	+ 230 0	+ 250 0
<b>H 11</b>	+ 60 0	+ 75 0	+ 90 0	+ 110 0	+ 130 0	+ 160 0	+ 190 0	+ 210 0	+ 250 0	+ 290 0	+ 320 0	+ 360 0	+ 400 0
<b>H 12</b>	+ 100 0	+ 120 0	+ 150 0	+ 180 0	+ 210 0	+ 250 0	+ 300 0	+ 350 0	+ 400 0	+ 460 0	+ 520 0	+ 570 0	+ 630 0
<b>H 13</b>	+ 140 0	+ 180 0	+ 220 0	+ 270 0	+ 330 0	+ 390 0	+ 460 0	+ 540 0	+ 630 0	+ 720 0	+ 810 0	+ 890 0	+ 970 0
<b>J 7</b>	+ 4 - 6	+ 6 - 6	+ 8 - 7	+ 10 - 8	+ 12 - 9	+ 14 - 11	+ 18 - 12	+ 22 - 13	+ 26 - 14	+ 30 - 16	+ 36 - 16	+ 39 - 18	+ 43 - 20
<b>K 6</b>	0 - 6	+ 2 - 6	+ 2 - 7	+ 2 - 9	+ 2 - 11	+ 3 - 13	+ 4 - 15	+ 4 - 18	+ 4 - 21	+ 5 - 24	+ 5 - 27	+ 7 - 29	+ 8 - 32
<b>K 7</b>	0 - 10	+ 3 - 9	+ 5 - 10	+ 6 - 12	+ 6 - 15	+ 7 - 18	+ 9 - 21	+ 10 - 25	+ 12 - 28	+ 13 - 33	+ 16 - 36	+ 17 - 40	+ 18 - 45
<b>M 7</b>	- 2 - 12	0 - 12	0 - 15	0 - 18	0 - 21	0 - 25	0 - 30	0 - 35	0 - 40	0 - 46	0 - 52	0 - 57	0 - 63
<b>N 7</b>	- 4 - 14	- 4 - 16	- 4 - 19	- 5 - 23	- 7 - 28	- 8 - 33	- 9 - 39	- 10 - 45	- 12 - 52	- 14 - 60	- 14 - 66	- 16 - 73	- 17 - 80
<b>N 9</b>	- 4 - 29	- 0 - 30	- 0 - 36	0 - 43	0 - 52	0 - 62	0 - 74	0 - 87	0 - 100	0 - 115	0 - 130	0 - 140	0 - 155
<b>P 6</b>	- 6 - 12	- 9 - 17	- 12 - 21	- 15 - 26	- 18 - 31	- 21 - 37	- 26 - 45	- 30 - 52	- 36 - 61	- 41 - 70	- 47 - 79	- 51 - 87	- 55 - 95
<b>P 7</b>	- 6 - 18	- 8 - 20	- 9 - 24	- 11 - 29	- 14 - 35	- 17 - 42	- 21 - 51	- 24 - 59	- 28 - 68	- 33 - 79	- 36 - 88	- 41 - 98	- 45 - 108
<b>P 9</b>	- 9 - 31	- 12 - 42	- 15 - 51	- 18 - 61	- 22 - 74	- 26 - 88	- 32 - 106	- 37 - 124	- 43 - 143	- 50 - 165	- 56 - 186	- 62 - 202	- 68 - 223

**7.6. TOLERANCIAS PARA ÁRBOLES O EJES EN  $\mu\text{M}$  (MICROMETROS)**

<b>EJES</b>	Hasta 3 incluido	3 a 6 incluido	6 a 10	10 a 18	18 a 30	30 a 50	50 a 80	80 a 120	120 a 180	180 a 250	250 a 315	315 a 400	400 a 500
<b>a 10</b>	-270 -330	-270 -345	-280 -370	-290 -400	-300 -430	-320 -470	-360 -530	-410 -600	-580 -710	-820 -950	-1050 -1240	-1350 -1560	-1650 -1900
<b>c 11</b>	-60 -120	-70 -145	-80 -170	-95 -205	-110 -240	-130 -280	-150 -330	-180 +390	-230 -450	-280 -530	-330 -620	-400 -720	-480 -840
<b>d 9</b>	-20 -45	-30 -60	-40 -75	-50 -93	-65 -117	-80 -142	-100 -174	-120 -207	-145 -245	-170 -285	-190 -320	-210 -350	-230 -385
<b>d 10</b>	-20 -60	-30 -78	-40 -98	-50 -120	-65 -149	-80 -180	-100 -200	-120 -250	-145 -305	-170 -355	-190 -400	-210 -440	-230 -480
<b>d 11</b>	-20 -80	-30 -105	-40 -130	-50 -160	-65 -195	-80 -240	-100 -290	-120 -340	-145 -395	-170 -460	-190 -510	-210 -570	-230 -630
<b>e 7</b>	-14 -24	-20 -32	-25 -40	-32 -50	-40 -61	-50 -75	-60 -90	-72 -107	-85 -125	-100 -146	-110 -162	-125 -182	-135 -198
<b>e 8</b>	-14 -28	-20 -38	-25 -47	-32 -59	-40 -73	-50 -89	-60 -106	-72 -126	-85 -148	-100 -172	-110 -191	-125 -214	-135 -232
<b>e 9</b>	-14 -39	-20 -50	-25 -61	-32 -75	-40 -92	-50 -112	-60 -134	-72 -159	-85 -185	-100 -215	-110 -240	-125 -265	-135 -290
<b>f 6</b>	-6 -12	-10 -18	-13 -22	-16 -27	-20 -33	-25 -41	-30 -49	-36 -58	-43 -68	-50 -79	-56 -88	-62 -98	-68 -108
<b>f 7</b>	-6 -16	-10 -22	-13 -28	-16 -34	-20 -41	-25 -50	-30 -60	-36 -71	-43 -83	-50 -96	-56 -106	-62 -119	-68 -131
<b>f 8</b>	-6 -20	-10 -28	-13 -35	-16 -43	-20 -53	-25 -64	-30 -76	-36 -90	-43 -106	-50 -122	-56 -137	-62 -151	-68 -165
<b>g 5</b>	-2 -6	-4 -9	-5 -11	-6 -14	-7 -16	-9 -20	-10 -23	-12 -27	-14 -32	-15 -35	-17 -40	-18 -43	-20 -47
<b>g 6</b>	-2 -8	-4 -12	-5 -14	-6 -17	-7 -20	-9 -25	-10 -29	-12 -34	-14 -39	-15 -44	-17 -49	-18 -54	-20 -60
<b>h 5</b>	0 -4	0 -5	0 -6	0 -8	0 -9	0 -11	0 -13	0 -15	0 -18	0 -20	0 -23	0 -25	0 -27
<b>h 6</b>	0 -6	0 -8	0 -9	0 -11	0 -13	0 -16	0 -19	0 -22	0 -25	0 -29	0 -32	0 -36	0 -40
<b>h 7</b>	0 -10	0 -12	0 -15	0 -18	0 -21	0 -25	0 -30	0 -35	0 -40	0 -46	0 -52	0 -57	0 -63
<b>h 8</b>	0 -14	0 -18	0 -22	0 -27	0 -33	0 -39	0 -46	0 -54	0 -63	0 -72	0 -81	0 -89	0 -97
<b>h 9</b>	0 -25	0 -30	0 -36	0 -43	0 -52	0 -62	0 -74	0 -87	0 -100	0 -115	0 -130	0 -140	0 -155
<b>h 10</b>	0 -40	0 -48	0 -58	0 -70	0 -84	0 -100	0 -120	0 -140	0 -160	0 -185	0 -210	0 -230	0 -250
<b>h 11</b>	0 -60	0 -75	0 -90	0 -110	0 -130	0 -160	0 -190	0 -220	0 -250	0 -290	0 -320	0 -360	0 -440
<b>h 13</b>	0 -140	0 -180	0 -220	0 -270	0 -330	0 -390	0 -460	0 -540	0 -630	0 -720	0 -810	0 -890	0 -970
<b>j 6</b>	+4 -2	+6 -2	+7 -2	+8 -3	+9 -4	-11 -5	+12 -7	+13 -9	+14 -11	+16 -13	+16 -16	+18 -18	+20 -20
<b>js 5</b>	+2 -2	+2.5 -2.5	+3 -3	+4 -4	+4.5 -4.5	+5.5 -5.5	+6.5 -6.5	+7.5 -7.5	+9 -9	+10 -10	+11.5 -11.5	+12.5 -12.5	+13.5 -13.5
<b>js 6</b>	+3 -3	+4 -4	+4.5 -4.5	+5.5 -5.5	+6.5 -6.5	+8 -8	+9.5 -9.5	+11 -11	+12.5 -12.5	+14.5 -14.5	+16 -16	+18 -18	+20 -20
<b>js 9</b>	+12 -12	+15 -15	+18 -18	+21 -21	+26 -26	+31 -31	+37 -37	+43 -43	+50 -50	+57 -57	+65 -65	+70 -70	+77 -77
<b>js 11</b>	+30 -30	+37 -37	+45 -45	+55 -55	+65 -65	+80 -80	+95 -95	+110 -110	+125 -125	+145 -145	+160 -160	+180 -180	+200 -200
<b>k 5</b>	+4 0	+6 +1	+7 +1	+9 +1	+11 +2	+13 +2	+15 +2	+18 +3	+21 +3	+24 +4	+27 +4	+29 +4	+32 +5
<b>k 6</b>	+6 0	+9 +1	+10 +1	+12 +1	+15 +2	+18 +2	+21 +2	+25 +3	+28 +3	+33 +4	+36 +4	+40 +4	+45 +5
<b>m 5</b>	+6 +2	+9 +4	+12 +6	+15 +7	+17 +8	+20 +9	+24 +11	+28 +13	+33 +15	+37 +17	+43 +20	+46 +21	+50 +23
<b>m 6</b>	+8 +2	+12 +4	+15 +6	+18 +7	+21 +8	+25 +9	+30 +11	+35 +13	+40 +15	+46 +17	+52 +20	+57 +21	+63 +23
<b>n 6</b>	+10 +4	+16 +8	+19 +10	+23 +12	+28 +15	+33 +17	+39 +20	+45 +23	+52 +27	+60 +31	+66 +34	+73 +37	+80 +40
<b>p 6</b>	+12	+20	+24	+29	+35	+42	+51	+59	+68	+79	+88	+98	+108

	+ 6	+ 12	+ 15	+ 18	+ 22	+ 26	+ 32	+ 37	+ 43	+ 50	+ 56	+ 62	+ 68
--	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

## ***8. CORTE DE MATERIALES***

**8.1. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LAS ROSCAS MÉTRICAS**

<i>DIÁMETRO NOM. en mm</i>	<i>DIÁMETRO DEL NÚCLEO (X) en mm</i>	<i>PASO (F) en mm</i>	<i>PROF. DE LA ROSCA (P) en mm</i>	<i>DIÁMETRO DE LA BROCA</i>
1.6	1.1706	0.35	0.2147	1.25
1.8	1.3706	0.35	0.2147	1.45
2.0	1.5092	0.40	0.2454	1.60
2.2	1.6480	0.45	0.2760	1.75
2.5	1.9480	0.45	0.2760	1.75
3.0	2.3866	0.5	0.3067	2.5
3.5	2.7638	0.6	0.3681	2.9
4.0	3.1412	0.7	0.4294	3.3
4.5	3.5798	0.75	0.4501	3.8
5.0	4.0184	0.8	0.4908	4.2
6.0	4.7732	1	0.6134	5
7.0	5.7732	1	0.6134	6
8.0	6.4664	1.25	0.7668	6.8
10.0	8.1596	1.5	0.9202	8.5
12.0	9.8535	1.75	1.0735	10.2
14.0	11.5462	2	1.2269	12
16	13.5462	2	1.2269	14.0
18	14.9328	2.5	1.5336	15.5
20	16.9328	2.5	1.5336	17.5
22	18.9328	2.5	1.5336	19.5
24	20.3194	3	1.8403	21.0
27	23.3194	3	1.8403	24
30	25.7060	3.5	2.1470	26.6
33	28.7060	3.5	2.1470	29.5
36	31.0924	4.0	2.4538	32.0
39	34.0924	4.0	2.4538	35.0
42	36.4790	4.5	2.7605	37.05
45	39.4790	4.5	2.7605	40.5
48	41.8646	5.0	3.0672	43
50	45.8646	5.0	3.0672	47

## **8.2. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LAS ROSCAS AMERICANAS (UNC Y UNF)**

DIÁMETRO	ROSCA GRUESA UNC		ROSCA FINA UNF	
	Hpp	BROCA* *	Hpp	BROCA* *
1/8	40	3/32	44	7/64
3/16	24	5/32	32	5/32
1/4	20	13/64 (5 mm)*	28	7/32
5/16	18	17/64 (7 mm)*	24	9/32
3/8	16	5/16 (8.5MM)*	24	(8.5 MM)
7/16	14	23/64	20	25/64
1/2	13	13/32	20	7/16
9/16	12	31/64	18	1/2
5/8	11	17/32	18	9/16
11/16	11	19/32	16	5/8
3/4	10	21/32	16	11/16
7/8	9	49/64	14	13/16
15/16	9	53/64		
1	8	27/32	14	15/16
1 1/8	7	63/64	12	1 3/64
1 1/4	7	1 7/64	12	1 11/64
1 1/2	6	1 11/32	12	1 27/64

*Hpp= Hilos/pulg*

*Profundidad de la rosca = 0.62 (paso)*

### FORMULAS PARA OBTENER EL DIAMETRO DEL BARRENO NECESARIO PARA MACHUELEAR

$$\text{Diam. Barreno} = \text{Diam. Mayor de Rosca} - \frac{.01299 \times \text{PORC. DE ROSCA}}{\text{No HILOS/PULGADA}}$$

y también

$$\text{Diam. Barreno} = \text{Diam. Mayor de Cda.} - (.6495 \times \text{PASO} \times \text{PORC. DE ROSCA} \times 2)$$

Para un porcentaje de rosca del 70% al 75% aproximadamente, se puede utilizar la siguiente formula:  $\text{Diám. Barreno} = \text{Diám. Mayor de Rosca} - \text{Paso}$

Fórmula para obtener el porcentaje de roscado abierto en un barreno de diámetro determinado.

$$\text{Porcentaje de rosca} = \text{No de Hilos/Pulg.} \times \frac{(\text{Diámetro Mayor de Rosca} - \text{Diámetro. De broca sel de rosca})}{0.01299}$$

### 8.3. FLUIDOS DE CORTE RECOMENDADOS PARA DIVERSOS MATERIALES

MATERIAL	TORNEADO	FRESADO	TALADRADO	RIMADO	ROSCADO
Acero para herramientas	Aceite soluble	Aceite soluble Aceite de manteca	Aceite soluble Aceite sulfurado	Aceite sulfurado Aceite soluble Aceite de manteca	Aceite sulfurado Aceite de manteca
Acero de máquina	Aceite soluble	Aceite soluble Aceite de manteca mineral	Aceite soluble Aceite sulfurado Aceite de manteca	Aceite soluble Aceite de manteca mineral	Aceite soluble Aceite de manteca mineral
Aceros aleados	Aceite soluble	Aceite soluble Aceite de manteca mineral	Aceite soluble Aceite sulfurado	Aceite soluble Aceite sulfurado	Aceite sulfurado Aceite de manteca
Aluminio	Aceite soluble	Aceite soluble Aceite mineral En seco	Aceite soluble Queroseno Aceite de manteca	Aceite soluble Queroseno Aceite mineral	Aceite soluble Queroseno y aceite de manteca
Bronce	Aceite soluble	Aceite soluble En seco Aceite de manteca	En seco Aceite soluble Aceite mineral Aceite de manteca	Seco Aceite soluble Aceite mineral Aceite de manteca	Aceite soluble Aceite de manteca
Cobre	Aceite soluble	Aceite soluble En seco	En seco Aceite soluble Queroseno	Aceite soluble Aceite de manteca	Seco Aceite sulfurado Aceite de manteca mineral
Hierro fundido	Aceite soluble En seco	Aceite soluble En seco	En seco Chorro de aire Aceite soluble	Seco Aceite soluble	Seco Aceite sulfurado Aceite de manteca mineral
Hierro nodular o maleable	Aceite soluble	En seco Agua gaseosa	En seco Agua gaseosa	Seco Agua Gaseosa	Aceite de manteca Agua gaseosa
Latón	Aceite soluble	En seco Aceite soluble	En seco Aceite soluble	Seco Aceite soluble	Aceite soluble Aceite de manteca
Acero inoxidable	Aceite soluble	Aceite soluble	Aceite soluble Aceite de manteca	Aceite soluble Aceite de manteca	Aceite de manteca



### 8.4. AFILADO DEL BURIL PARA DISTINTAS OPERACIONES EN TORNO

MATERIAL	AAF	AAL	ALC	AFC	ASF Y ASL
<b>HIERRO COLADO</b>	0	5-12	0-15	8-10	5-6
<b>HIERRO MALEABLE</b>	0 – 8	8-12	0-10	8-15	6
<b>ACERO FUNDIDO</b>	0 – 8	8-12	0-10	8-10	6
<b>ACERO SUAVE</b>	15	10-12	0-15	8-15	7
<b>ACERO MEDIANO</b>	10	10	0-10	8-15	6
<b>ACERO DURO</b>	6-8	6	0-8	8-15	6
<b>ACERO INOX. SUAVE</b>	0 – 15	15	0-15	8-15	7
<b>ACERO INOX. MEDIANO</b>	0-10	10	0-15	8-15	7
<b>ACERO INOX. DURO</b>	0	8	0-15	8-15	7
<b>ALUMINIO</b>	10-20	12-15	0-15	8-10	7-10
<b>LATÓN</b>	4	4	0-15	8-10	5-6
<b>BRONCE</b>	4	4	0-15	8-10	5-6

➤ Todos los valores en grados(°)

*AAF- Angulo de ataque frontal*

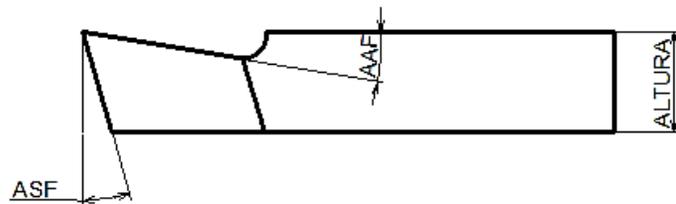
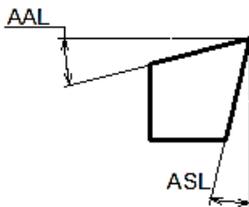
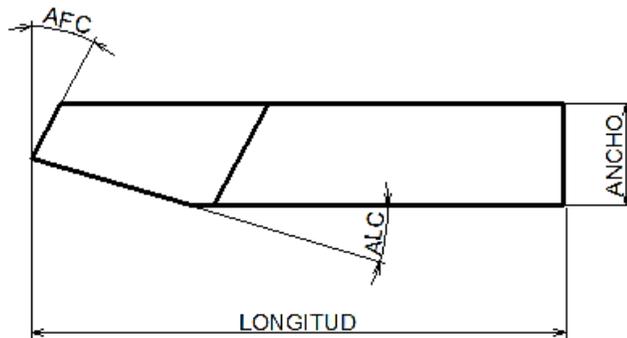
*AAL- Angulo de ataque lateral*

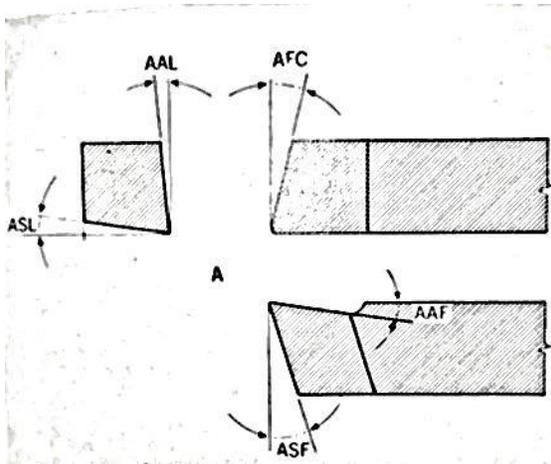
*ALC- Angulo lateral de corte*

*AFC- Angulo frontal de corte*

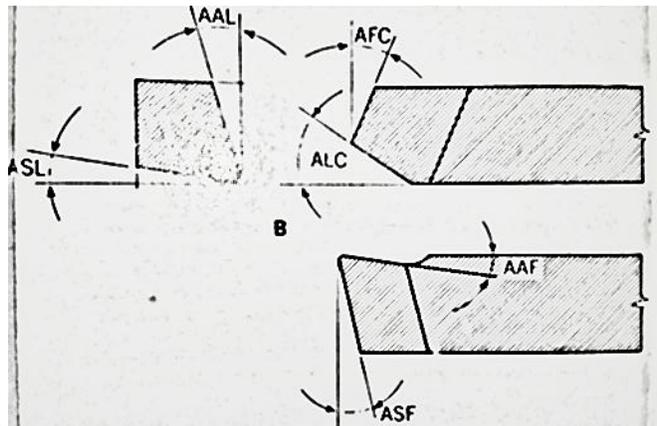
*ASF- Angulo de alivio frontal*

*ASL- Angulo de alivio lateral.*

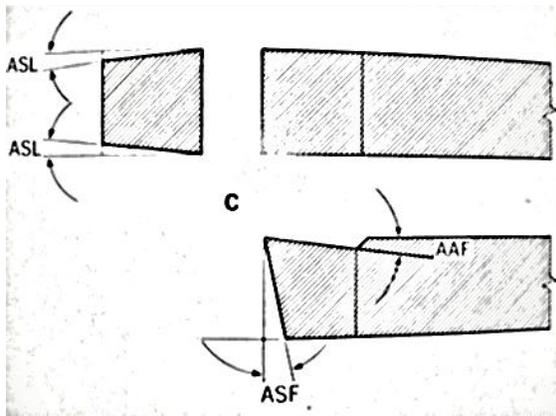




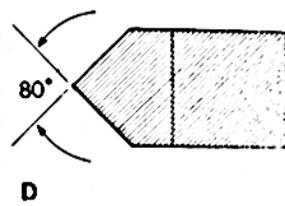
a) Para carear y cilindrar



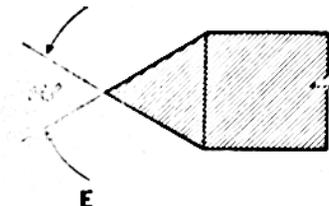
b) Para desbastar



c) Para uso general



d) Para acabado



e) Para roscas

### **8.5. VELOCIDAD DE CORTE, AVANCE Y LUBRICACIÓN PARA LAS OPERACIONES DE DESBASTE Y AFINE EN EL TORNO**

MATERIAL DE LA PIEZA	MATERIAL DE LA HERRAMIENTA	DESBASTE		AFINE		LUBRICACIÓN
		Vc (m/min)	S (mm/rev)	Vc (m/min)	S (mm/rev)	
ACERO BAJOCARBONO	W	14	0.5	20	0.2	A.S
	T o M	22	1	30	0.5	A.S
	Carburo	150	2.5	250	0.25	A.S
ACERO MEDIOCARBONO	W	10	0.5	15	0.2	A.S
	T o M	20	1	24	0.5	A.S
	Carburo	120	2.5	200	0.25	A.S
ACERO ALTOCARBONO	W	8	0.5	12	0.2	A.S
	T o M	15	1	20	0.5	A.S
	Carburo	80	2	140	0.2	A.S
ACERO P/HMTA.	T o M	12	1	16	0.5	A.S
	Carburo	30	0.6	50	0.15	A.S
ALUMINIO	T o M	90	0.4-0.75	120	0.13-0.25	A.S
ACERO INOXIDABLE	T O M	8		14		A.S
HIERRO FUNDIDO	T o M	20	0.4-0.65	24	0.13-0.30	
BRONCE	T o M	42	0.4-0.65	56	0.07-0.25	
PLÁSTICOS	T o M	30		50		

*W* → Acero para herramientas del grupo W

*T o M* → Acero para herramienta alta velocidad

*A.S* → Aceite Soluble.

### 8.6. VELOCIDAD DE CORTE, AVANCE Y LUBRICANTE PARA LA OPERACIÓN DE BARRENADO UTILIZANDO BROCAS DE ACERO RÁPIDO.

MATERIAL	DIÁMETRO DE LA BROCA (mm)							LUBRICACION
		5	10	15	20	25	30	
ACERO BAJO CARBONO	s	0.1	0.18	0.25	0.28	0.31	0.34	AS o C
	Vc	15	18	22	26	29	32	
ACERO MEDIO CARBONO	s	0.1	0.18	0.25	0.28	0.31	0.35	AS o C
	Vc	13	16	20	23	26	28	
ACERO ALTO CARBONO	s	0.07	0.13	0.16	0.19	0.21	0.23	AS o C
	Vc	12	14	16	18	21	23	
FUNDICIÓN GRIS (NORMAL)	s	0.15	0.24	0.3	0.32	0.35	0.38	S o AS
	Vc	24	28	32	34	37	39	
FUNDICIÓN GRIS (ALTA RESISTENCIA)	s	0.15	0.24	0.3	0.33	0.35	0.38	S o AS
	Vc	16	18	21	24	26	27	
LATON	s	0.1	0.15	0.22	0.27	0.3	0.32	AS o C
	Vc	65	65	65	65	65	65	
BRONCE	s	0.1	0.15	0.22	0.27	0.3	0.32	S
	Vc	35	35	35	35	35	35	
AL. PURO	s	0.05	0.12	0.2	0.3	0.35	0.4	T o C
	Vc	95	95	95	95	95	95	
AL.(ALEACIONES)	s	0.12	0.2	0.3	0.4	0.46	0.5	S
	Vc	125	125	125	125	125	125	
MAGNESIO	s	0.15	0.2	0.3	0.38	0.4	0.45	S
	Vc	225	225	225	225	225	225	

Vc → Velocidad de corte en m/min

s → Avance en mm/rev

AS → Aceite soluble

C → Aceite de colza

S → En seco.

### 8.7. VELOCIDADES DE CORTE RECOMENDADAS PARA OPERACIONES DE CEPILLADO Y MORTAJADO ( m/min)

MATERIAL	Avance en milímetros/doble carrera								HMTA
	0.16	0.25	0.4	0.6	1	1.6	2.5	4.0	
St37 a St44			75	67	60	53			C
NOM-1022		25	22	18	14	12	10	9	HSS
St70			42	36	20	25			C
NOM-1060		16	12						HSS
Aceros aleados		8.5	6.5	5	4	3			HSS
Aceros aleados			25	20	17	15			C
Fundición de acero		16	12	10	8	7	6	4.5	HSS
Hierros fundidos		12	9	7	5.6	5	4		HSS
Hierros fundidos	36	32	28	26	25	22			C
Al. fundido		40	32	25	20	18	16		HSS
Al. fundido	200	180	160	140	125	112	100	90	C

C → Herramientas de carburo

HSS → Herramienta de acero alta velocidad

**8.8. VELOCIDAD DE CORTE (VEL. PERIFÉRICA) DE LA RUEDA EN m/s.**

MATERIAL	RECTIFICADO CILÍNDRICO		RECTIFICADO INTERIOR	
	Aglutinante	Vel. De corte	Aglutinante	Vel. De corte
ACERO	CERÁMICO	25-35	CERÁMICO	20-25
FUNDICIÓN GRIS		20-25		20-25
ALEACIONES LIGERAS		15		15

**8.9. VELOCIDAD PERIFÉRICA DE LA PIEZA EN M/MIN.**

MATERIAL	ACABADO	RECTIFICADO CILÍNDRICO	RECTIFICADO INTERIOR
		Velocidad periférica	Velocidad periférica
ACERO SIN TRATAR	Desbaste	12-15	16-21
	Afine	9-12	
ACERO TRATADO	Desbaste	14-16	18-23
	Afine	9-12	
FUNDICIÓN GRIS	Desbaste	12-15	18-23
	Afine	9-12	
LATÓN	Desbaste	18-20	25-30
	Afine	14-16	
ALUMINIO	Desbaste	40-50	32-35
	Afine	28-35	

**8.10. AVANCE LATERAL POR REVOLUCIÓN DE LA PIEZA, EN FRACCIONES DE LA ANCHURA DE LA RUEDA.**

MATERIAL	RECTIFICADO CILÍNDRICO		RECTIFICADO INTERIOR	
	Desbaste	Afine	Desbaste	Afine
ACERO	$2/3$ a $3/4$	$1/4$ a $1/3$	$1/2$ a $3/4$	$1/5$ a $1/4$
FUNDICIÓN GRIS	$3/4$ a $5/6$	$1/3$ a $1/2$	$2/3$ a $3/4$	$1/4$ a $1/3$

### 8.11. VELOCIDADES DE CORTE Y AVANCES RECOMENDADAS PARA CORTADORES DE ACEROS RÁPIDO (HSS)

MATERIAL POR FRESAR	AVANCE EN mm/diente							
	V <sub>c</sub> (m/min)	CORTADOR FRONTAL	CORTADOR CILINDRICO	LATERAL Y FRONTAL	CORTADOR RANURADOR	SIERRA	CORTADOR VERTICAL	
ALUMINIO	70-100	0.2-0.8	0.2-0.6	0.15-0.4	0.1-0.2	0.05-0.1	0.1-0.4	
LATON ROJO	35-50	0.15-0.6	0.15-0.5	0.1-0.3	0.07-0.015	0.35-0.075	0.07-0.3	
BRONCE	20-35	0.07-0.3	0.07-0.25	0.05-0.15	0.04-0.07	0.02-0.04	0.04-0.15	
HIERRO FUNDIDO GRIS	25-40	0.1-0.4	0.1-0.3	0.07-0.2	0.05-0.1	0.025-0.05	0.05-0.2	
COBRE	35-45	0.1-0.4	0.1-0.3	0.07-0.2	0.05-0.1	0.025-0.05	0.05-0.2	
ACERO BAJO CARBONO	30-40	0.1-0.4	0.1-0.3	0.07-0.2	0.05-0.1	0.025-0.05	0.05-0.2	
ACERO MEDIO CARBONO	20-30	0.07-0.03	0.07-0.25	0.05-0.15	0.04-0.07	0.02-0.04	0.04-0.15	
ACERO ALEADO	5-8	0.05-0.2	0.05-0.15	0.035-0.1	0.025-0.05	0.015-0.025	0.025-0.1	
PLASTICO TERMOESTABLE	20-30	0.15-0.6	0.15-0.5	0.1-0.3	0.07-0.15	0.035-0.075	0.07-0.03	

## **8.12. COMANDOS G PARA EL CENTRO DE MAQUINADO**

- ❖ G00. Avance lineal del cortador a velocidad alta, para posicionar o sin aplicar corte
- ❖ G01. Avance lineal del cortador a velocidad programada, para aplicar corte.
- ❖ G02. Avance circular del cortador en el sentido de las manecillas del reloj, a velocidad programada
- ❖ G03. Avance circular del cortador en sentido opuesto a las manecillas del reloj a una velocidad programada
- ❖ G04. Pausa, acompañada de una letra X, se detiene la herramienta un determinado tiempo, por ejemplo: G04 X4, la pausa durará 4 segundos.
- ❖ G17. Selección del plano XY
- ❖ G18. Selección del plano ZX
- ❖ G19. Selección del plano YZ.
- ❖ G20. Entrada de valores en pulgadas
- ❖ G21. Entrada de valores en milímetros
- ❖ G28. Regreso al punto cero de la máquina (HOME)
- ❖ G40. Cancela compensación radial del cortador.
- ❖ G41. Compensación a la izquierda del cortador
- ❖ G42. Compensación a la derecha del cortador
- ❖ G43. Compensación longitudinal,
- ❖ G49. Cancela compensación longitudinal del cortador
- ❖ G81. Ciclo de taladrado para perforación de agujero pasante. El agujero atraviesa la pieza en un solo movimiento a una velocidad determinada de avance.
- ❖ G82. Ciclo de taladrado para perforación de agujero ciego. El agujero no atraviesa la pieza, en su punto final de taladrado debe tener una pausa para remover el material sobrante y se determina con la letra "P" con un tiempo en milisegundos.
- ❖ G83. Ciclo de taladrado para perforación de agujero profundo. En este agujero por ser para una perforación de toda una pieza de mas espesor, se debe llevar a cabo por incrementos, los cuales se determinan con la letra "Q" con un valor determinado, el cortador avanzará con ese valor hasta perforar a toda la pieza.
- ❖ G80. Cancela los ciclos G81, G82 y G83
- ❖ G90. Comando para hacer uso de coordenadas absolutas.
- ❖ G91. Comando para hacer uso de coordenadas relativas
- ❖ G92. Programación del punto cero absoluto, o cero de pieza
- ❖ G94. Avance programado sobre unidad de tiempo (mm/min ó pulg/min)
- ❖ G95. Avance programado sobre velocidad angular (mm/rev ó pulg/rev)
- ❖ G98. Retorno a un punto inicial correspondiente a un ciclo determinado
- ❖ G99. Retorno al punto de retroceso de un ciclo determinado.

### **8.13. CÓDIGOS M PARA EL CENTRO DE MAQUINADO.**

Se utilizan para programar las funciones especiales de la máquina y son las siguientes:

- ❖ M00. Paro del programa
- ❖ M01. Paro opcional
- ❖ M02. Fin del programa
- ❖ M03. Giro del husillo en sentido de las manecillas del reloj
- ❖ M04. Giro del husillo en sentido contrario de las manecillas del reloj
- ❖ M05. Paro del husillo
- ❖ M06. Cambio programado de la herramienta
- ❖ M08. Activa el refrigerante
- ❖ M09. Apaga el refrigerante
- ❖ M10. Abre la prensa de trabajo
- ❖ M11. Cierre de la prensa de trabajo
- ❖ M29. Control de la máquina por medio de una computadora. Final del programa.
- ❖ M30. Fin del programa y regreso al inicio del mismo.
- ❖ M38. Abrir la puerta.
- ❖ M39. Cierra la puerta
- ❖ M63. Se activa una señal de salida (enviada de la fresadora al robot (manipulador)) para que el robot pueda actuar.
- ❖ M65. Desactiva la señal de salida para que el robot se retire.
- ❖ M66. Comando que ordena una señal de espera activada por el manipulador (enviada del robot a la fresadora), cuando esta efectuando una operación.
- ❖ M76. Comando que ordena una señal de espera desactivada por el robot, cuando la operación terminó y la fresadora continúe con su trabajo.
- ❖ M98. Comando que ordena la llamada a un subprograma.
- ❖ M99. Con este comando también se ordena el fin del programa, regresando al inicio del mismo y haciendo que el ciclo se cumpla cuantas veces sea necesario.

### **8.14. COMANDOS G PARA EL TORNO.**

Los códigos que utiliza el torno son similares a los que utiliza la fresadora, tal y como se muestra a continuación:

- ❖ G00. Avance lineal del cortador a velocidad alta. Para posicionar o sin aplicar corte.
- ❖ G01. Avance lineal del cortador a velocidad programada para aplicar corte.
- ❖ G02. Avance circular del cortador en el sentido de las manecillas del reloj, figura 2.20.
- ❖ G03. Avance circular del cortador en sentido opuesto a las manecillas del reloj a una velocidad programada
- ❖ G04. Pausa, acompañada de una letra X, se detiene la herramienta un determinado tiempo, por ejemplo G04 X4, la pausa durará 4 segundos.
- ❖ G20. Entrada de valores en pulgadas.
- ❖ G21. Entrada de valores en milímetros.
- ❖ G28. Regreso al punto cero de la máquina, HOME.
- ❖ G40. Cancela compensación radial del cortador
- ❖ G41. Aplica compensación a la izquierda.
- ❖ G42. Aplica compensación a la derecha.
- ❖ G70. Fin del ciclo.
- ❖ G71. Ciclo de cilindrado
- ❖ G72. Ciclo de refrentado
- ❖ G74. Ciclo de barrenado
- ❖ G76. Ciclo de roscado.

### **8.15. COMANDOS M PARA TORNO.**

Se utilizan para programar funciones especiales de las máquinas:

- ❖ M00. Paro programado.
- ❖ M01. paro opcional
- ❖ M02. Final del programa.
- ❖ M03. Giro de la pieza en sentido horario
- ❖ M04. Giro de la pieza en sentido antihorario
- ❖ M05. Paro del husillo.
- ❖ M06. Cambio de herramienta.
- ❖ M08. Refrigerante activado
- ❖ M09. Refrigerante desactivado.
- ❖ M10. Abrir chuck.
- ❖ M11. Cerrar chuck.
- ❖ M19. Paro exacto del husillo.
- ❖ M30. Final del programa con regreso al principio del programa
- ❖ M38. Paro exacto conectado.
- ❖ M39. Paro exacto desconectado.
- ❖ M58. Abrir la puerta
- ❖ M59. Cerrar la puerta.
- ❖ M98. Llamado de subprograma
- ❖ M99. Final del subprograma.

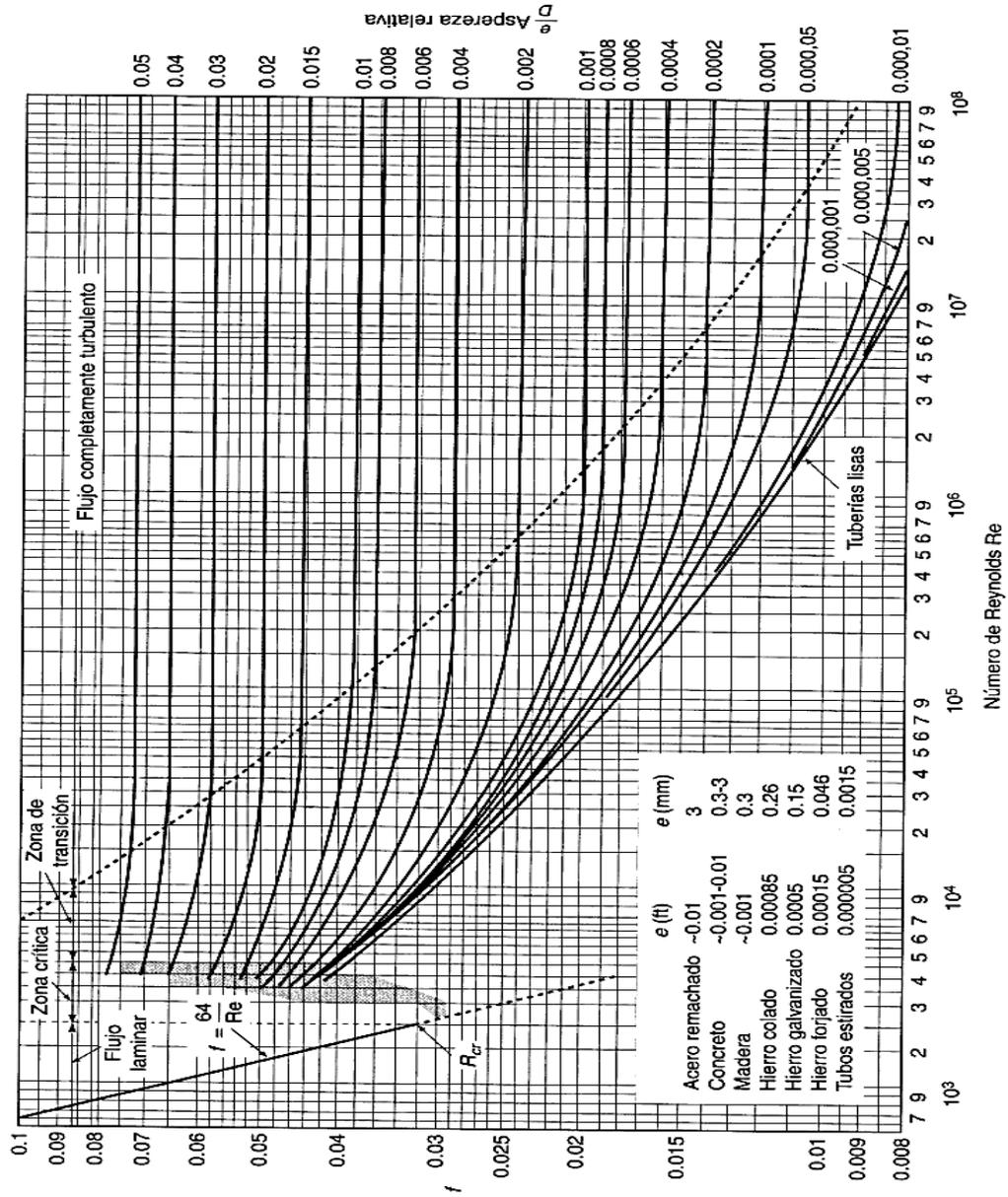
## **9. TERMO....**

**9.1. TABLA DE CONVERSIÓN DE UNIDADES DE PRESIÓN**

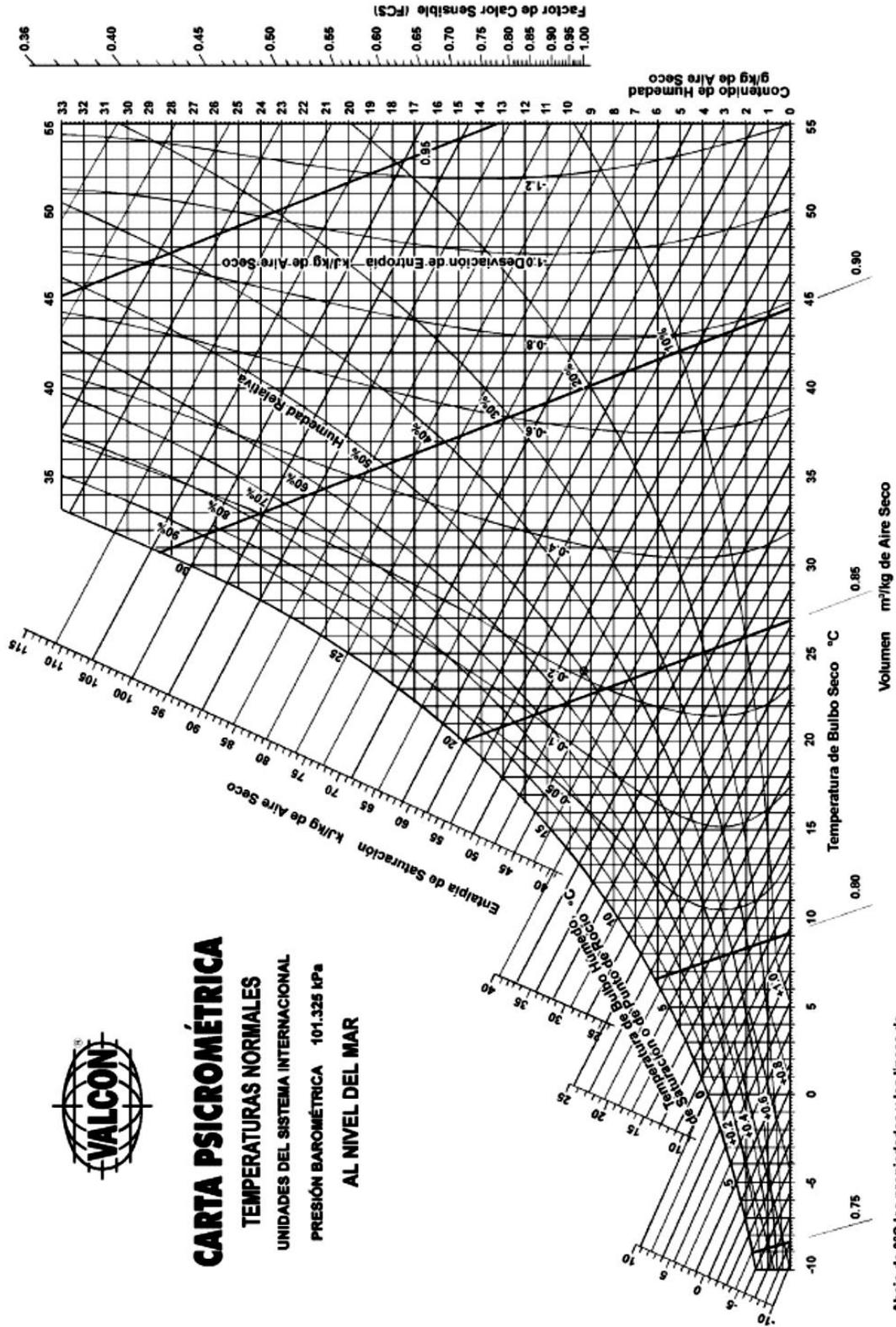
	mbar	bar	Pa(Nm <sup>-1</sup> )	atm	PSI
1 mbar =	1	1×10 <sup>-3</sup>	100	9.869×10 <sup>-4</sup>	1.45×10 <sup>-2</sup>
1 bar =	1.000	1	1×10 <sup>5</sup>	0.987	14.5
1 Pa (Nm <sup>-2</sup> ) =	0.01	1×10 <sup>-5</sup>	1	9.87×10 <sup>-6</sup>	1.45×10 <sup>-4</sup>
1 atm =	1.013×10 <sup>3</sup>	1.013	1.013×10 <sup>5</sup>	1	14.7
1 PSI =	68.95	6.895×10 <sup>-2</sup>	6.895×10 <sup>3</sup>	6.805×10 <sup>-2</sup>	1
1 kgf/cm <sup>2</sup> =	9.807×10 <sup>2</sup>	0.981	9.807×10 <sup>4</sup>	0.968	14.22
1 in Hg =	33.86	3.386×10 <sup>-2</sup>	3.386×10 <sup>3</sup>	3.342×10 <sup>-2</sup>	0.491
1 mm Hg =	1.333	1.333×10 <sup>-3</sup>	1.333×10 <sup>2</sup>	1.316×10 <sup>-3</sup>	1.934×10 <sup>-2</sup>
1 in H <sub>2</sub> O =	2.491	2.491×10 <sup>-3</sup>	2.491×10 <sup>2</sup>	2.458×10 <sup>-3</sup>	3.613×10 <sup>-2</sup>
1 mm H <sub>2</sub> O=	9.807×10 <sup>-2</sup>	9.807×10 <sup>-5</sup>	9.807	9.677×10 <sup>-5</sup>	1.42×10 <sup>-3</sup>

	Kgf/cm <sup>2</sup>	in Hg	mmHg	in H <sub>2</sub> O	mm H <sub>2</sub> O
1 mbar =	1.02×10 <sup>3</sup>	2.953×10 <sup>-2</sup>	0.75	0.402	10.197
1 bar =	1.02	29.53	7.5×10 <sup>2</sup>	4.015×10 <sup>2</sup>	1.02×10 <sup>4</sup>
1 Pa (Nm <sup>-2</sup> ) =	1.02×10 <sup>5</sup>	2.953×10 <sup>-4</sup>	7.5×10 <sup>-3</sup>	4.015×10 <sup>-3</sup>	0.102
1 atm =	1.033	29.92	7.6×10 <sup>2</sup>	4.068×10 <sup>2</sup>	1.033×10 <sup>4</sup>
1 PSI =	7.03×10 <sup>2</sup>	2.036	51.71	27.68	7.03×10 <sup>2</sup>
1 kgf/cm <sup>2</sup> =	1	28.96	7.356×10 <sup>2</sup>	3.937×10 <sup>2</sup>	10,000
1 in Hg =	3.453×10 <sup>-2</sup>	1	25.4	13.6	3.45×10 <sup>2</sup>
1 mm Hg =	1.36×10 <sup>3</sup>	3.937×10 <sup>-2</sup>	1	0.535	13.59
1 in H <sub>2</sub> O =	2.54×10 <sup>3</sup>	7.356×10 <sup>-2</sup>	1.868	1	25.4
1 mm H <sub>2</sub> O=	1×10 <sup>-4</sup>	2.896×10 <sup>-3</sup>	7.354×10 <sup>-2</sup>	3.394×10 <sup>-2</sup>	1

**9.2 DIAGRAMA DE MOODY PARA TUBERÍAS DE SECCIÓN CIRCULAR, OBTENIDO A PARTIR DE LA RELACIÓN  $f=64/Re$  PARA RÉGIMEN LAMINAR Y LA ECUACIÓN DE COLEBROOK.**



### 9.3. CARTA PSICROMÉTRICA A NIVEL DEL MAR

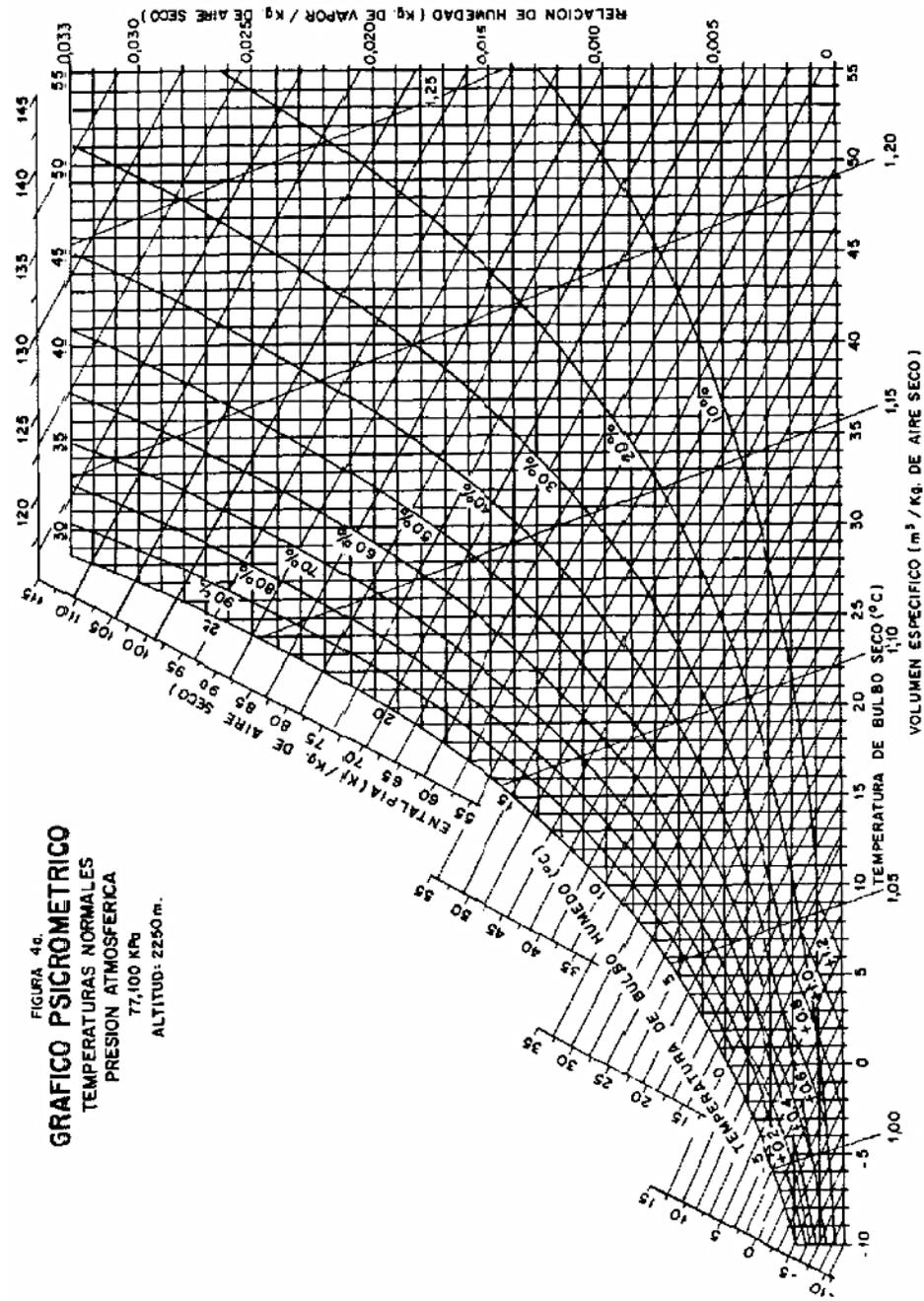


Abajo de 0°C las propiedades y las líneas de desviación de la entalpia son para el hielo



**CARTA PSICROMÉTRICA**  
 TEMPERATURAS NORMALES  
 UNIDADES DEL SISTEMA INTERNACIONAL  
 PRESIÓN BAROMÉTRICA 101.325 kPa  
 AL NIVEL DEL MAR

**9.4. CARTA PSICROMETRICA A 2250m SOBRE EL NIVEL DEL MAR**



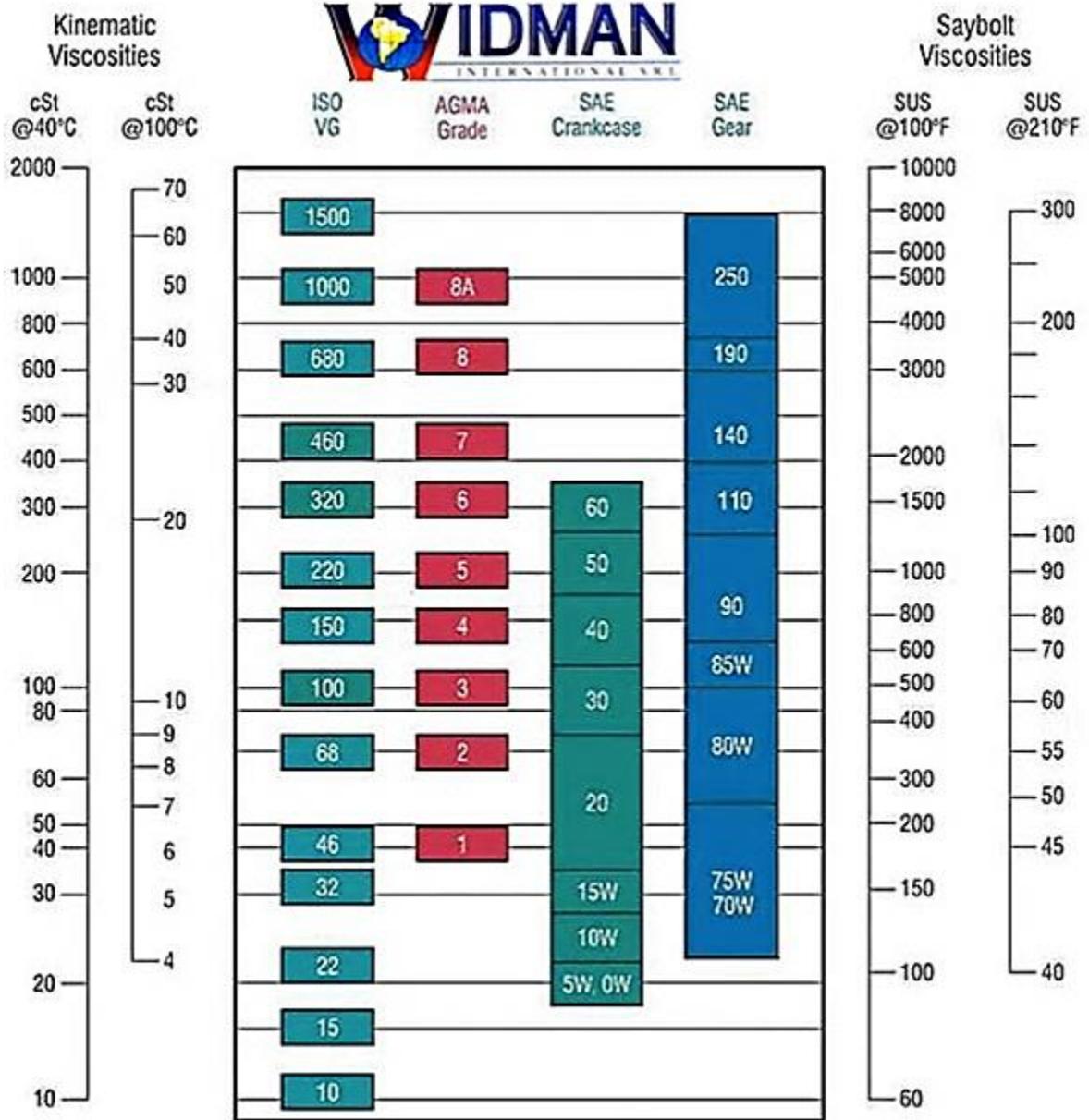
### **9.5. EQUIVALENCIAS ENTRE LOS DIFERENTES SISTEMAS DE CLASIFICACIÓN DE LA VISCOSIDAD**

Grado ISO	Grado ASTM	Grado AGMA	Grado SAE			
			Motor		Engranajes	
			Unigrado	Multigrado	Unigrado	Multigrado
10						
15	75					
22	105		OW, 5W		75W	
32	150		10W			
46	215	1	10,15W			
68,68EP	315	2, 2EP	20W,20	10W30,20W20	80,80W	
100,100EP	465	3,3EP	25W,30	5W50, 15W40		
150,150EP	700	4,4EP	40	15W50, 20W40		
220,220EP	1000	5,5EP	50		90	85W-90
320,320EP	1500	6,6EP				85W-140
460,460EP,460C	2150	7,7EP,7C			140	
680,680EP,680C	3150	8,8EP,8C				
1000,1000EP,1000C	4650	9,9EP,9C				
1500,1500EP,1500C	7000	10,10EP,10C			250	

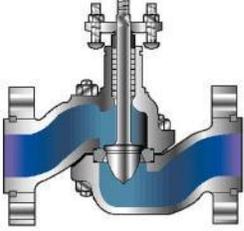
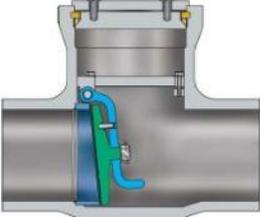
**9.6. TABLA COMPARATIVA ENTRE VISCOSIDADES (1)**

<b>VISCOSIDAD</b>			
<b>(SSU)</b>	<b>ISO-VG</b>	<b>CentiStoke</b>	<b>CentiPulse</b>
31	2	1,0	0.876
35	3	2.5	2.19
40	5	4.2	3.68
45	5/7	5.9	5.17
50	7	7.5	6.57
55	7/10	8.8	7.71
60	10	10.5	9.2
70	10/15	13.2	11.56
80	15	15.7	13.75
90	22	18.2	15.94
100	22	20.6	18.05
150	32	32,0	28.03
200	46	43.2	37.84
300	68	65,0	56.94
400	68/100	86,0	75.34
500	100	105	94.61
750	150	162	141.91
1000	220	216	189.22
1500	320	323	282.95
2000	460	431	377.56
3000	680	648	567.65
4000	1000	862	755.11

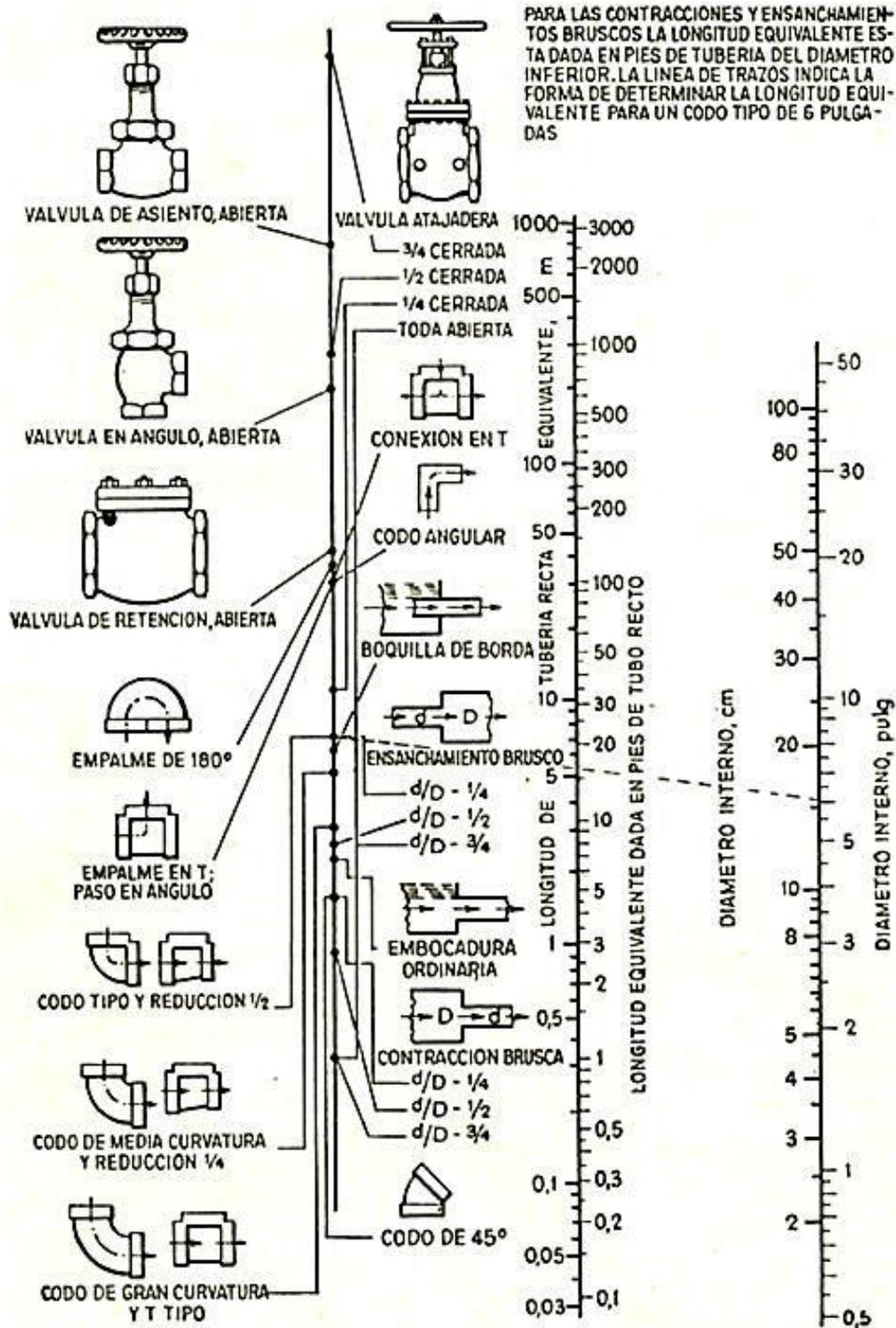
**9.7. TABLA COMPARATIVA ENTRE VISCOSIDADES (2)**



**9.8 TIPOS DE VALVULAS**

<i>DE ESFERA</i>	
<i>DE GLOBO</i>	
<i>DE MARIPOSA</i>	
<i>DE CUCHILLA</i>	
<i>CHECK</i>	
<i>DE AGUJA</i>	

### 9.9. ABACO PARA EL CALCULO DE PERDIDA DE CARGA EN ACCESORIOS



# ***10. ALGO DE ELÉCTRICA.....***

**10.1. NIVELES DE ILUMINACIÓN NOM-025-STPS-2008**

<i>Tarea Visual del puesto de trabajo</i>	<i>Área de Trabajo</i>	<i>Niveles mínimos de iluminación (luxes)</i>
<i>En exteriores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.</i>	<i>Exteriores generales: patios y estacionamientos.</i>	<b>20</b>
<i>En interiores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.</i>	<i>Interiores generales: almacenes de poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos, labores en minas subterráneas, iluminación de emergencia.</i>	<b>50</b>
<b>En Interiores</b>	<i>Áreas de circulación y pasillos; salas de espera; salas de descanso; cuartos de almacén; plataformas; cuartos de calderas.</i>	<b>100</b>
<i>Requerimiento visual simple: inspección visual, recuento de piezas, trabajo en banco y máquina.</i>	<i>Servicios al personal: almacenaje rudo, recepción y despacho, casetas de vigilancia, cuartos de compresores y pailería.</i>	<b>200</b>
<i>Distinción moderada de detalles: ensamble simple, trabajo medio en banco y máquina, inspección simple, empaque y trabajos de oficina</i>	<i>Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas.</i>	<b>300</b>
<i>Distinción clara de detalles: maquinado y acabados delicados, ensamble de inspección moderadamente difícil, captura y procesamiento de información, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio.</i>	<i>Talleres de precisión: salas de cómputo, áreas de dibujo, laboratorios.</i>	<b>500</b>
<i>Distinción fina de detalles: maquinado de precisión, ensamble e inspección de trabajos delicados, manejo de instrumentos y equipo de precisión, manejo de piezas pequeñas.</i>	<i>Talleres de alta precisión: de pintura y acabado de superficies y laboratorios de control de calidad.</i>	<b>750</b>
<i>Alta exactitud en la distinción de detalles: ensamble, proceso e inspección de piezas pequeñas y complejas, acabado con pulidos finos.</i>	<i>Proceso: ensamble e inspección de piezas complejas y acabados con pulidos finos.</i>	<b>1,000</b>
<i>Alto grado de especialización en la distinción de detalles.</i>	<i>Proceso de gran exactitud. Ejecución de tareas visuales:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>de bajo contraste y tamaño muy pequeño por periodos prolongados;</i></li> <li>• <i>exactas y muy prolongadas, y</i></li> <li>• <i>muy especiales de extremadamente bajo contraste y pequeño tamaño.</i></li> </ul>	<b>2,000</b>

## **10.2. INTENSIDAD DE CORRIENTE ADMISIBLE PARA CONDUCTORES DE COBRE (SECCIONES AWG)**

AISLADOS TEMPERATURA DE SERVICIO: 60° 75° 90°C

SECCION	SECCION	GRUPO A TEMPERATURA DE SERVICIO			GRUPO B TEMPERATURA DE SERVICIO			DESNUDO
		60°C	75°C	90°C	60°C	75°C	90°C	
Nominal (mm) <sup>2</sup>	AWG							
0,32	22	3	3					
0,51	20	5	5					
0,82	18	7,5	7,5					
1,31	16	10	10					
2,08	14	15	15	25	20	20	30	
3,31	12	20	20	30	25	25	40	
5,26	10	30	30	40	40	40	55	
8,36	8	40	45	50	55	65	70	90
13,30	6	55	65	70	80	95	100	130
21,15	4	70	85	90	105	125	135	150
26,67	3	80	100	105	120	145	155	200
33,62	2	95	115	120	140	170	180	230
42,41	1	110	130	140	165	195	210	270
53,49	1/0	125	150	155	195	230	245	310
67,42	2/0	145	175	185	225	265	285	360
85,01	3/0	165	200	210	260	310	330	420
107,2	4/0	195	230	235	300	360	385	490
127	250 MCM	215	255	270	340	405	425	540
152,0	300 MCM	240	285	300	375	445	480	610
177,3	350 MCM	260	310	325	420	505	530	670
202,7	400 MCM	280	355	360	455	545	575	730
253,4	500 MCM	320	380	405	515	620	660	840
304	600 MCM	355	420	455	475	690	740	
354,7	700 MCM	385	460		630	755		
380	750 MCM	400	475	500	655	785	845	
405,4	800 MCM	410	490		680	815		
456	900 MCM	435	520		730	870		
506,7	1000 MCM	455	545	585	780	925	1000	
633,4	1250 MCM	495	590		890	1065		
760,1	1500 MCM	520	625		980	1175		
886,7	1750 MCM	545	650		1070	1280		
1013	2000 MCM	560	665		1155	1385		

Grupo A: hasta 3 conductores en tubo o en cable o directamente enterrados. Grupo B: Conductor simple al aire libre.

60°C	75°C	90°C
TW	RHW, THW, THWN	THHN, XHHW-2, THWN-2

-----> **CONTINUACIÓN.....**

FACTORES DE CORRECCIÓN							
Temp. ambiente en °C	Para temperaturas ambientes distintas de 30°C, multiplicar las anteriores corrientes por el correspondiente factor de los siguientes						Temp. ambiente en °C
21-25	1,08	1,05	1,04	1,08	1,05	1,04	21-25
26-30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	26-30
31-35	0,91	0,94	0,96	0,91	0,94	0,96	31-35
36-40	0,82	0,88	0,91	0,82	0,88	0,91	36-40
41-45	0,71	0,82	0,87	0,71	0,82	0,87	41-45
46-50	0,58	0,75	0,82	0,58	0,75	0,82	46-50
51-55	0,41	0,67	0,76	0,41	0,67	0,76	51-55
56-60	....	0,58	0,71	....	0,58	0,71	56-60
61-70	....	0,33	0,58	....	0,33	0,58	61-70
71-80	....	....	0,41	....	....	0,41	71-80

**10.3 ALAMBRES ESMALTADOS**

1	2	3	4	5	6	7
4	5,189	21.15	-	188	0.80	60
5	4,621	17.77	-	149	1.01	48
6	4,115	13.30	-	118	1.27	38
7	3,665	10.55	-	94	1.70	30
8	3,264	8.36	-	74	2.03	24
9	2,906	6.63	-	58.9	2.56	19
10	2,588	5.26	-	46.8	3.23	15
11	2,305	4.17	-	32.1	4.07	12
12	2,053	3.31	-	29.4	5.13	9.5
13	1,828	2.63	-	23.3	6.49	7.5
14	1,628	2.08	5.6	18.5	8.17	6.0
15	1,450	1.65	6.4	14.7	10.3	4.8
16	1,291	1.31	7.2	11.6	12.9	3.7
17	1,150	1.04	8.4	9.26	16.34	3.2
18	1,024	0.82	9.2	7.3	20.73	2.5
19	0.9116	0.65	10.2	5.79	26.15	2.0
20	0.8118	0.52	11.6	4.61	32.69	1.5
21	0.7230	0.41	12.8	3.64	41.46	1.2
22	0.6438	0.33	14.4	2.89	51.5	0.92
23	0.5733	0.26	16.0	2.29	56.4	0.73
24	0.5106	0.20	18.0	1.82	85.0	0.58

- ① - Numero AWG (American Wire)      ⑤ - Kg por kilometro o x 1000 mts  
 ② - Diametro en milímetros              6 - Resistencia en ohmios por kilometro  
 ③ - Seccion en milímetros                7 - Capacidad de corriente en amperes  
 ④ - Numero de espiras por centimet

### 10.4. FORMULAS PARA CONVERTIR, CALCULAR, TRANSFORMAR DE AMP A KW AC, MONOFASICOS, BIFASICOS Y TRIFASICOS:

$$kW_{(DC)} = \frac{V_{DC} \times I_{DC}}{1000}$$

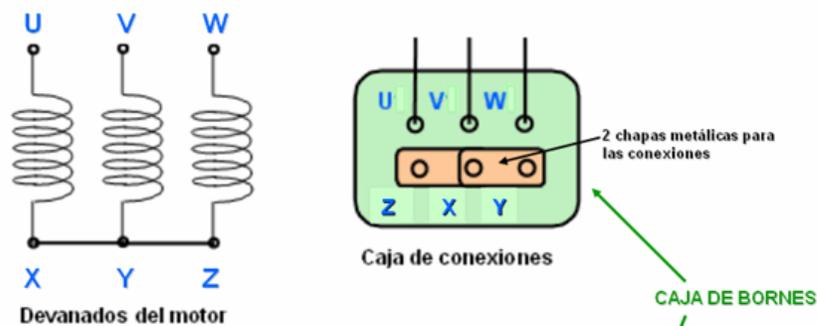
$$kW_{(1\phi)} = \frac{V_{L-N} \times I_{AC} \times F.P.}{1000}$$

$$kW_{(2\phi)} = \frac{2 \times V_{L-N} \times I_{AC} \times F.P.}{1000}$$

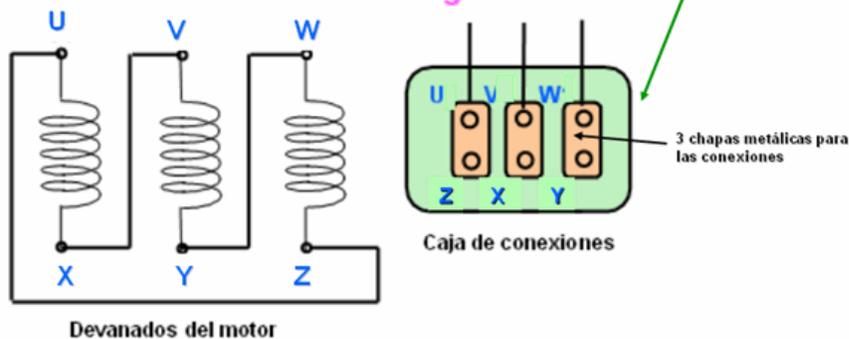
$$kW_{(3\phi)} = \frac{\sqrt{3} \times V_{L-L} \times I_{AC} \times F.P.}{1000}$$

### 10.5. CONEXIONES EN UN MOTOR TRIFÁSICO

#### Conexión en Estrella



#### Conexión en Triángulo

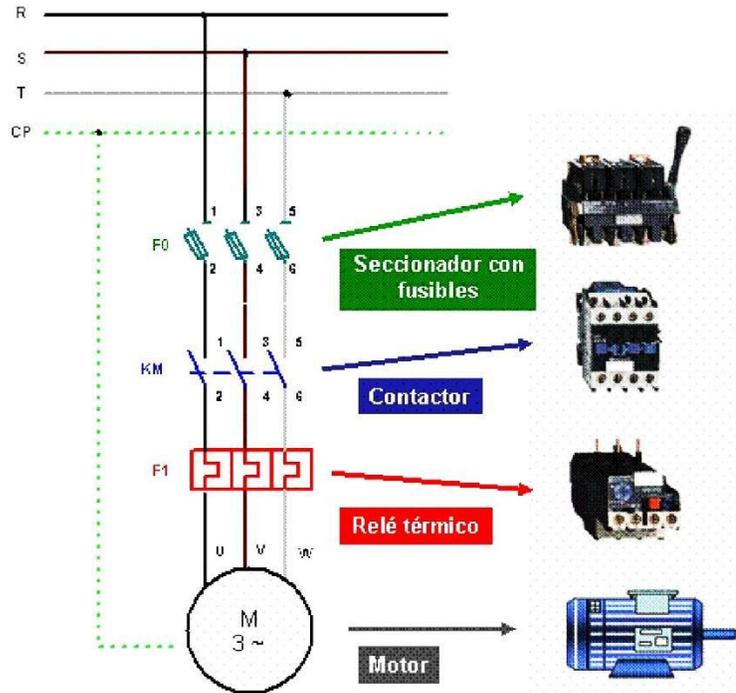


### 10.6 SISTEMAS DE ARRANQUE DE MOTORES ELECTRICOS

Arranque de motores eléctricos. Régimen transitorio en el que se eleva la velocidad del mismo desde el estado de motor detenido hasta el de motor girando a la velocidad de régimen permanente. el conjunto que se pone en marcha es inercial y disipativo, incluyendo en este último concepto a las cargas útiles, pues consumen energía.

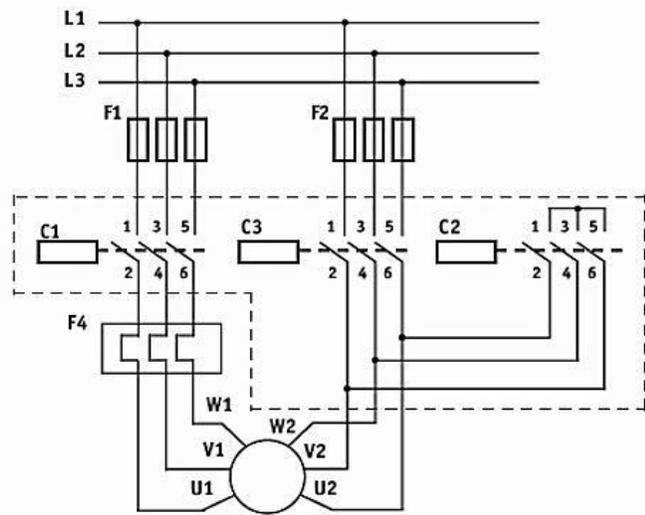
**Arranque directo a línea**

La manera más sencilla de arrancar un motor de jaula es conectar el estator directamente a la línea, en cuyo caso el motor desarrolla durante el arranque el par que señala su característica par-velocidad.



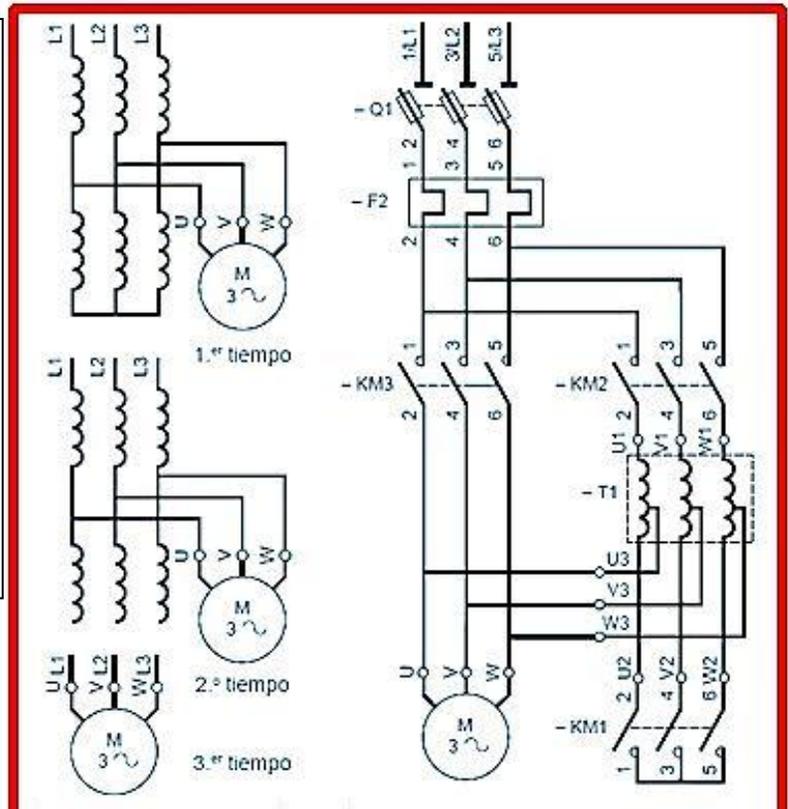
**Arranque estrella-triángulo**

Se trata de un método de arranque basado en las distintas relaciones de la tensión de línea y la compuesta, a la tensión de fase que representan los acoplamientos trifásicos estrella-triángulo. En consecuencia, el método solo será aplicado a motores trifásicos alimentados por una red trifásica cuyo devanado

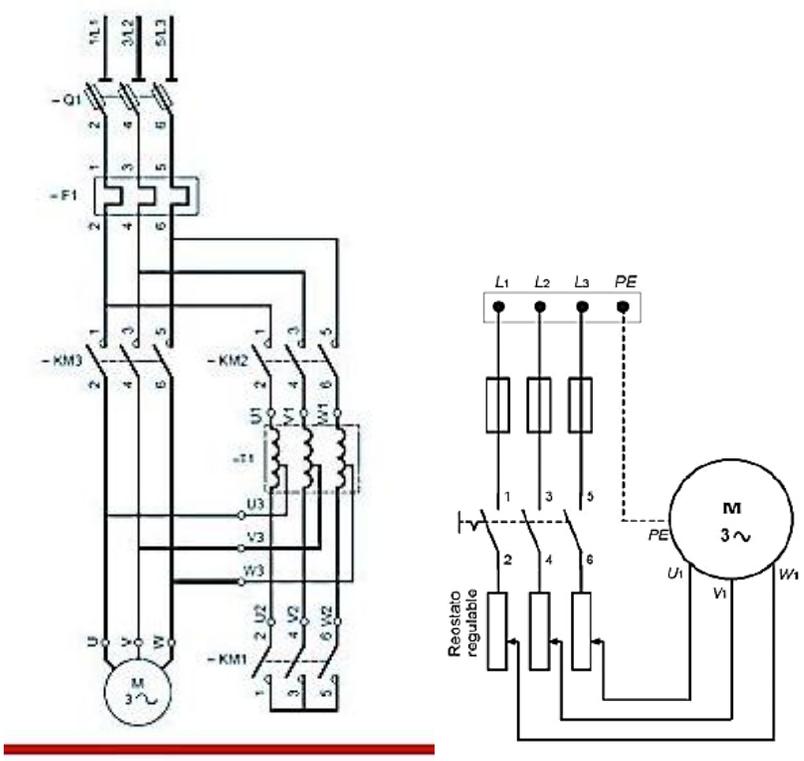


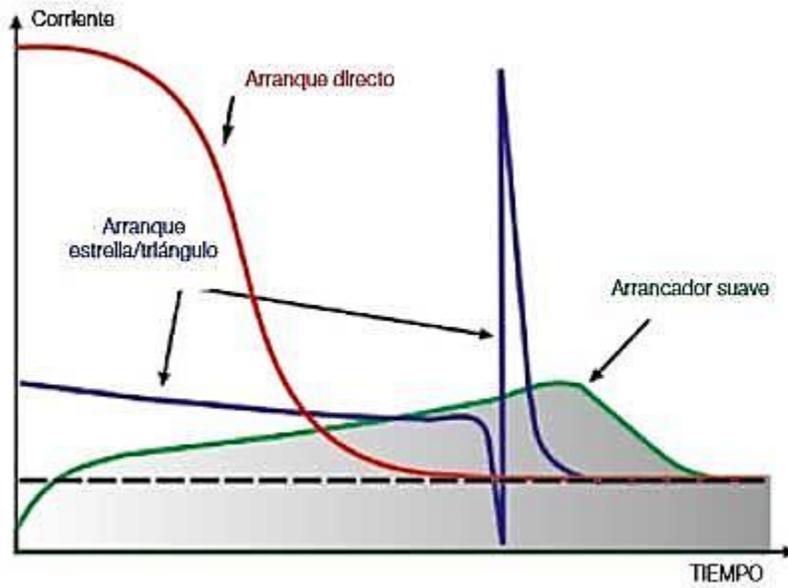
- F1 y F2 = Fusibles.
- C1: Contactor Red.
- C2: Contactor Estrella.
- C3: Contactor Triángulo.
- F4: Relé de sobrecarga.

**Arranque por autotransformador**  
 Este método utiliza un autotransformador para reducir la tensión en el momento del arranque, intercalado entre la red y el motor. En este caso se le aplica al motor la tensión reducida del autotransformador y una vez el motor en las proximidades de su velocidad de régimen se le conecta a la plena tensión de la red quedando el autotransformador fuera de servicio.

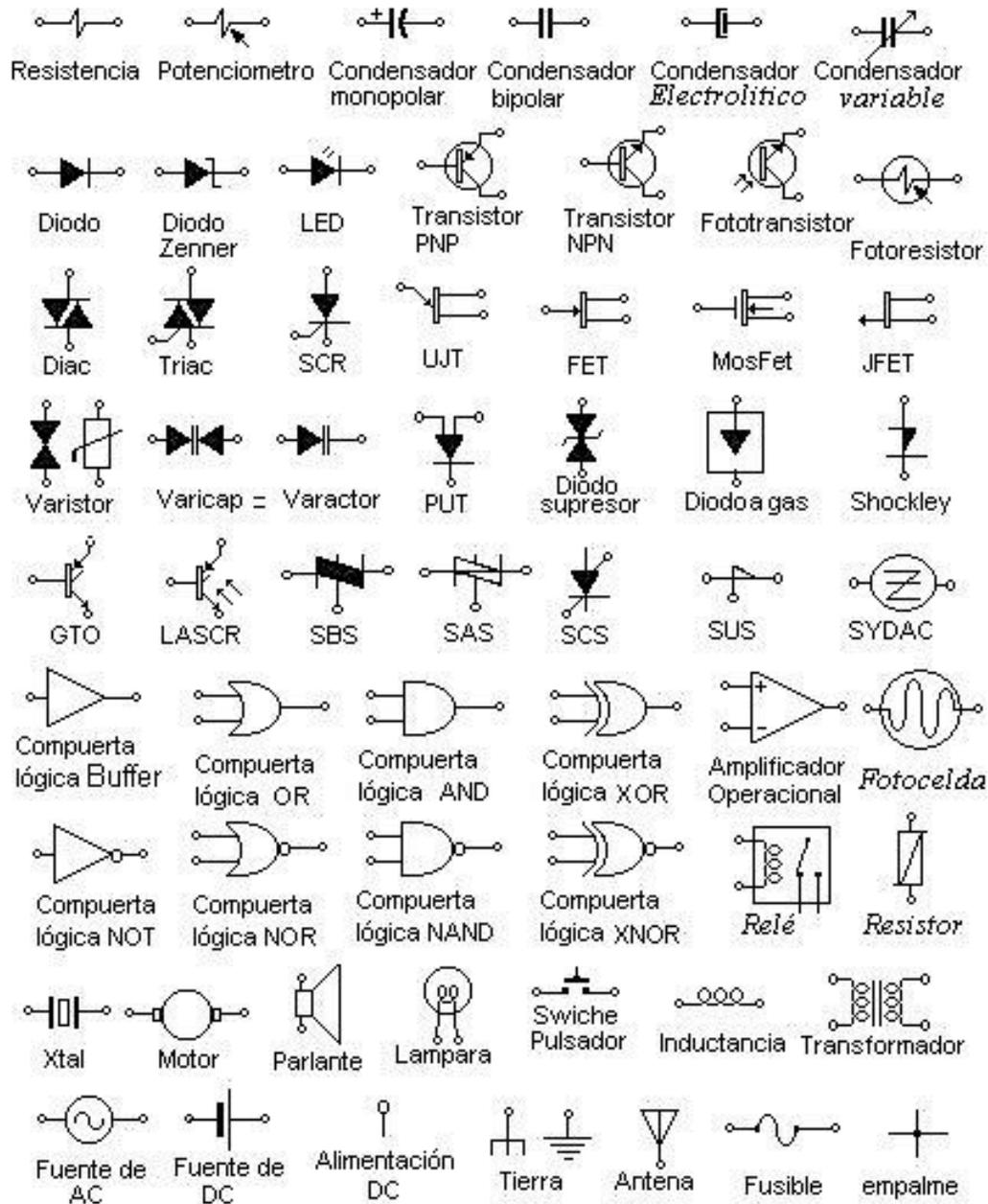


**Arranque mediante resistencias en el estator**  
 Este método de arranque consiste en conectar el motor a la línea mediante una resistencia en serie en cada una de las fases. La resistencia se puede graduar en secciones para limitar la corriente de arranque a un valor pretendido según las normas de la compañía y el par que necesita la máquina de carga.



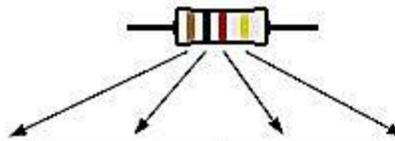


### 10.7. SIMBOLOGÍA ELECTRÓNICA



## 10.8. CODIGO DE COLORES DE LAS RESISTENCIAS ELECTRICAS

Código de colores  
de las resistencias eléctricas



Colores	1ª Cifra	2ª Cifra	Multiplicador	Tolerancia
Negro		0	1	
Marrón	1	1	$\times 10$	$\pm 1\%$
Rojo	2	2	$\times 10^2$	$\pm 2\%$
Naranja	3	3	$\times 10^3$	
Amarillo	4	4	$\times 10^4$	
Verde	5	5	$\times 10^5$	$\pm 0.5\%$
Azul	6	6	$\times 10^6$	
Violeta	7	7	$\times 10^7$	
Gris	8	8	$\times 10^8$	
Blanco	9	9	$\times 10^9$	
Oro			$\times 10^{-1}$	$\pm 5\%$
Plata			$\times 10^{-2}$	$\pm 10\%$
Sin color				$\pm 20\%$

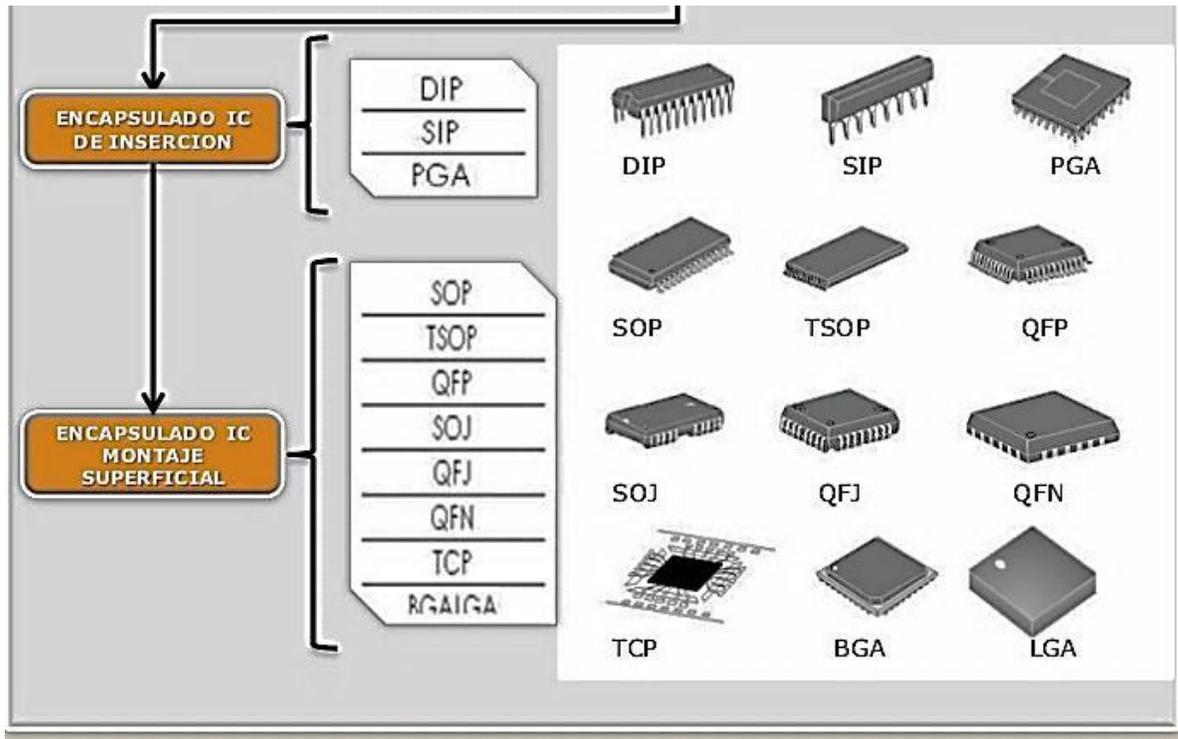
■ Ejemplo: 



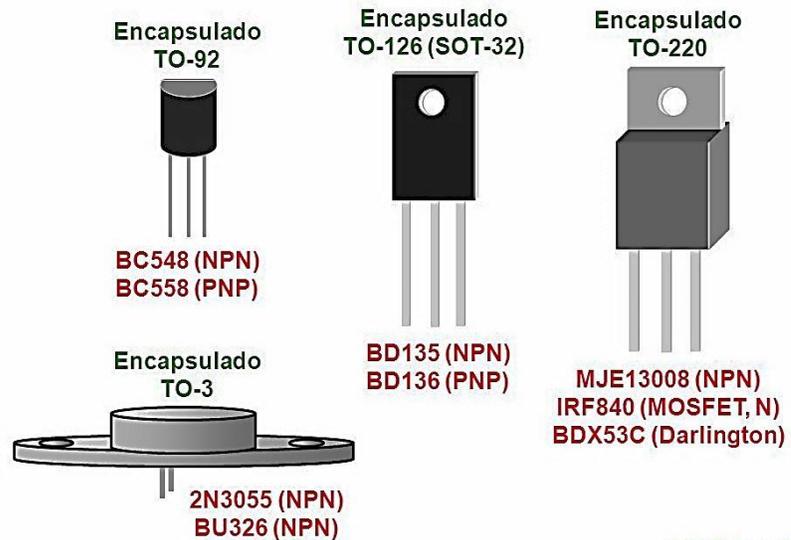
Si los colores son: ( Marrón - Negro - Rojo - Oro ) su valor en ohmios es:

$$1 \quad 0 \quad \times 100 \quad 5\% = 1000\Omega = 1K\Omega, \text{ Tolerancia } \pm 5\%$$

### 10.9. PRINCIPALES ENCAPSULADOS PARA CIRCUITOS INTEGRADOS

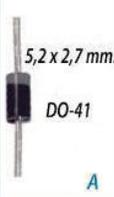
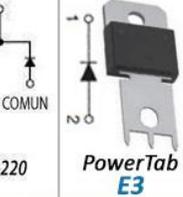
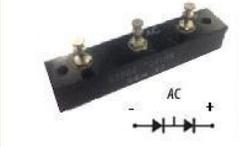


### 9.10. ENCAPSULADO DE TRANSISTORES

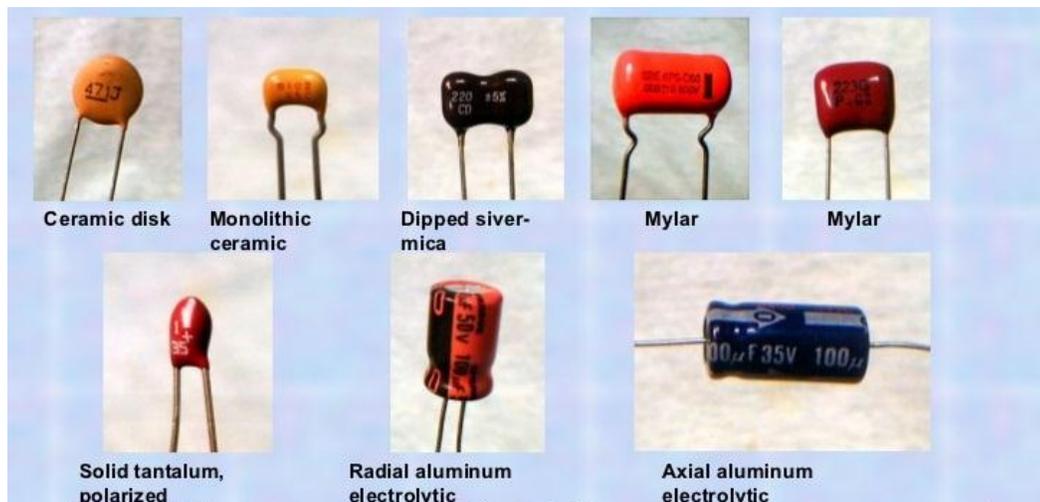


ATE-UO Trans 74

### 10.11. ENCAPSULADO DE DIODOS

Encapsulados y Figuras							
 <p>5,2 x 2,7 mm. DO-41 A</p>	 <p>9,5 x 6,3 mm. DO-201 B</p>	 <p>AXIAL C</p>	 <p>5,8 x 5,6 mm. TO-251 D</p>	 <p>E1</p>	 <p>E2</p>	 <p>CATODO COMUN TO-220 PowerTab E3</p>	
 <p>TO-3P (TO-247) F1</p>	 <p>F2</p>	 <p>F3</p>	 <p>DO-5 1/4" - 28 UNF-2 G</p>	 <p>DO-5 1/4" - 28 UNF-2 G2</p>	 <p>DO-27 9,5 x 5,3 mm. H</p>	 <p>DO-4 10.32 UNF-2A I</p>	
 <p>AC D-8A J</p>		 <p>TO-3 K</p>		 <p>B43 (Hockey Puk) Diam. int.: 40,5 mm. Diam. ext.: 42 mm. Altura: 14,5 mm. L</p>			
 <p>DO-200AB Diam. ext.: 41,27 mm. Altura: 14,09 mm. LI</p>		 <p>DO-30 1/2" 20 UNF-2A M</p>		 <p>DO-9 3/4" 16 UNF-2A N</p>		 <p>DO-8 3/8" 24 UNF O</p>	
 <p>DO-200AC Diam. int.: 67 mm. Diam. ext.: 74,5 mm. Altura: 27,5 mm. LL</p>		 <p>7,6 x 2,7 mm. DO-7 P</p>		 <p>5 x 2,3 mm. DO-35 Q</p>			

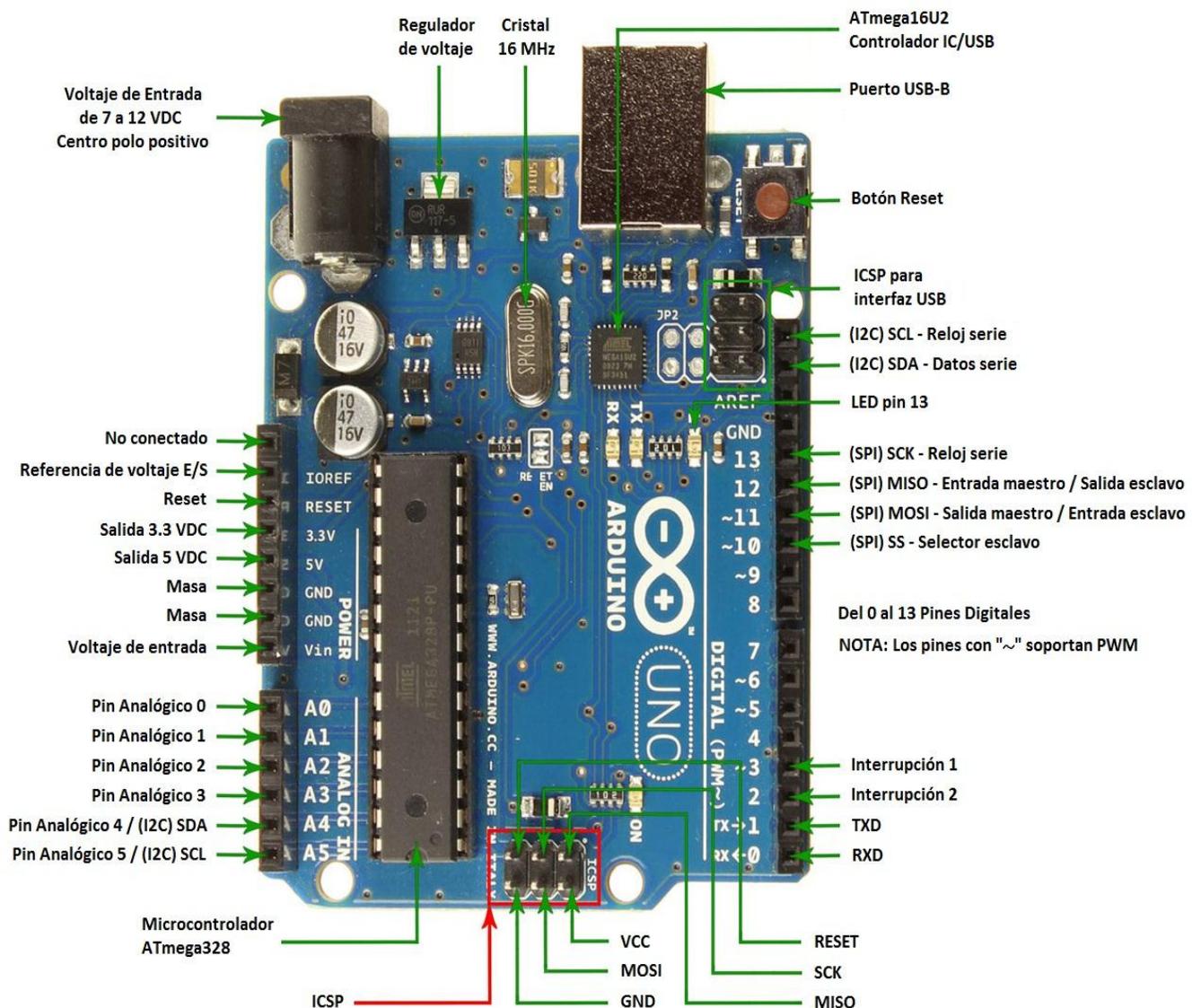
### 10.12. TIPOS DE CAPACITORES



### 10.13. ARDUINO UNO

Arduino es una plataforma de prototipos electrónicos de código abierto (open-source) basada en hardware y software flexibles y fáciles de usar. Está pensado para artistas, diseñadores, como hobby y para cualquiera interesado en crear objetos o entornos interactivos. Arduino puede sentir el entorno mediante la recepción de entradas desde una variedad de sensores y puede afectar a su alrededor mediante el control de luces, motores y otros artefactos.

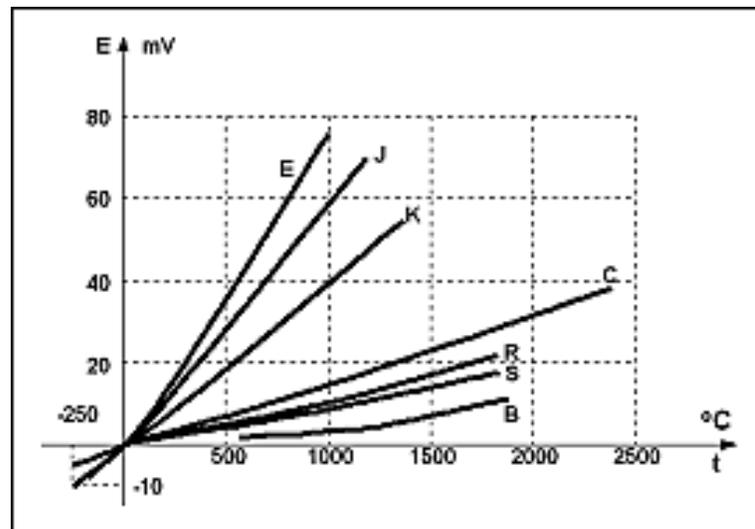
El microcontrolador de la placa se programa usando el Arduino Programming Language (basado en Wiring) y el Arduino Development Environment (basado en Processing). Los proyectos de Arduino pueden ser autonomos o se pueden comunicar con software en ejecución en un ordenador (por ejemplo con Flash, Processing, MaxMSP, etc.).



### 10.14. TIPOS DE TERMOPARES

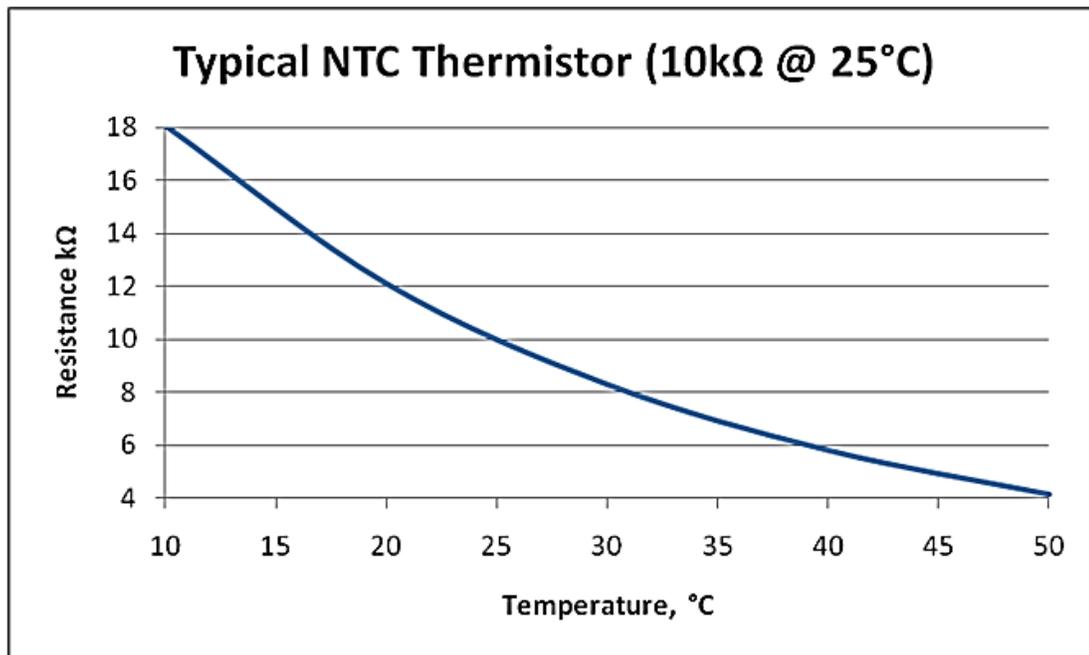
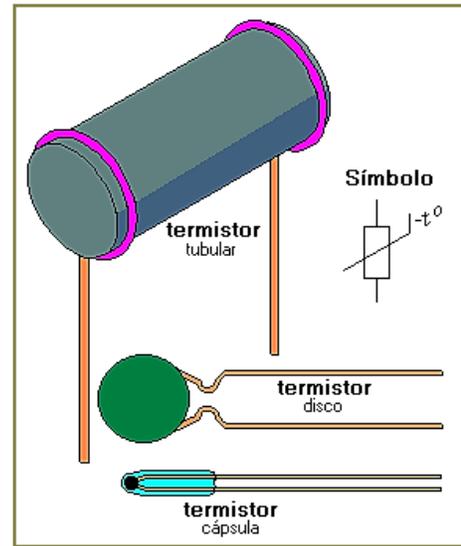
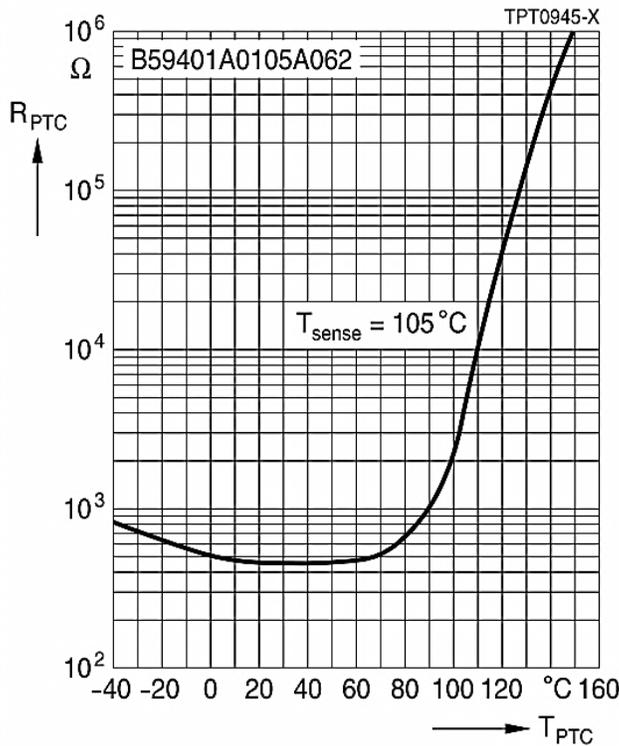
Tipo	Composición (terminal positivo - negativo)	Campo de medida recomendado	Sensibilidad (a 25°C)
J	Fe - Constantán <sup>†</sup>	0 a 760°C	51,5 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
K	Cromel <sup>†</sup> - Alumel <sup>†</sup>	-200 a 1250°C	40,5 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
N	Nicrosil <sup>†</sup> - Nisil <sup>*</sup>	0 a 1260°C	26,5 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
T	Cu - Constantán	-200 a 350°C	41,0 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
R	13%Pt 87%Rh - Pt	0 a 1450°C	6 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
S	10%Pt 90%Rh - Pt	0 a 1450°C	6 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
B	30%Pt 70%Rh - 6%Pt 94%Rh	800 a 1800°C	9 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ (a 1000 °C)

Constantan : 55%Cu-45%Ni    Cromel : 90%Ni-10%Cr    Alumel : 95Al%-5%Ni  
 Nicrosil : 84.6%-14.2%Cr-1.4%Si    Nisil : 95.5%Ni-4.4%Si-1%Mg



### 10.15. TERMISTORES NTC Y PTC

Los termistores son resistencias dependientes de la temperatura, así: NTC, cuando aumenta la temperatura disminuye la resistencia, es un termistor de coeficiente negativo. PTC, cuando aumenta la temperatura aumenta la resistencia, es un termistor de coeficiente positivo.

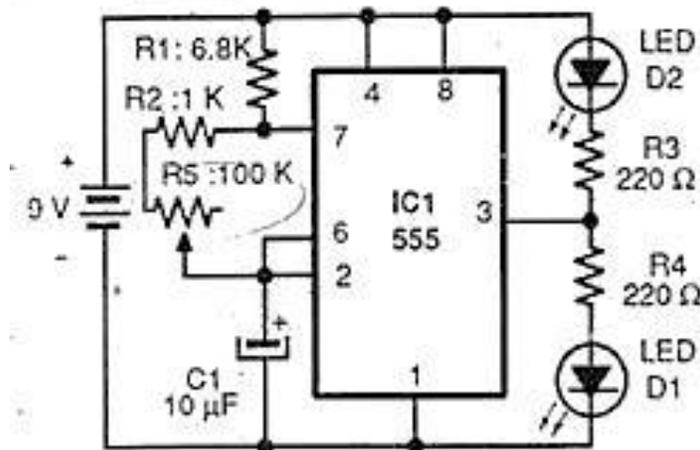
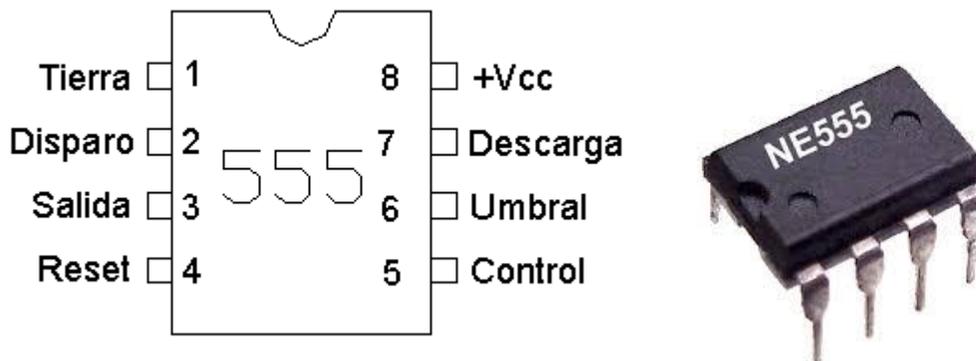


## 10.16. El C.I 555

El dispositivo 555 es un circuito integrado muy estable cuya función primordial es la de producir pulsos de temporización con una gran precisión y que, además, puede funcionar como oscilador.

Sus características más destacables son:

- Temporización desde microsegundos hasta horas.
- Modos de funcionamiento:
  - Monoestable.
  - Astable.
- Aplicaciones:
  - Temporizador.
  - Oscilador.
  - Divisor de frecuencia.
  - Modulador de frecuencia.
  - Generador de señales triangulares.



**Luces de velocidad variable**

# "FORMULARIO"

## Esfuerzo Normal

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

## Esfuerzo cortante

$$\tau = \frac{P}{A}$$

## Deformación axial

$$\delta = \frac{PL}{EA}$$

## Deformación unitaria por corte

$$\gamma = \frac{\varepsilon_s}{L}$$

## Módulo de elasticidad al corte

$$G = \frac{\tau}{\gamma} = \frac{E}{2(1+\mu)}$$

## Módulo de elasticidad o de Young (Rigidez del material)

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

## Factor de seguridad

$$F.S = \frac{\sigma_{\text{FLUENCIA}}}{\sigma_{\text{ADMISIBLE}}}$$

## Factor de seguridad

$$F.S = \frac{\tau_{\text{FLUENCIA}}}{\tau_{\text{ADMISIBLE}}}$$

## Esfuerzo de contacto

$$\sigma_c = \frac{P}{A_c}$$

$$\sigma_c = \frac{P}{n(d*t)}$$

## Módulo o relación de Poisson

$$\mu = \left| \frac{-\varepsilon_y}{\varepsilon_x} \right| = \left| \frac{-\varepsilon_z}{\varepsilon_x} \right|$$

## Esfuerzos térmicos

$$\delta_T = \alpha L(\Delta T)$$

$$\sigma_T = \alpha E(\Delta T)$$

## Deformación unitaria sobre el eje x (elemento sometido a tensión)

$$\varepsilon_x = \frac{\delta_x}{L_x}$$

## Deformación unitaria sobre el eje y

$$\varepsilon_y = \frac{-\delta_y}{L_y}$$

## Deformación unitaria sobre el eje z

$$\varepsilon_z = \frac{-\delta_z}{L_z}$$

## Esfuerzo y deformación angular en flechas

$$\tau = \frac{\pi R}{J} = \frac{\pi D}{2J}$$

$$\theta = \frac{M_t L}{GJ}$$

**Momento polar de inercia para una sección circular sólida**

$$J = \frac{\pi D^4}{32} = \frac{\pi R^4}{2}$$

**Momento polar de inercia para una sección circular hueca**

$$J = \frac{\pi(R_E^4 - R_I^4)}{2}$$

**Momento polar de inercia para una sección circular de pared delgada o tubular**

$$J = 2\pi R_E^3 t$$

**Transmisión de potencia mediante flechas**

$$Pot = M_T \omega$$

$$Pot = \frac{M_t n}{63000} \text{ (Sistema inglés)}$$

$$Pot = \frac{M_t n}{9550} \text{ (Sistema Internacional)}$$

$$Pot = \frac{M_t n}{71600} \text{ (Sistema métrico técnico)}$$

**RESORTES****Esfuerzo cortante**

$$\tau = k_s \frac{8PD}{\pi d^3}$$

**Deformación axial**

$$\Delta = \frac{8PC^3 n_c}{Gd}$$

**Constante del resorte**

$$q = \frac{P}{\Delta}$$

**RECIPIENTES A PRESIÓN DE PARED DELGADA****Recipientes cilíndricos****Esfuerzo radial**

$$\sigma_1 = \frac{Pe \cdot r}{t} = \frac{Pe \cdot d}{2t}$$

**Esfuerzo longitudinal**

$$\sigma_2 = \frac{Pe \cdot d}{4t} = \frac{Pe \cdot r}{2t}$$

**Recipientes esféricos****Esfuerzo radial**

$$\sigma_1 = \frac{Pe \cdot d}{4t}$$

**Esfuerzo longitudinal**

$$\sigma_2 = \frac{Pe \cdot d}{4t}$$

**ESFUERZOS EN VIGAS****Esfuerzo normal o de flexión**

$$\sigma = \frac{MC}{I}$$

**Esfuerzo cortante directo**

$$\tau = \frac{V}{A}$$

**Esfuerzo cortante longitudinal**

$$\tau = \frac{VQ}{Ib}$$

**Modulo de sección**

$$Z = \frac{I}{C}$$

**Esfuerzos principales máximo y mínimo**

(Máximo)

$$\sigma_1 = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau^2}$$

(Mínimo)

$$\sigma_2 = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} - \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau^2}$$

**Esfuerzo cortante máximo**

$$\tau_{mx} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau^2}$$

**Teoría de la energía máxima de distorsión**

$$(\sigma_1)^2 + (\sigma_2)^2 - \sigma_1\sigma_2 \leq (\sigma_f)^2$$

**Teoría del esfuerzo normal**

$$|\sigma_1| \leq \frac{\sigma_{\max}}{F.S} \quad y \quad |\sigma_2| \leq \frac{\sigma_{\max}}{F.S}$$

**Teoría del esfuerzo cortante máximo**

$$\sigma_1 \leq \frac{\sigma_f}{F.S} \quad y \quad \sigma_2 \leq \frac{\sigma_f}{F.S}$$

$$|\sigma_1 - \sigma_2| \leq \frac{\sigma_f}{F.S}$$

**Factor teórico de esfuerzos**

$$K_t = \frac{\sigma_{mx}}{\sigma_{promedio}} \quad K_t = \text{factor teórico}$$

**Calculo de esfuerzos incluyendo la concentración de esfuerzos.****Axial**

$$\sigma = k_t \frac{P}{A}$$

**Torsión**

$$\tau = k_t \frac{M_t D}{2J}$$

**Flexión**

$$\sigma = k_t \frac{MC}{I}$$

**Resistencia a la fatiga**

$$\sigma_e = \sigma_e \left( \frac{1}{k_f} \right) k_a k_b k_c k_d \quad (\text{flexión})$$

$$\tau = \tau_e \left( \frac{1}{k_f} \right) k_a k_b k_c k_d \quad (\text{torsión})$$

$$M_r = \frac{M_{mx} - M_{\min}}{2}$$

### Ecuaciones de diseño

#### Ec. de Goodman

$$\frac{1}{F.S} = \frac{\sigma_m}{\sigma_{\max}} + \frac{\sigma_r}{\sigma_e}$$

#### Ec. de Gerber

$$\frac{1}{F.S} = \left( \frac{\sigma_m}{\sigma_{\max}} \right)^2 + \frac{\sigma_r}{\sigma_e}$$

#### Ec. de Soderberg

$$\frac{1}{F.S} = \frac{\sigma_m}{\sigma_f} + \frac{\sigma_r}{\sigma_e} \quad (\text{Cargas axiales})$$

$$\frac{1}{F.S} = \frac{\tau_m}{\tau_f} + \frac{\tau_r}{\tau_e} \quad (\text{torsión})$$

## PROYECTO DE FLECHAS

### Ecuación para flechas sometidas a cargas variables

$$\frac{\sigma_f}{F.S} = \frac{32}{\pi D^3} \sqrt{\left( M_m + M_r \frac{\sigma_f}{\sigma_e} \right)^2 + \frac{3}{4} \left( M_{t_m} + M_{t_r} \frac{\tau_f}{\tau_e} \right)^2}$$

#### *Momentos flexionantes*

$$M_m = \frac{M_{mx} + M_{\min}}{2}$$

### *Momentos torsionantes*

$$M_{tm} = \frac{M_{tmx} + M_{t \min}}{2}$$

$$M_{tr} = \frac{M_{tmx} - M_{t \min}}{2}$$

### Código ASME

$$\tau_{\text{cal}} = \frac{16}{\pi D^3} \sqrt{(C_m * M)^2 + (C_t * M_t)^2}$$

## ENGRANES

$$P_c = \frac{\pi D_p}{N_p} = \frac{\pi D_g}{N_g}$$

$$P = \frac{N_p}{D_p} = \frac{N_g}{D_g}$$

$$P_c * P = \pi$$

$$m = \frac{D_p}{N_p}$$

$$m_w = \frac{n_p}{n_g} = \frac{D_g}{D_p} = \frac{N_g}{N_p}$$

$$C = \frac{1}{2P} (N_p + N_g)$$

$$C = \frac{m}{2} (N_p + N_g)$$

$$\theta = \cos^{-1} \frac{D_b}{D}$$

$$b = k * P_c$$

$$F_t = \frac{2M_t}{D}$$

**Ecuación de Lewis**

$$F = \sigma * k * y * \frac{\pi^2}{P^2}$$

$$F = \sigma * k * y * \pi^2 * m^2$$

**Ecuación de AGMA**

$$F = \frac{12 * \sigma * J * k_v}{P^2 * k_a * k_s}$$

$$F = \frac{12 * \sigma * J * k_v * m^2}{k_a * k_s}$$

**Esfuerzo de contacto en un diente  
(desgaste)**

$$\sigma_c = C_p \left( \frac{F_t * k_a * k_s}{k_v * b * D_p * I} \right)^{1/2}$$

$C_p = \text{coeficiente elástico} = 2300.0 \frac{\text{lb}^{1/2}}{\text{plg}}$  (sistema inglés)