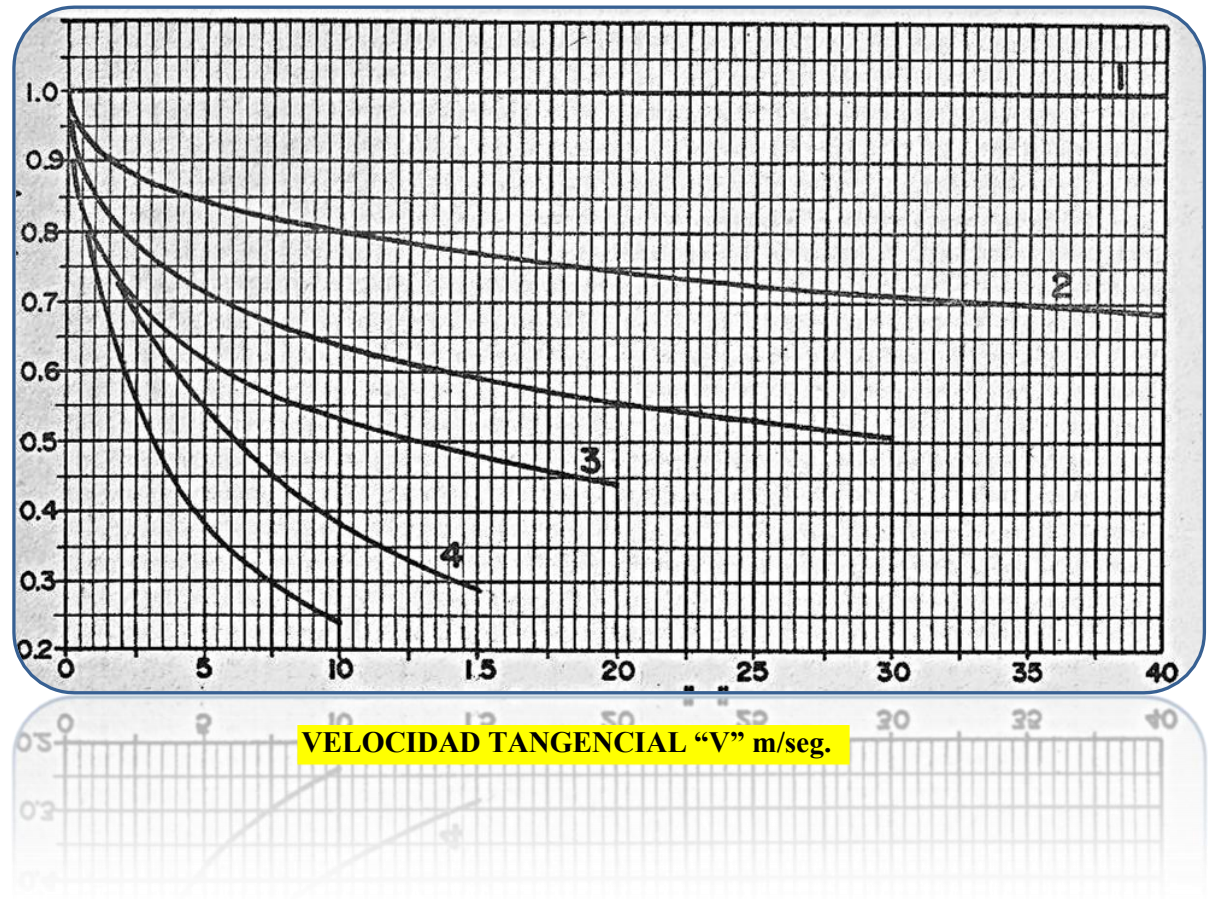


TABLAS DE ENGRANAJES

NORMA: AGMA

FIGURA Nº1
FACTOR DINAMICO K_v

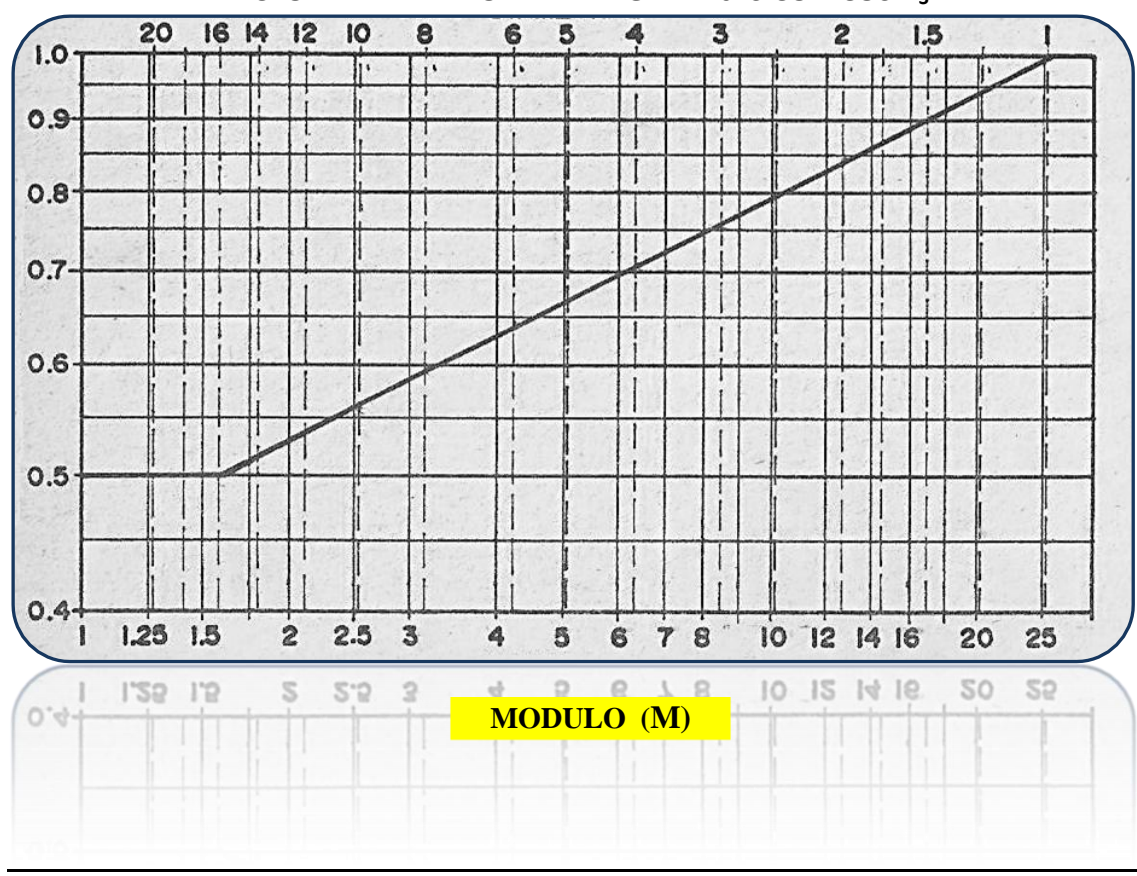
FACTOR DINAMICO K_v



VELOCIDAD TANGENCIAL "V" m/seg.

FIGURA Nº 2
FACTOR DE TAMAÑO PARA ENGRANAJES CONICOS K_s

FACTOR DE TAMAÑO, K_s



MODULO (M)

FIGURA Nº 3

FACTOR DE DISTRIBUCION DE CARGA PARA ENGRANAJES CONICOS, K_m , C_m

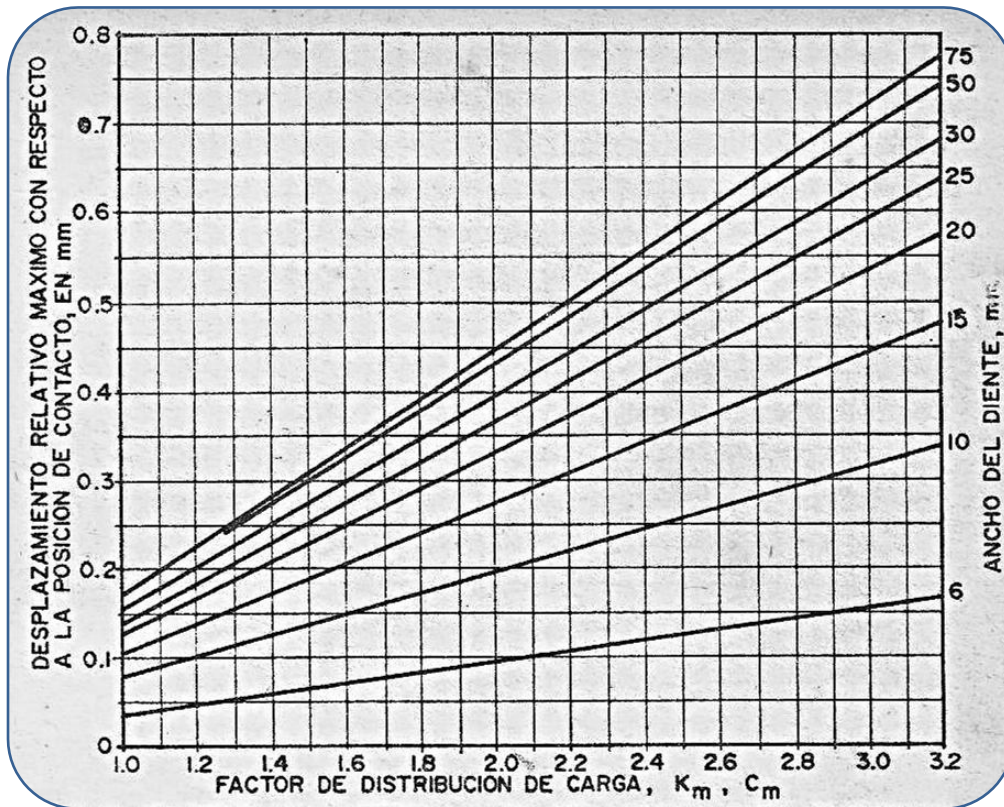


FIGURA Nº 4

FACTORES GEOMETRICOS, J, PARA ENGRANAJES CILINDRICOS DE DIENTES RECTOS, $\phi=20^\circ$

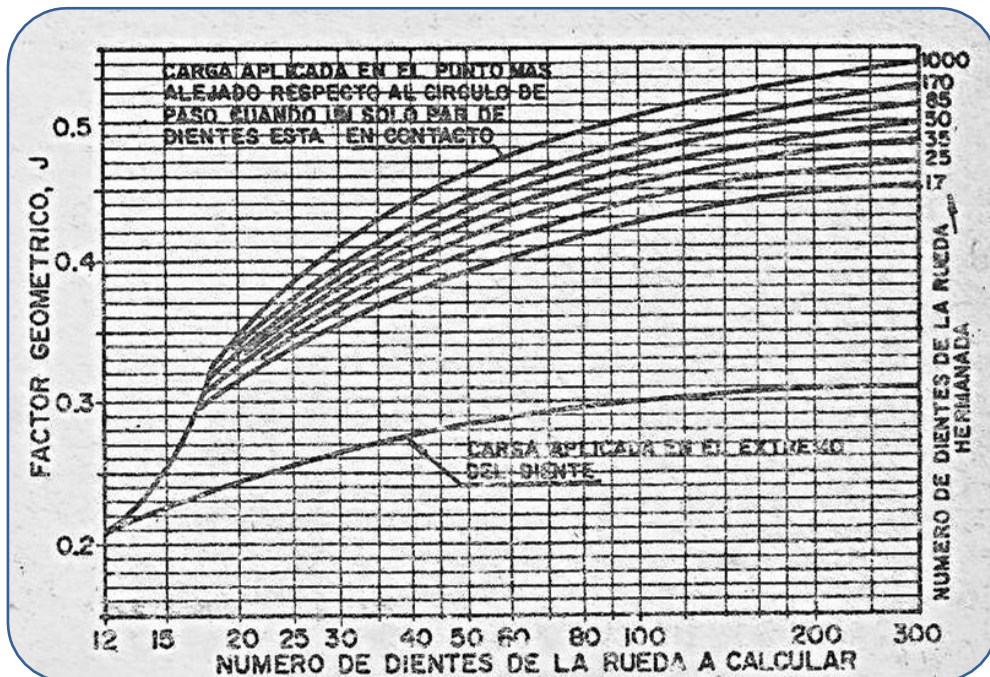


FIGURA Nº 5

FACTORES GEOMETRICOS, J, PARA ENGRANAJES CILINDRICOS DE DIENTES RECTOS, $\phi=25^\circ$

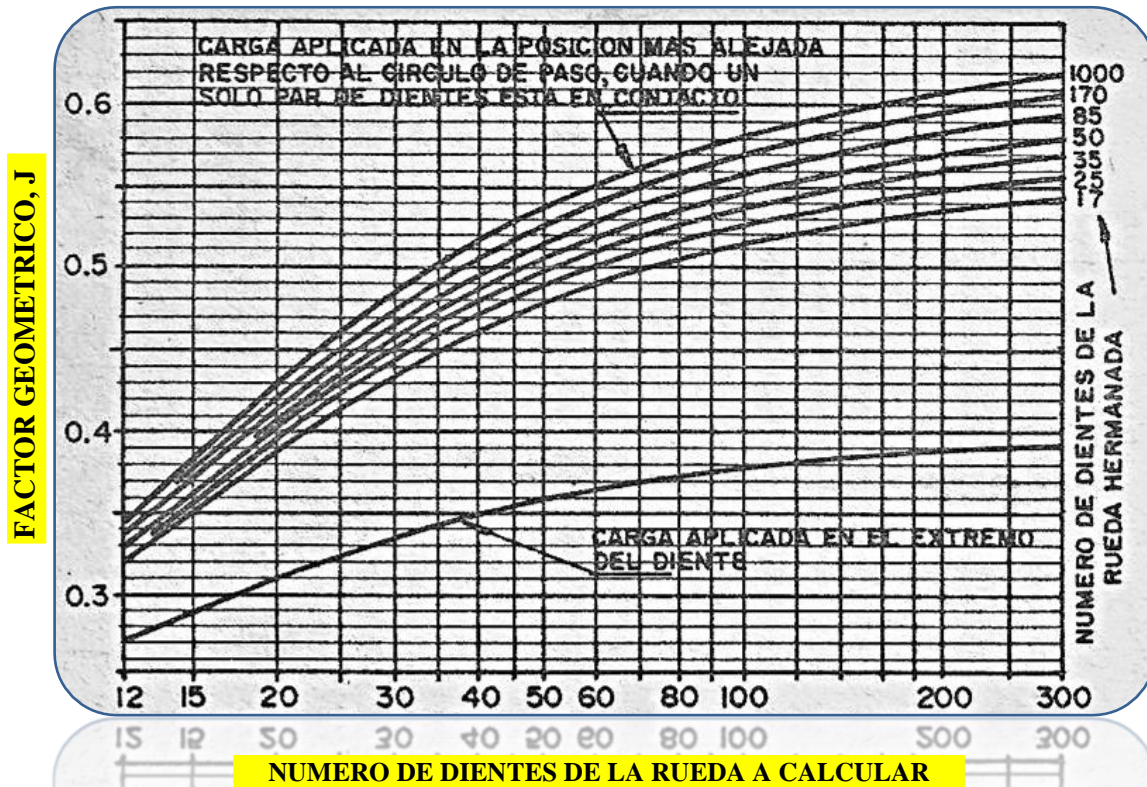


FIGURA Nº 6

GUIA PARA LIMITAR EL ERROR EN ACCION EN ENGRANAJES CILINDRICOS DE DIENTES RECTOS

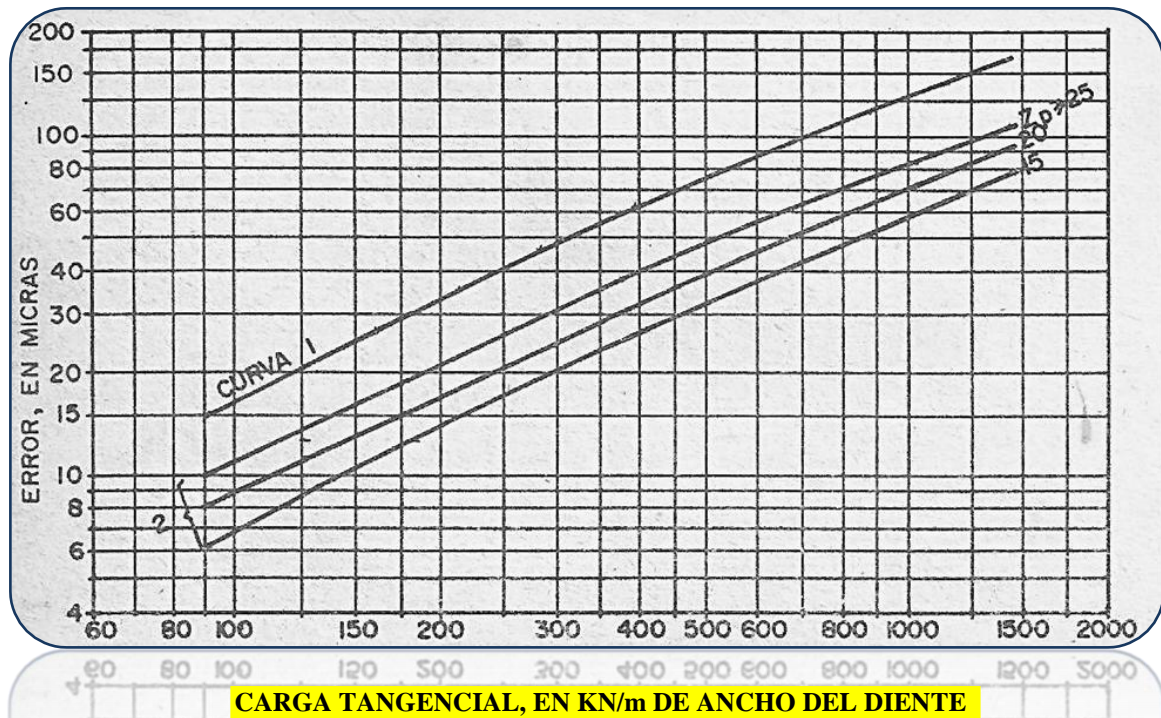


FIGURA Nº 7

FACTORES GEOMETRICOS, J , $\phi_n=15^\circ$ ENGRANADO CON RUEDA DE 75 DIENTES

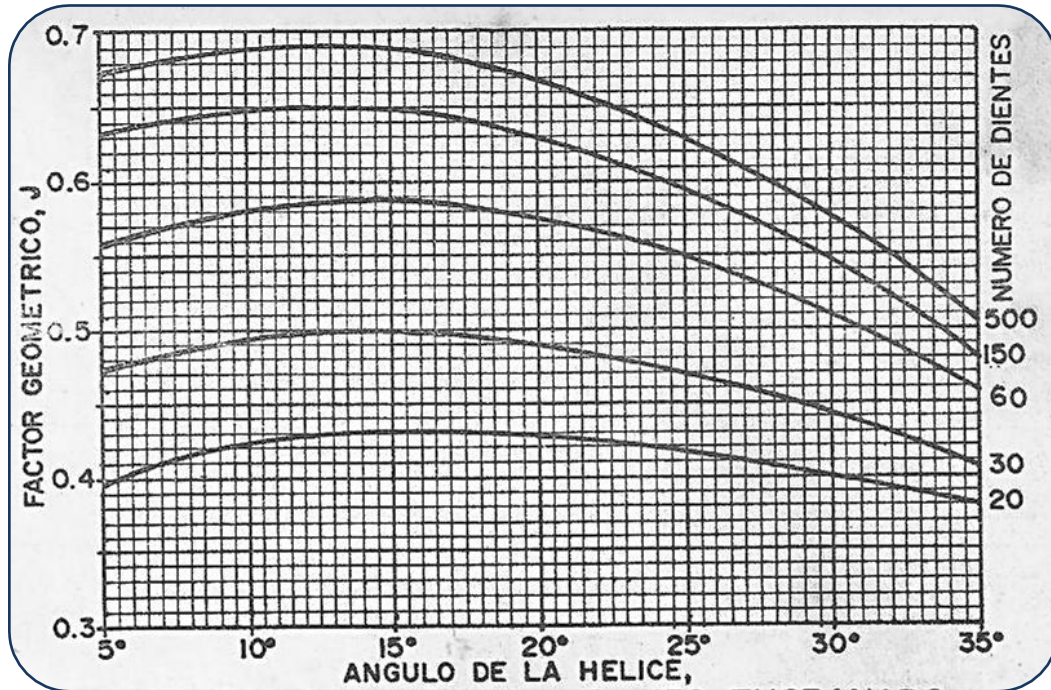


FIGURA Nº 8

FACTOR GEOMETRICOS, J , $\phi_n=20^\circ$ ALTURA COMPLETA, CORTADOS CON FRESA MADRE Y LUEGO AFEITADO, ENGRANADO CON RUEDA 75 DIENTES

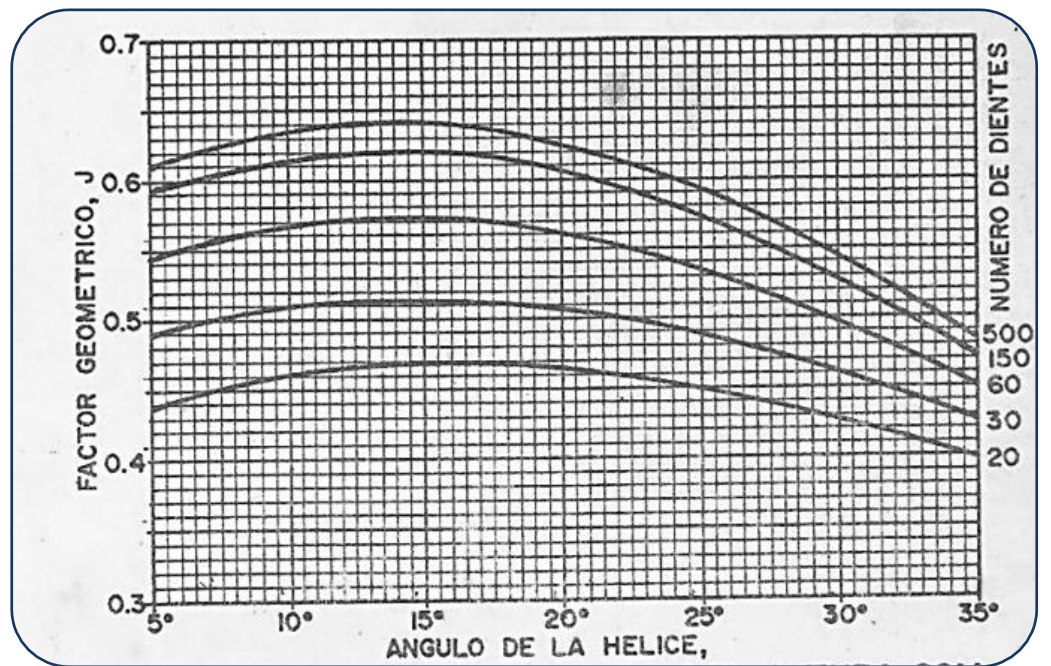


FIGURA Nº 9

FACTOR GEOMETRICOS, J, PARA $\phi_n=20^\circ$ ALTURA COMPLETA, DIENTES CORTADOS Y ACABADOS CON FRESA MADRE, ENGRANADO CON RUEDA 75 DIENTES

FACTOR GEOMETRICO, J

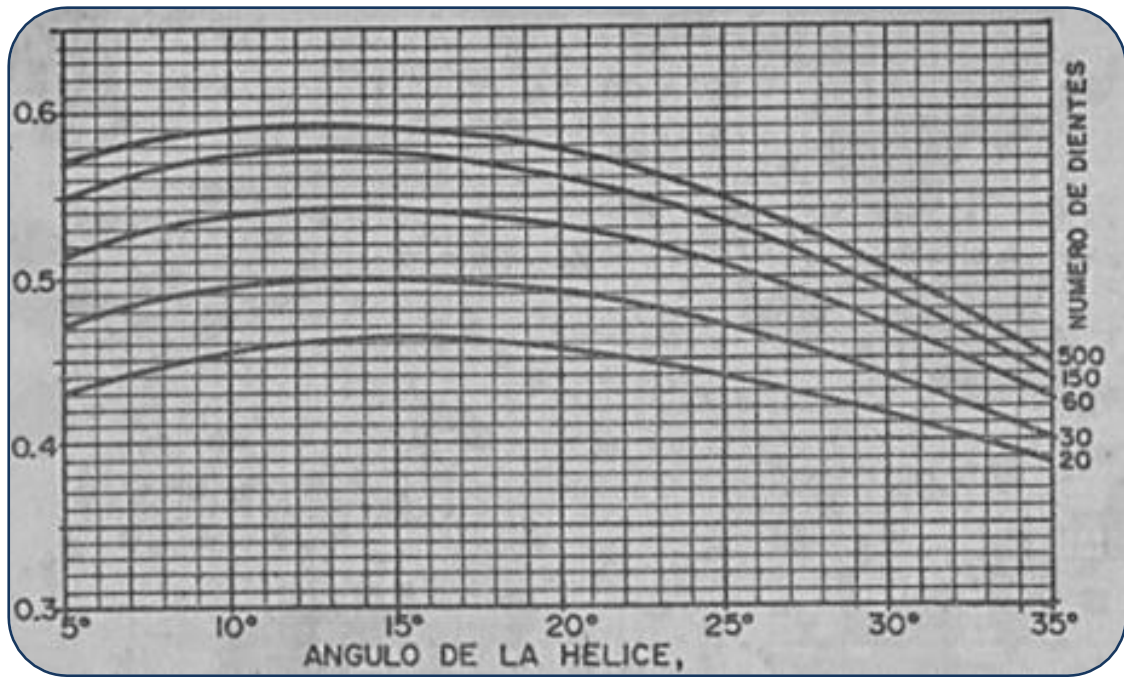


FIGURA Nº 10

FACTOR GEOMETRICO, J, PARA DIENTES DE $\phi_n=22^\circ$ ALTURA COMPLETA, CORTADO CON FRESA MADRE Y LUEGO AFEITADO, Y QUE ENGRANA CON RUEDA 75 DIENTES

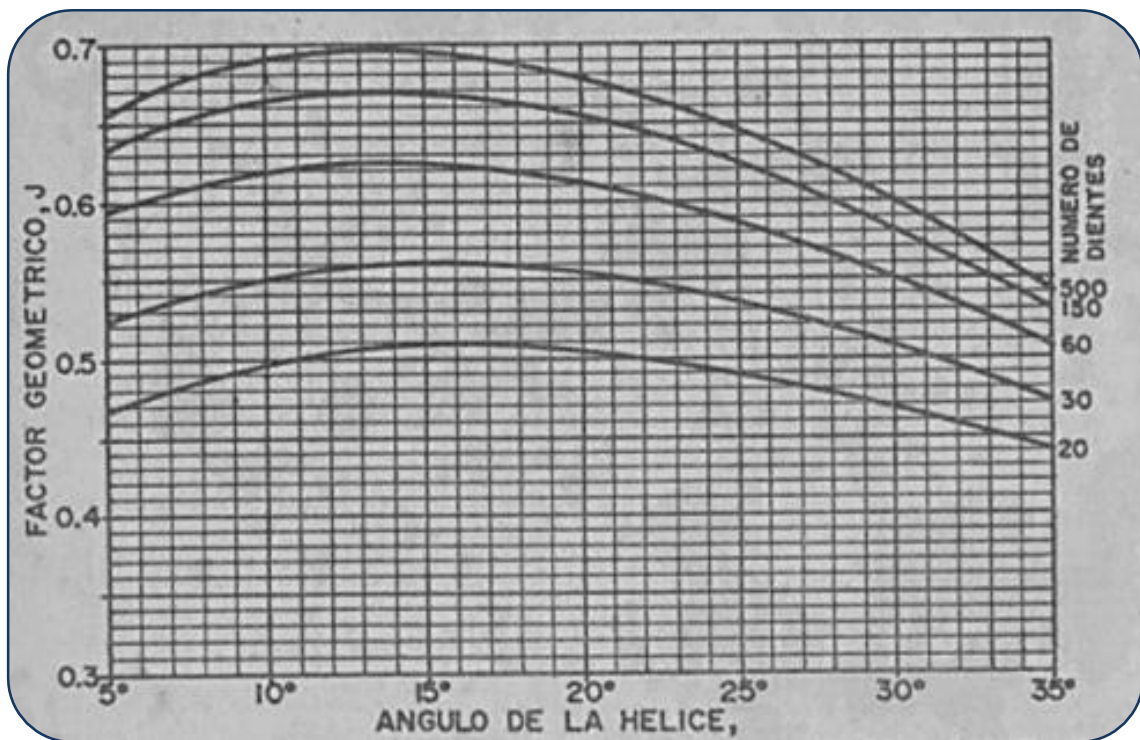


FIGURA N° 11

FACTOR MODIFICATORIO DEL FACTOR GEOMETRICO, J, PARA $\phi_n=15^\circ$
Y ENGRANE CON RUEDA DIFERENTE DE 75 DIENTES

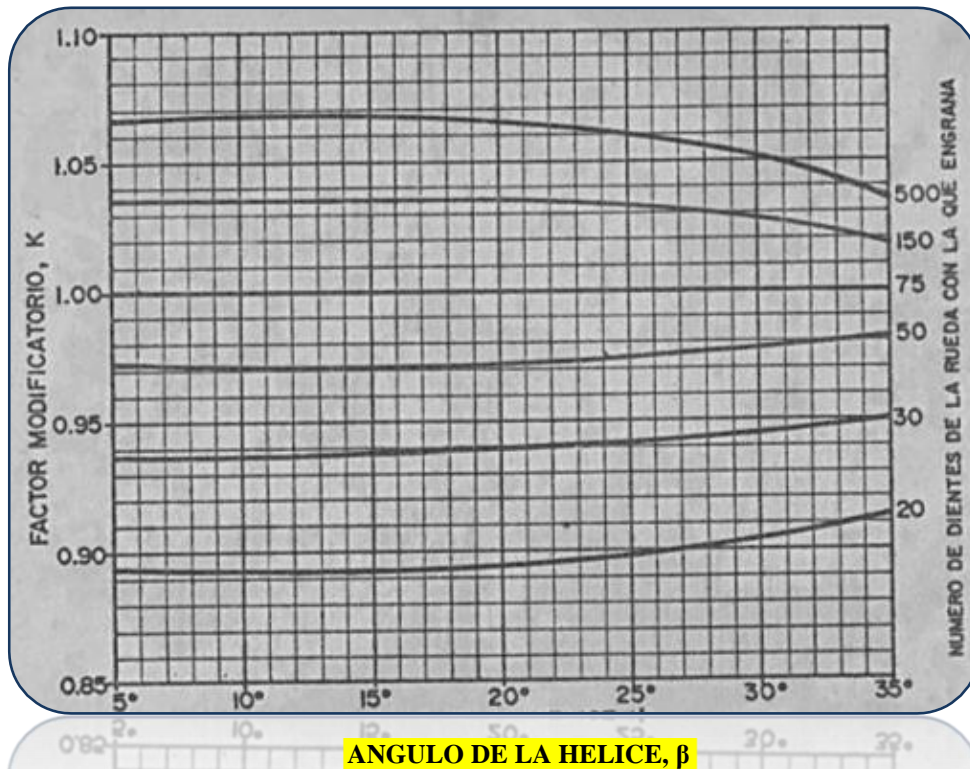


FIGURA N° 12

FACTOR MODIFICATORIO DEL FACTOR GEOMETRICO, J, PARA $\phi_n=20^\circ$
Y ENGRANE CON RUEDA DIFERENTE DE 75 DIENTES

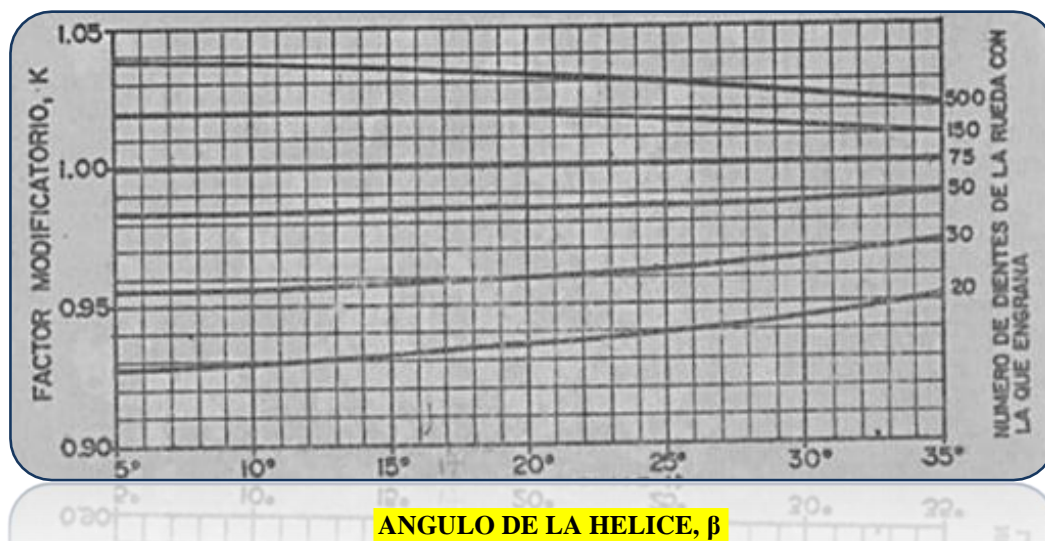
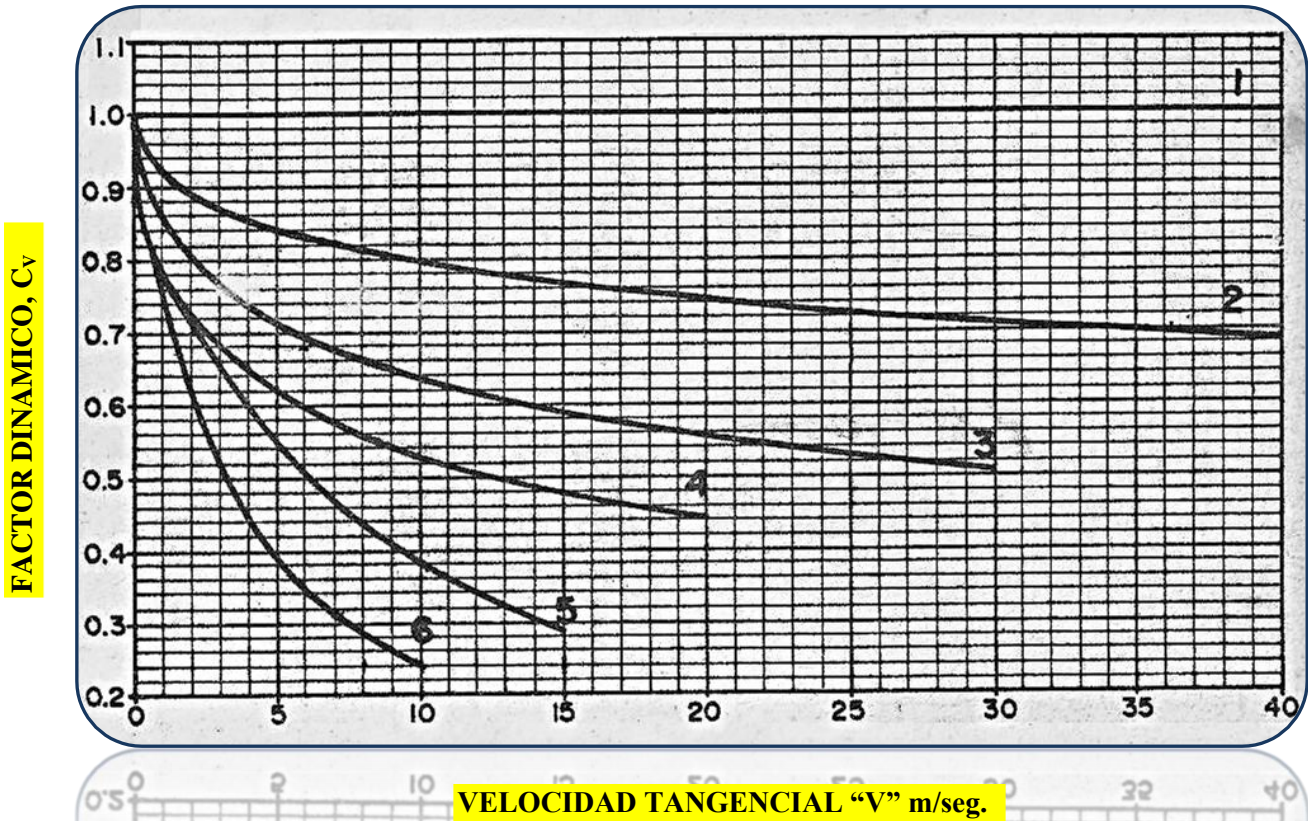
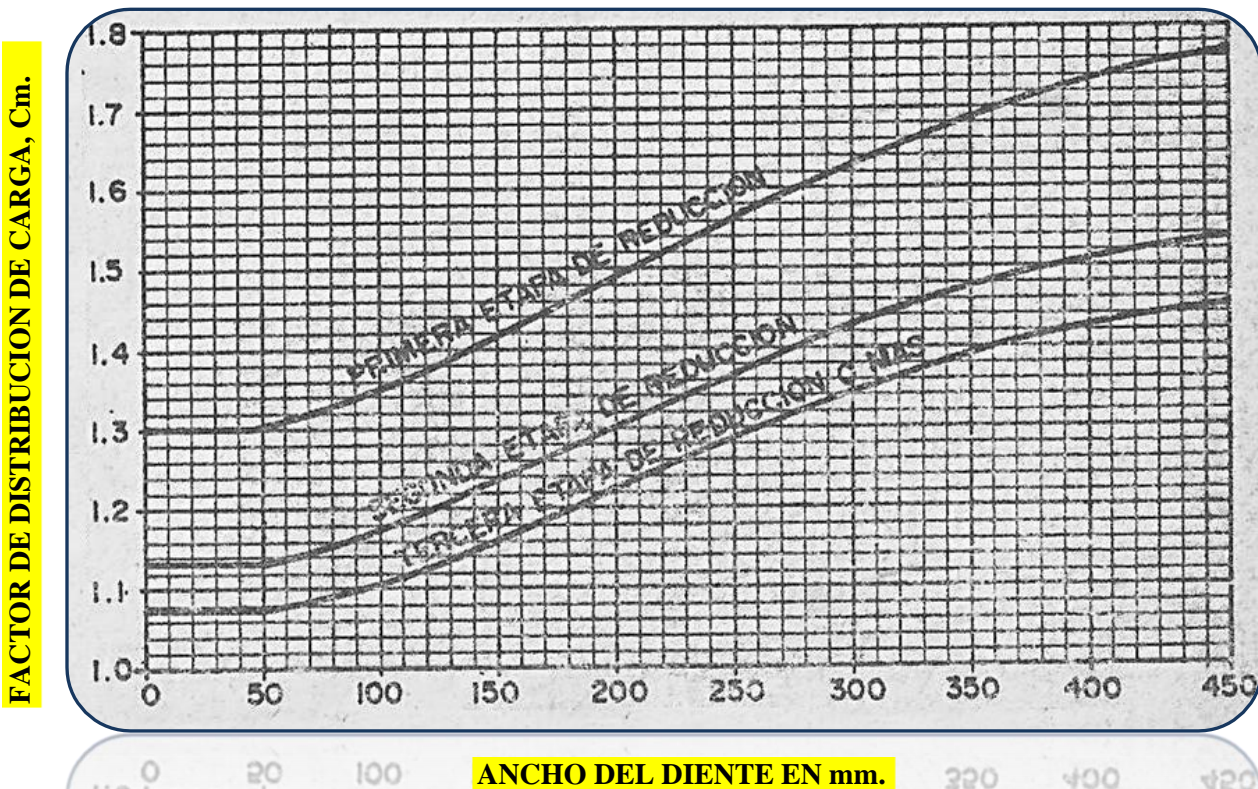


FIGURA N° 18
FACTOR DINAMICO, C_v



VELOCIDAD TANGENCIAL "V" m/seg.

FIGURA N° 19
FACTOR DE DISTRIBUCION DE CARGA, C_m , PARA ENGRANAJES CILINDRICOS DE DIENTES RECTOS Y HELICOIDALES

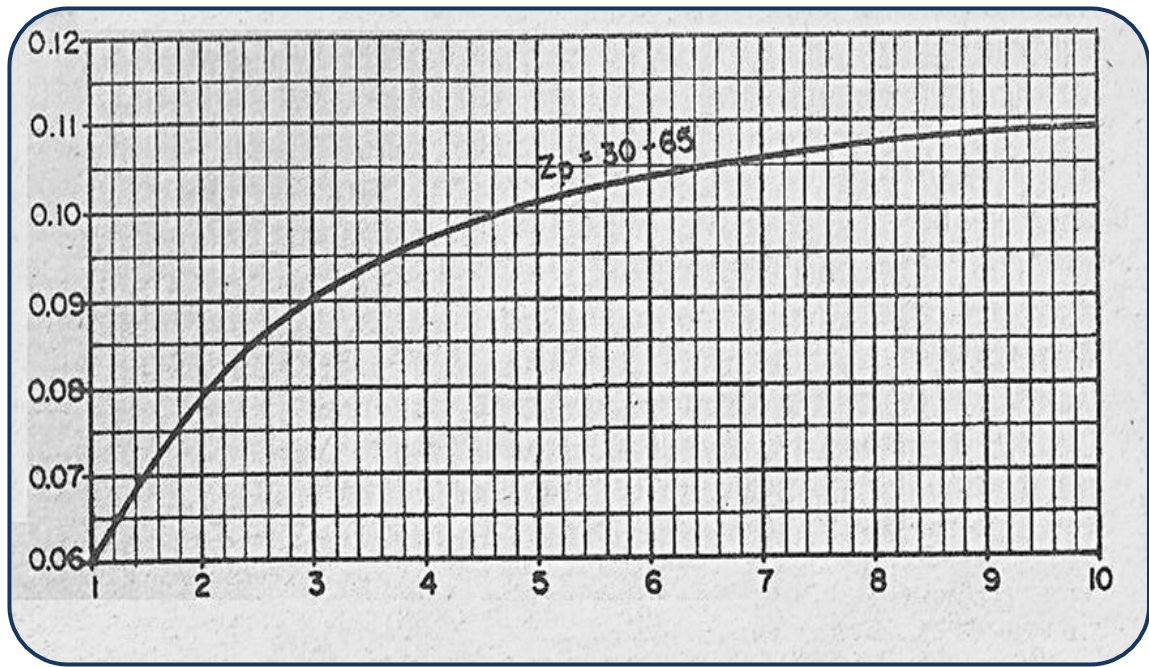


ANCHO DEL DIENTE EN mm.

FIGURA N° 22

FACTOR GEOMETRICO, I, PARA ENGRANAJES CILINDRICOS DE DIENTES RECTOS, $\phi=14.5^\circ$

FACTOR GEOMETRICO, I

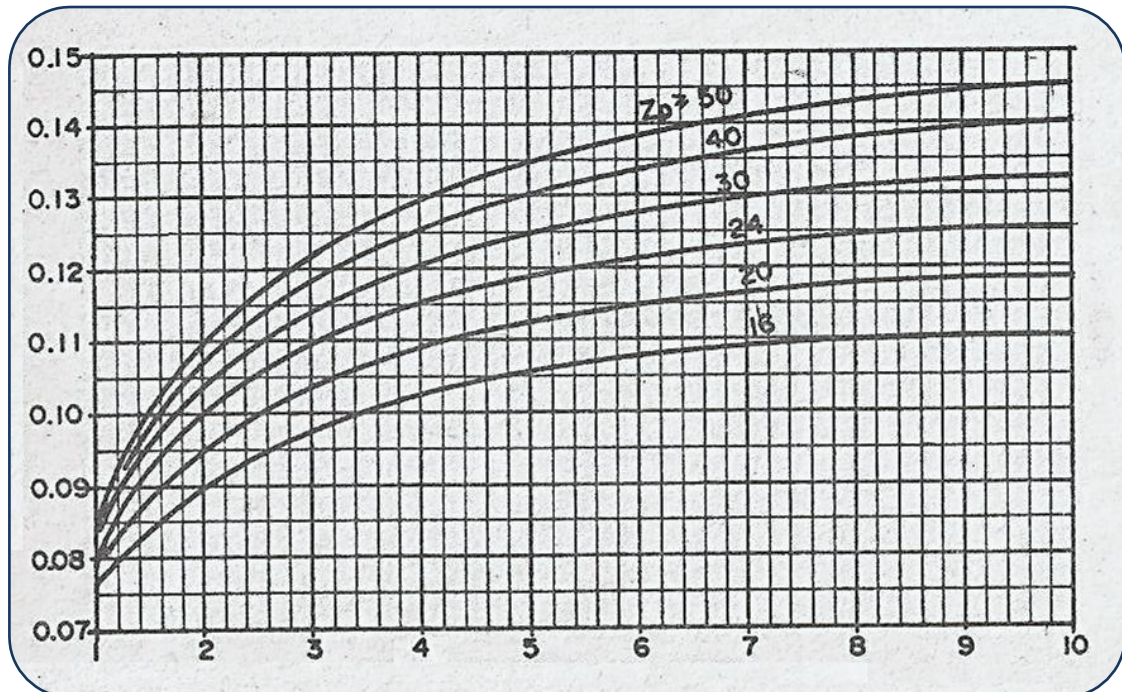


RELACION DE TRANSMISION

FIGURA N° 23

FACTOR GEOMETRICO, I, PARA ENGRANAJES CILINDRICOS DE DIENTES RECTOS, $\phi=20^\circ$

FACTOR GEOMETRICO, I



RELACION DE TRANSMISION

FIGURA N° 29

**FACTOR GEOMETRICO, I, PARA ENGRANAJES CILINDRICOS DE DIENTES HELICOIDALES
Y BI-HELICOIDALES $\phi_n = 20^\circ$**

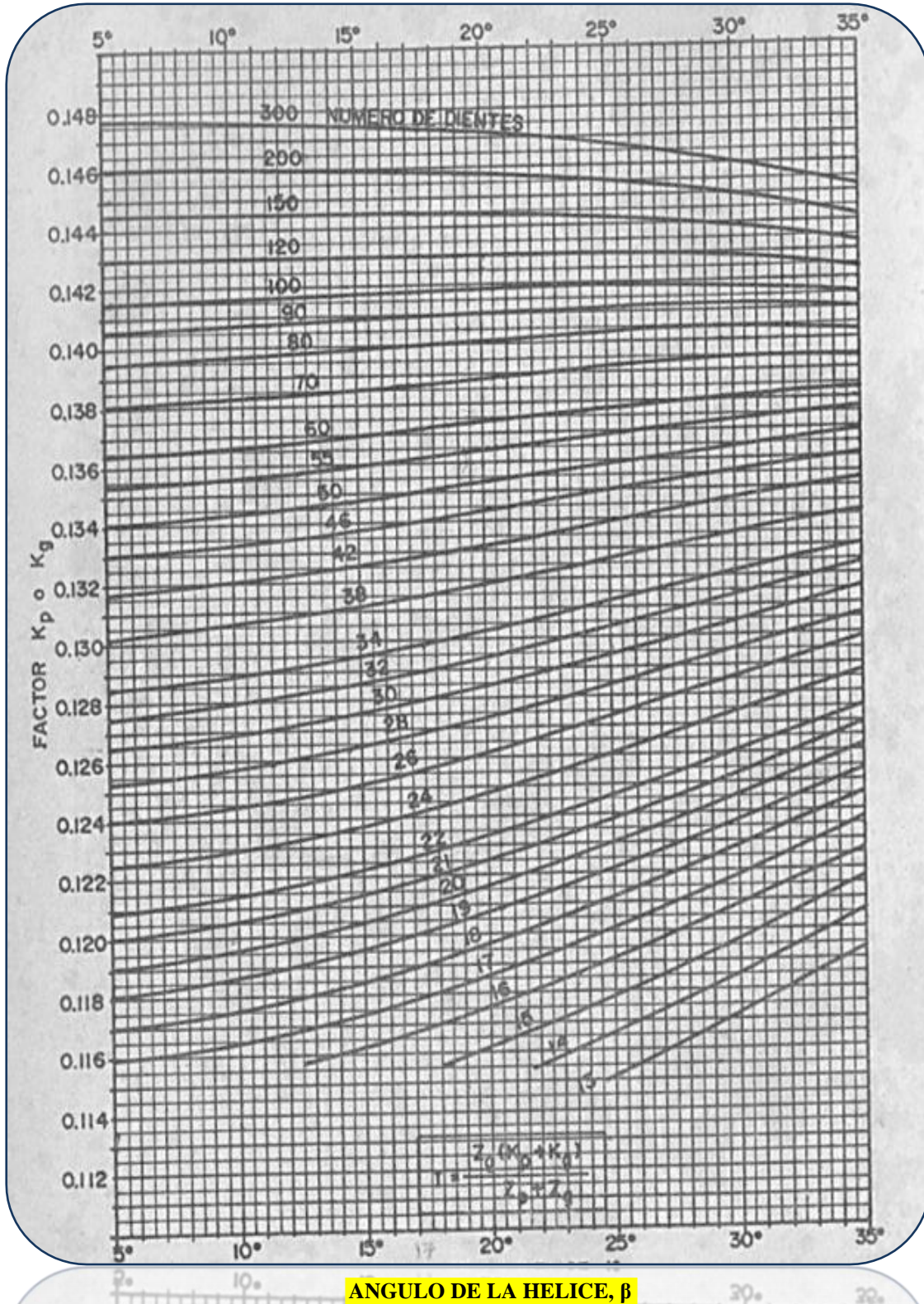
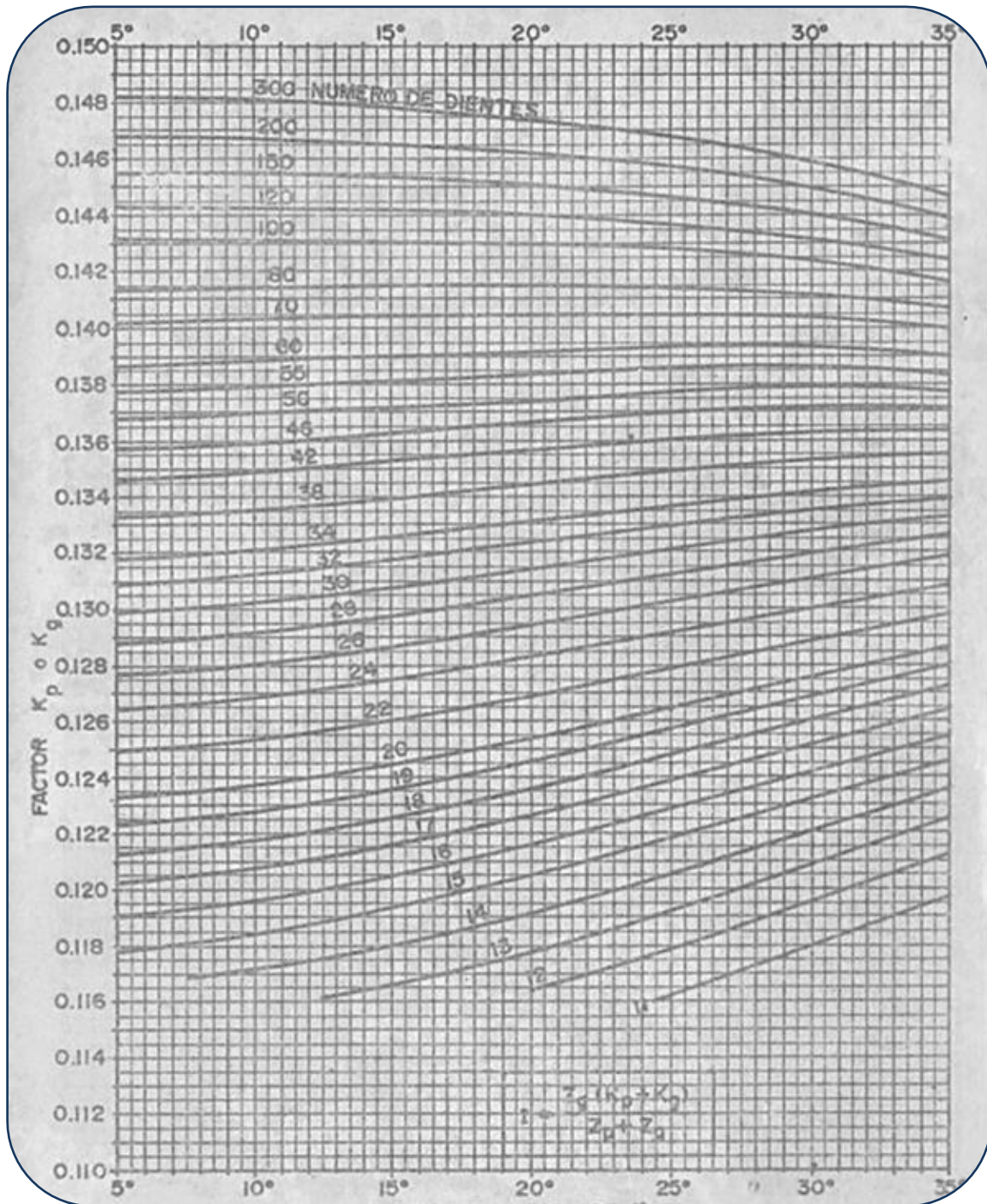


FIGURA N° 30

**FACTOR GEOMETRICO, I, PARA ENGRANAJES CILINDRICOS DE DIENTES HELICOIDALES
Y BI-HELICOIDALES, $\phi_n = 22^\circ$**



ANGULO DE LA HELICE, β

FIGURA N° 32
FACTOR DE VIDA, C_L

FACTOR DE VIDA C_L

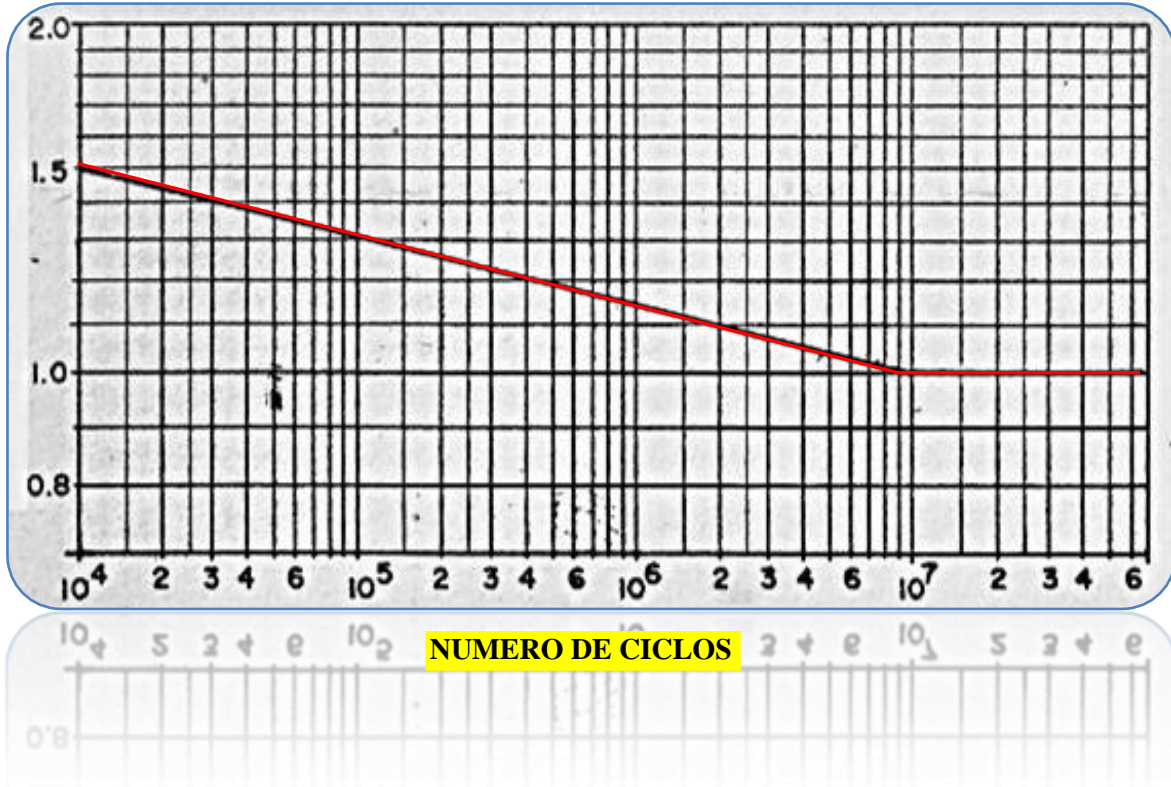


FIGURA N° 33
FACTOR DE RELACION DE DUREZAS, C_H

RELACION DE TRANSMISION

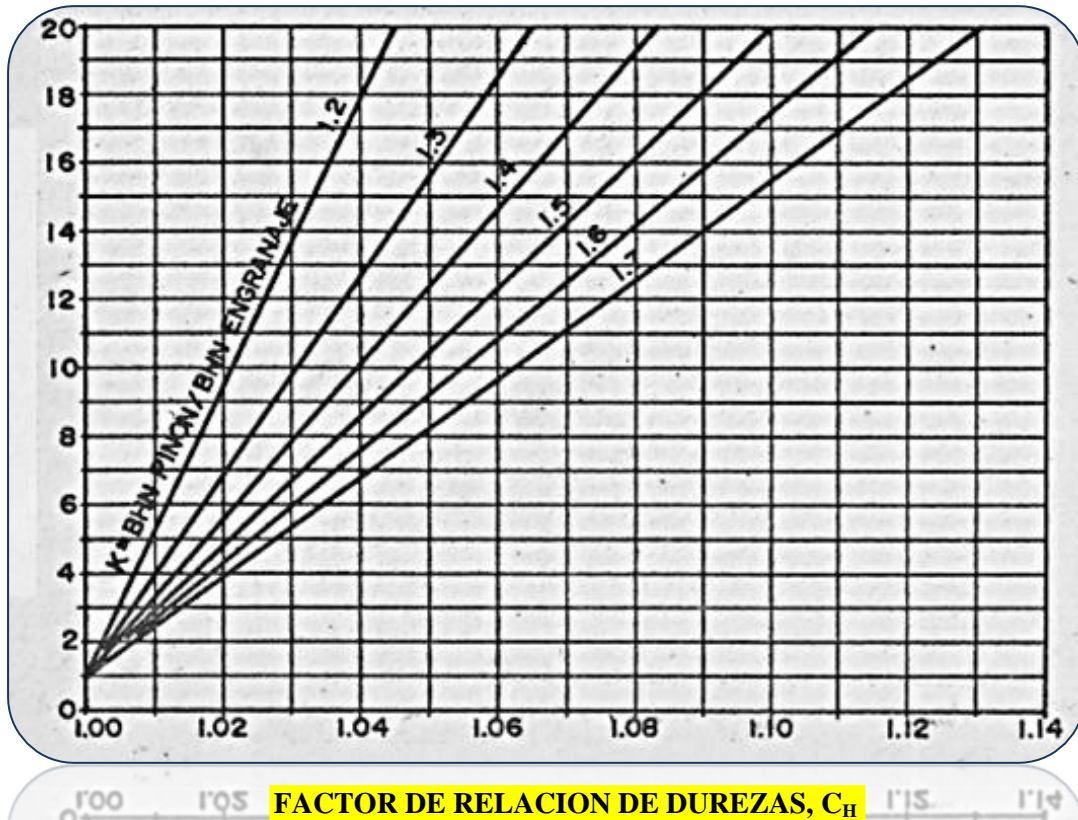


TABLA I

**PROPORCIONES DE LOS DIENTES DE ENGRANAJES CILINDRICOS RECTOS,
HELICOIDALES Y BI-HELICOIDALES**

ITEM	SIMBOLO	SISTEMA DE DIENTES		
		PASADO 14.5°, 20°	RECORTADO 20° SD	ACTUAL 20°, 25°
ADENDUM	a	M	0.8 M	M
DEDENDU	b	1.157 M	M	1.25 M
ALTURA DEL DIENTE	h_t	2.157 M	1.8 M	2.25 M
ALTURA DE TRABAJO	h_k	2M	1.6 M	2 M

M: MODULO DEL DIENTE EN mm/DIENTE

TABLA II

MODULOS Y PASOS DIAMETRALES NORMALIZADOS

MODULO NORMALIZADO	EQUIVALENCIA EN PASO DIAMETRAL	PASO DIAMETRAL NORMALIZADO	EQUIVALENCIA DE MODULO
1	25.4	1	25.4
1.125	22.57778	1 ¼	20.32
1.25	20.32	1 ½"	16.93333
1.375	18.47273	1 ¾"	14.51429
1.5	16.93333	2	12.7
1,75	14.51429	2 ¼"	11.28889
2	12.7	2 ½"	10.16
2.25	11.28889	3	8.46667
2.5	10.16	4	6.35
2.75	9.23636	5	5.08
3	8.46667	6	4.23333
3.5	7.25714	7	3.62857
4	6.35	8	3.175
4.5	5.64444	9	2.82222
5	5.08	10	2.54
5.5	4.61818	11	2.30909
6	4.23333	12	2.11667
7	3.62857	14	1.81429
8	3.175	16	1.5875
9	2.82222	18	1.411111
10	2.54	20	1.27
11	2.30909	22	1.15455
12	2.11667	24	1.05833
14	1.81429		
16	1.5875		
18	1.41111		
20	1.27		
22	1.15455		
25	1.016		

Nota: DE PREFERENCIA USAR LOS MODULOS Y PASOS DIAMETRALES RESALTADOS

TABLA VI**COMBINACIONES TIPICAS DE DUREZA PARA PIÑONES Y ENGRANAJES**

BHN PIÑON	BHN ENGRANAJE
210	180
245	210
265	225
285	245
300	255
315	270
335	285
350	300

TABLA VII**NUMERO MINIMO DE DIENTES DEL PIÑON POR EFECTO DE INTERFERENCIA**

RELACION DE TRANSMISION	ANGULO DE PRESION			
	14.5° FD	20° FD	20° SD	25° FD
1.000 – 1.062	23	13	10	9
1.063 – 1.136	23	13	11	9
1.137 – 1.265	24	13	11	9
1.266 – 1.350	24	14	11	9
1.351 – 1.481	25	14	11	9
1.482 – 1.626	25	14	11	10
1.627 – 1.682	26	14	11	10
1.683 – 1.866	26	14	12	10
1.867 – 1.994	26	15	12	10
1.995 – 2.512	27	15	12	10
2.513 – 3.033	28	15	12	10
3.034 – 3.239	28	16	13	10
3.240 – 3.295	28	16	13	11
3.296 – 4.616	29	16	13	11
4.617 – 6.317	30	16	13	11
6.318 – 7.324	30	17	13	11
7.325 – 8.348	31	17	13	11
8.349 – 16.026	31	17	14	11
16.027 A MAS	32	18	14	12

TABLA VIII

CARACTERISTICAS DE LAS MAQUINAS

FUENTE DE PODER	
UNIFORME	MOTOR ELECTRICO, TURBINA
CHOQUES PEQUEÑOS	MOTORES DE COMBUSTION INTERNA MULTICILINDRICO
CHOQUES MEDIANOS	MOTORES DE COMBUSTION INTERNA DE UN CILINDRO
CARGAS EN LAS MAQUINAS MOVIDAS	
UNIFORME	VENTILADORES CENTRIFUGOS, AGITADORES DE LIQUIDOS, TRANSPORTADORES DE FAJAS CON ALIMENTACION UNIFORME.
CHOQUES PEQUEÑOS	SOPLADORES LOBULARES, AGITADOR DE LIQUIDOS-SOLIDO, TRANSPORTADOR DE FAJA CON ALIMENTACION VARIABLE.
CHOQUES MEDIANOS	CHANCADORAS DE MINERALES, COMPRESOR DE UN SOLO CILINDRO, TRANSPORTADORES RECIPROCANTES.

TABLA IX

FACTORES DE SOBRECARGA K_o , C_o

FUENTE DE PODER	CARGA EN LA MAQUINA MOVIDA		
	UNIFORME	CHOQUE MODERADO	CHOQUE FUERTE
UNIFORMES	1.00	1.25	≥ 1.75
CHOQUES PEQUEÑOS	1.25	1.50	≥ 2.00
CHOQUES MEDIANOS	1.50	1.75	≥ 2.25

NOTA: Los valores de esta tabla son aplicables cuando exista reducción en la transmisión. Para transmisiones por engranajes rectos y cónicos que tienen incremento de velocidad, el valor de la tabla de deberá agregar: $0.01 (Z_g/Z_p)^2$

TABLA XII

FACTORES DE DISTRIBUCION DE CARGA K_m , C_m

CONDICION DEL SOPORTE	ANCHO DEL DIENTE							
	≤ 50 mm		150 mm		230 mm		≥ 400 mm	
	REC	HEL	REC	HEL	REC	HEL	REC	HEL
MONTAJE CUIDADOSO, JUEGO PEQUEÑO DE COJINETE, DE FLEXION ELASTICA MINIMA, ENGRANAJE DE PRECISION.	1.3	1.2	1.4	1.3	1.5	1.4	1.8	1.7
MONTAJE MENOS RIGIDO, ENGRANAJES MENOS PRECISOS, 100% DE CONTACTO.	1.6	1.5	1.7	1.6	1.8	1.7	2.0	2.0
MONTAJE Y PRECISION TAL QUE NO PRODUZCA CONTACTO COMPLETO DEL DIENTE	MAS DE 2.0							

REC : ENGRANAJES CILINDRICOS DE DIENTES RECTOS

HEL : ENGRANAJES CILINDRICOS DE DIENTES HELICOIDALES

TABLA XIII

FACTOR DE DISTRIBUCION DE CARGA PARA PARA ENGRANAJES CONICOS, K_m , C_m

APLICACION	LAS DOS RUEDAS MONTADAS ENTRE APOYOS	UNA DE LAS RUEDAS MONTADA ENTRE APOYOS	NINGUNA DE LAS RUEDAS MONTADAS ENTRE APOYOS
INDUSTRIAL, EN GENERAL	1.00 – 1.10	1.10 – 1.25	1.25 – 1.40
AUTOMOTRIZ	1.00 – 1.10	1.10 – 1.25	1.25 – 1.50
AVIACION	1.00 – 1.25	1.10 – 1.40	1.25 – 1.50

NOTA: frecuentemente, las limitaciones de espacio son las que determinan el tipo de soporte para una determinada instalación. normalmente, una de las ruedas pueden ser montada entre apoyos, pero no siempre es factible hacerlo para las dos ruedas. las ruedas soportadas en voladizo puede ser una buena solución.

En general, se requiere que los soportes sean lo suficientemente rígidos.

TABLA XIV**ESFUERZOS PERMISIBLE PARA ENGRANAJES RECTOS, HELICOIDALES, BI-HELICOIDALES Y CONICOS**

MATERIALES Y TRATAMIENTO TERMICO	DUREZA MINIMA O ESFUERZO DE ROTURA MIN.	Sat (Kgs/mm ²)	
		RECTO, HELICOIDAL Y BI-HELICOIDAL	CONICO
ACERO, NORMALIZADO	140 BHN	13.4 – 17.6	7.7
ACERO, TEMPLADO Y REVENIDO	180 BHN	17.6 – 23.2	9.9
ACERO, TEMPLADO Y REVENIDO	220 BHN	20.5 – 27.0	11.1
ACERO, TEMPLADO Y REVENIDO	260 BHN	23.1 – 30.3	12.2
ACERO, TEMPLADO Y REVENIDO	300 BHN	25.4 – 33.1	13.4
ACERO, TEMPLADO Y REVENIDO	350 BHN	27.6 – 36.3	14.8
ACERO, TEMPLADO Y REVENIDO	400 BHN	29.5 – 39.2	16.2
ACERO, TEMPLADO Y REVENIDO	450 BHN	31.0 – 41.5	17.6
ACERO, ENDURECIDO SUPERFICIALMENTE POR CARBURIZACION	55 RC 60 RC	38.7 – 45.8 42.3 – 49.3	19.4 21.1
ACERO, ENDURECIDO SUPERFICIALMENTE POR INDUCCION O TEMPLADO POR LLAMA: ▪ EN TODO EL DIENTE ▪ SUPERFICIALMENTE	54 RC 54 RC	31.7 – 38.7 * 15.5	9.5
ACERO AISI 4140, ENDURECIDO SUPERFICIALMENTE POR NITRURACION	CAPA DURA: 53 RC NUCLEO: 300 BHN	21.1 -29.6	14.1
FIERRO FUNDIDO: AGMA GRADO 20 AGMA GRADO 30 AGMA GRADO 40	175 BHN 200 BHN	3.5 6.0 9.2	1.9 3.2 4.9
FIERRO NODULAR, ASTM GRADO: ▪ 60-40-18, RECOCIDO ▪ 80-5506, RECOCIDO ▪ 100-70-03, NORMALIZADO ▪ 120-90-02, TEMPLADO Y REVENIDO		10.6 14.1 18.3 21.1	5.6 7.7 9.0 13.0
BRONCE, AGMA 2C (10% - 12%) Sn	28.2 Kgs/mm ²	4.0	2.1

*VALORES PARA DIENTES CON PASO DIAMETRAL 6 O MAS.

TABLA XV

FACTORES DE VIDA, K_L

NUMERO DE CICLOS	ENGRANAJES RECTOS, HELICOIDALES Y BIHELICOIDALES				ENGRANAJES CONICOS CAPA DURA CARBURIZADO*
	160 BHN	250 BHN	450 BHN	CAPA DURA CARBURIZADO*	
10^3	1.6	2.4	3.4	2.7	4.6
10^4	1.4	1.9	2.4	2.0	3.1
10^5	1.2	1.4	1.7	1.5	2.1
10^6	1.1	1.1	1.2	1.1	1.4
10^7	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
10^8	1.0 – 0.8	1.0 – 0.8	1.0 – 0.8	1.0 – 0.8	1.0

- DUREZA DE LA CAPA DURA: 55 -63 Rc

TABLA XVI

FACTOR DE SEGURIDAD RESPECTO A LA RESISTENCIA A LA FATIGA, K_R

REQUERIMIENTO	K_R
ALTA CONFIABILIDAD	≥ 1.5
DE 100 FALLA UNO	1.0
DE 3 FALLA UNO	0.7

TABLA XVII

FACTOR DE SEGURIDAD RESPECTO AL ESFUERZO DE FLUENCIA, K_R

REQUERIMIENTO	K_R
ALTA CONFIABILIDAD	≥ 3.00
DISEÑO NORMAL	1.33

TABLA XVIII

COEFICIENTE ELASTICO, C_p
PARA ENGRANAJES RECTOS, HELICOIDALES Y BI-HELICOIDALES

MATERIAL DEL PIÑON	MODULO DE ELASTICIDAD (Kgs/mm ²)	MATERIAL DEL ENGRANAJE			
		ACERO	FE FDO	BRONCE ALUMINIO	BRONCE
ACERO	2.10×10^4	61	53	52	50
FE FDO.	1.34×10^4	53	48	48	46
BRONCE ALUMINIO	1.23×10^4	52	48	46	45
BRONCE	1.14×10^4	50	46	45	44

TABLA XIX

ESFUERZO PERMISIBLE DE CONTACTO, S_{ac}

MATERIAL	DUREZA SUPERFICIAL MINIMA	S_{ac} Kgs/mm²
ACERO ENDURECIDO EN TODA LA SECCION DEL DIENTE	180 BHN	60 – 67
	220 BHN	69 – 72
	260 BHN	78 – 87
	300 BHN	87 – 97
	350 BHN	99 – 110
	400 BHN	110 – 123
	450 BHN	122 - 136
ACERO ENDURECIDO SUPERFICIALMENTE POR CARBURIZACION	55 RC	127 – 141
	60 RC	141 - 158
ACERO ENDURECIDO SUPERFICIALMENTE POR INDUCCION O POR LLAMA	50 RC	120 - 134
<u>FIERRO FUNDIDO:</u>		
- AGMA GRADO 20		35 -42
- AGMA GRADO 30	175 BHN	46 – 53
- AGMA GRADO 40	200 BHN	53 – 60
<u>FIERRO NODULAR:</u>		
- RECOCIDO	165 BHN	51 – 58
- NORMALIZADO	210 BHN	60 – 67
- TEMPLADO EN ACEITE Y REVENIDO	255 BHN	69 – 76
BRONCE, AGMA 2c (10-12% Sn)	28.2 Kgs/mm ²	21
BRONCE ALUMINIO ASTM B 148-52 (ALEACION 9C-HT)	63.0 Kgs/mm ²	46

TABLA XX

FACTOR DE SEGURIDAD, C_R

REQUERIMIENTO	C_R
ALTA CONFIABILIDAD	1.25
DE 100 FALLA UNO	1.00
DE 3 FALLA UNO	0.80