



# CATÁLOGO BARRAS DE COBRE



- **Bruker EST**  
**Hydrostatic Extrusions Limited**  
Metal matrix extrusions with advanced characteristics



[www.mgi.com.uy](http://www.mgi.com.uy)  
Av. Gral. Flores 2199 / Tel.: +598 2924 7080 / [mgi@mgi.com.uy](mailto:mgi@mgi.com.uy)  
Montevideo - Uruguay

## ● Propiedades de los materiales de barras

Property	Units	HC Copper		Cuponal	Aluminium		
		Annealed	1/2 Hard		EIE (EC)		E91E(6101)
				M	H2	TF	
Prueba de stress 0.1%	MN/m <sup>2</sup>	62	108-186	*	-	-	-
Prueba de stress 0.2%	MN/m <sup>2</sup>	78		†	-	-	-
Resistencia a la tracción mínima última	MN/m <sup>2</sup>	217	235-300	130-170	60	85	200
Respuesta elástica	MN/m <sup>2</sup>	95x10 <sup>-3</sup>	120x10 <sup>-3</sup>	85x10 <sup>-3</sup>	69x10 <sup>-3</sup>	69x10 <sup>-3</sup>	65x10 <sup>-3</sup>
Densidad a 20°C	Kg/m <sup>3</sup>	8.89x10 <sup>-3</sup>	8.89x10 <sup>-3</sup>	8.63x10 <sup>-3</sup>	2.70x10 <sup>-3</sup>	2.70x10 <sup>-3</sup>	2.70x10 <sup>-3</sup>
Resistividad eléctrica máx a 20°C	Ωm	1.724x10 <sup>-8</sup>	1.777x10 <sup>-8</sup>	2.65x10 <sup>-8</sup>	2.826x10 <sup>-8</sup>	2.826x10 <sup>-8</sup>	3.133x10 <sup>-8</sup>
Conductividad eléctrica mín a 20°C	1/Ωm %IACS	58x10 <sup>-6</sup> 100	56x10 <sup>-6</sup> 97	37.7x10 <sup>-6</sup> 65	35.4x10 <sup>-6</sup> 61	35.4x10 <sup>-6</sup> 61	31.9x10 <sup>-6</sup> 55
Coefficiente de temperatura de resistencia a 20°C	1/°C	3.93x10 <sup>-3</sup>	3.93x10 <sup>-3</sup>	4.01x10 <sup>-3</sup>	4.03x10 <sup>-3</sup>	4.03x10 <sup>-3</sup>	3.64x10 <sup>-3</sup>
Coefficiente térmico de expansión lineal 20-100°C	1/°C	17x10 <sup>-6</sup>	17x10 <sup>-6</sup>	21.9x10 <sup>-6</sup>	23x10 <sup>-6</sup>	23x10 <sup>-6</sup>	23x10 <sup>-6</sup>
Punto de fusión	°C	1083	1083	658	658	658	600-650
Calor específico	J/Kg/°C	393.5	393.5	711.7	921.1	921.1	879.2
Conductividad térmica.	W/m <sup>2</sup> /°C	3.85x10 <sup>-6</sup>	3.85x10 <sup>-6</sup>	2.38x10 <sup>-6</sup>	2.22x10 <sup>-6</sup>	2.22x10 <sup>-6</sup>	1.80x10 <sup>-6</sup>

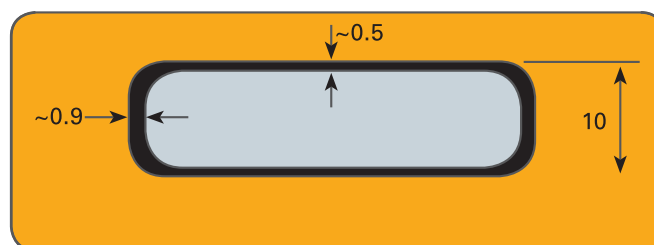
\*0,1% Prueba de stress = 70% Resistencia a la tracción última  
 +0,2% Prueba de stress = 80% Resistencia a la tracción última

### Cuponal – Barra de aluminio revestida de cobre

Cuponal consiste en una barra de núcleo de aluminio, revestido de una capa de cobre de alta conductividad unido mediante presión. El recubrimiento de cobre es nominalmente del 15% respecto del volumen de la barra, con excepción de algunos tamaños de alta proporción que son producidos nominalmente con 20% de cobre.

El propósito del recubrimiento de cobre es para sellar el aluminio y brindar una superficie de unión de cobre.


La imagen siguiente muestra una distribución típica del recubrimiento de cobre sobre una barra de perfil rectangular de Cuponal.





## ● Suministro estándar cuponal

### Medidas estándar de barras Cuponal

Cuponal Size Selector																									
thickness mm	width mm																								
	10	12	15	16	18	20	24	25	28	30	32	34	38	40	42	50	60	63	65	75	80	92	90	100	120
3	✓					✓		✓																	
4	✓			✓		✓		✓		✓				✓											
5	✓	✓	†			✓†		✓		✓†				✓†		✓	✓					✓			
6						✓		✓	✓	✓				✓		✓	✓				✓	✓			✓
6.3		✓		✓		✓		✓	✓		✓		✓	✓		✓		✓	✓			✓	✓		✓
8				✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓	✓				✓	✓		✓	✓
10	†	✓	†✓			✓†		✓†		✓†				✓†		✓†	✓†	✓			✓	✓†		✓†	✓
12			††			✓		††						✓		†	✓	✓						✓	✓
12.5																		✓							
15								†						✓		✓	✓								✓
16											✓														

Round section	
	Available diameters (mm)
	5, 6.3, 8, 10, 11, 12, 14, 18, 20, 24, 35, 40

Special sections		
	L-section (mm)	D-section (inches)
	70 x 32 x 10 50 x 30 x 5 35 x 30 x 5	3 x 1 D 2.5 x 1 D 2.5 x 1 DD 80 x 15 D (mm)
	 DD - radius both edges	

### Especificaciones dimensionales para suministro estándar Cuponal

Bar length	
Range	Tolerance mm
Standard length	+9 -0
Cut to length	+2 -2
Straightness: 2mm per 1000mm	
Maximum length: call with your requirements	

Rectangular section				
Width mm		Thickness tolerance mm ±		
Range	Tolerance ±	3 ≤ t ≤ 6	6 < t ≤ 10	10 < t ≤ 16
w ≤ 10	0.08	0.07	0.08	
10 < w ≤ 18	0.1	0.07	0.09	0.1
18 < w ≤ 30	0.15	0.07	0.09	0.1
30 < w ≤ 50	0.2	0.09	0.1	0.12
50 < w ≤ 80	0.25	0.11	0.12	0.15
80 < w ≤ 120	0.3	0.12	0.15	0.18
Maximum width: 120mm				

Round section	
Diameter ø mm	
Range	Tolerance ±
ø ≤ 3	0.02
3 < ø ≤ 6	0.03
6 < ø ≤ 12	0.05
12 < ø ≤ 25	0.08
25 < ø ≤ 40	0.12
Max diameter: 40mm	

## ● Información técnica de Barras Cuponal: AC/CD Corrientes admisibles

Chequear los parámetros para asegurar la compatibilidad de las corrientes admisibles y las condiciones de diseño. Las gráficas de recálculo deben ser usadas para el caso que las condiciones de diseño sean diferentes.

Los parámetros usados en las tablas son los siguientes:

Temperatura ambiente °C:	35	Frecuencia Hz:	50
Temperatura de la barra °C:	85	Emisividad:	0.4
Aumento de temperatura °C:	50		

n = Número de barras en paralelo.

Los rangos de corriente se asumen con aire sin circulación forzada, pero sin estar impedido de hacerlo y las barras fijas en las puntas.

Los rangos de corriente están basados en "Aumento de temperatura en Barras" HB Dwight; Gen. Elec. Rev., vol 43

Para la colocación de barras en paralelo la separación mínima de estas deberá ser al menos igual a su espesor.

Los rangos de corriente están basados en separaciones para las cuales los efectos de proximidad se consideran insignificantes.

Estos valores aproximados mediante cálculo no pueden ser considerados como sustituto de experimentos de ensayo.

### Cuponal Rod 15% Cu/Vol

Diameter mm	Area mm <sup>2</sup>	Weight kg/m	DC Resistance at 20°C μOhm/m	DC Resistance at 85°C μOhm/m	Current Ratings (Amps); 50°C Rise Over 35°C Ambient	
					dc	ac
51	19.63	0.071	1350	1701	89	89
6.3	31.17	0.113	850	1072	122	122
8	50.27	0.182	527	665	171	171
10	78.54	0.285	337	425	234	234
11	95.03	0.345	279	352	267	267
12	113.10	0.411	234	295	302	302
14	153.94	0.559	172	217	375	374
18	2554.47	0.924	104	131	534	532
20	314.16	1.140	84	106	620	616
24	452.39	1.642	59	74	801	794
35	962.11	3.492	28	35	1364	1315
40	1256.64	4.562	21	27	1647	1551

● Las secciones de barras colectoras Cuponal 15% Cu/Vol

Size	Corner radius	Área	Weight	DC Resistance at 20°C	DC Resistance at 85°C	Current Rating (Amps): 50°C Rise Over 35°C Ambient							
						n=1		n=2		n=3		n=4	
mm	mm	mm <sup>2</sup>	Kg/m	μOhm/m	μOhm/m	dc	ac	dc	ac	dc	ac	dc	ac
10x3	0.5	29.79	0.108	890	1122	131	131	249	249	367	367	485	485
20x3	0.5	59.79	0.217	443	559	231	231	427	427	622	620	816	812
25x3	0.5	74.79	0.271	354	447	280	280	512	512	743	740	973	968
10x4	0.5	39.79	0.144	666	840	157	157	303	303	449	449	595	593
16x4	1.5	62.07	0.225	427	538	224	224	423	423	621	619	819	815
20x4	1	79.14	0.287	335	422	272	272	507	507	742	738	976	970
25x4	1	99.14	0.36	267	337	328	328	606	606	882	877	1159	1149
30x4	1	119.14	0.432	222	280	383	383	702	700	1019	1012	1336	1323
40x4*	1	159.14	0.627	164	207	494	494	897	892	1296	1283	1695	1666
10x5	0.5	49.79	0.181	532	671	182	182	353	353	524	524	696	693
12x5	0.5	59.79	0.217	443	559	209	209	403	403	598	596	792	788
15x5	sq	75	0.272	353	445	248	248	474	474	700	697	926	920
20x5	1.5	98.07	0.356	270	341	309	309	582	580	854	849	1127	1118
20x5	sq	100	0.363	265	334	312	312	588	588	863	858	1138	1129
25x5	1.5	123.07	0.447	215	271	371	371	692	690	1012	1005	1332	1317
30x5	1.5	148.07	0.537	179	226	433	433	800	797	1166	1155	1532	1509
30x5	sq	150	0.545	177	223	436	436	806	802	1174	1163	1541	1518
40x5	1.5	198.07	0.719	134	169	553	552	1011	1003	1466	1444	1919	1871
40x5	sq	200	0.726	133	167	556	555	1016	1007	1473	1450	1929	1879
50x5*	1.5	248.07	0.977	105	133	677	674	1225	1209	1770	1729	2313	2223
60x5*	1.5	298.07	1.174	88	110	794	790	1428	1402	2057	1990	2683	2538
80x5*	1.5	398.07	1.568	66	83	1024	1014	1825	1773	2616	2473	3405	3108
20x6	2	116.57	0.423	227	287	343	343	653	650	961	955	1270	1257
25x6	2	146.57	0.532	181	228	412	412	774	770	1136	1125	1497	1475
28x6	2	164.57	0.597	161	203	453	452	846	841	1238	1224	1629	1600
30x6	2	176.57	0.641	150	189	479	479	893	887	1305	1289	1717	1682
40x6	2	236.57	0.859	112	141	611	610	1124	1112	1634	1601	2143	2068
50x6	2	296.57	1.077	89	113	741	737	1349	1326	1954	1893	2557	2422
60x6	2.5	354.63	1.287	75	94	866	860	1566	1529	2260	2162	2952	2742
75x6	2	446.57	1.759	58	74	1064	1052	1909	1843	2745	2563	3579	3209
80x6*	2	476.57	1.878	55	69	1127	1112	2017	1940	2897	2684	3774	3348
120x6*	2	716.57	2.323	36	46	1617	1577	2857	2681	4080	3540	5297	4335
12x6.3	2	72.17	0.262	367	463	238	238	462	462	686	683	910	905
16x6.3*	2	97.37	0.353	272	343	297	297	572	571	847	843	1122	1113
20x6.3	2	122.57	0.445	216	273	354	354	675	672	995	988	1315	1301
25x6.3	2	154.07	0.559	172	217	425	424	800	795	1174	1162	1548	1523
28x6.3	2	172.97	0.628	153	193	466	466	873	867	1279	1263	1684	1651
32x6.3	2	198.17	0.719	134	169	521	520	969	961	1416	1395	1862	1816
38x6.3	2	235.97	0.857	112	142	602	600	1112	1099	1619	1586	2125	2051
40x6.3	2	248.57	0.902	107	134	629	627	1158	1144	1685	1648	2211	2127
50x6.3	2	311.57	1.131	85	107	761	757	1389	1363	2013	1944	2635	2484
63x6.3	2	393.47	1.428	67	85	930	922	1682	1635	2428	2301	3171	2906
65x6.3*	2	406.07	1.6	64	81	964	954	1740	1688	2510	2368	3277	2983
80x6.3*	2	500.57	1.972	52	66	1157	1140	2073	1989	2979	2742	3883	3415
82x6.3*	2	513.17	2.022	51	64	1182	1165	2117	2028	3041	2789	3963	3469
100x6.3*	2	626.57	2.469	42	53	1410	1381	2508	2374	3592	3193	4672	3933
120x6.3*	2	752.57	2.965	35	44	1659	1616	2934	2742	4292	3604	5443	4409
16x8	0.25	127.95	0.464	207	261	353	353	686	683	1018	1011	1351	1335
20x8	2	156.57	0.568	169	213	413	413	797	792	1181	1169	1564	1539
25x8	2	196.57	0.714	135	170	492	491	939	930	1384	1364	1829	1784

\*20% Cu/Vol

● Las secciones de barras colectoras Cuponal 15% Cu/Vol

Size	Corner radius	Área	Weight	DC Resistance at 20°C	DC Resistance at 85°C	Current Rating (Amps): 50°C Rise Over 35°C Ambient							
						n=1		n=2		n=3		n=4	
mm	mm	mm <sup>2</sup>	Kg/m	μOhm/m	μOhm/m	dc	ac	dc	ac	dc	ac	dc	ac
30x8	2	236.57	0.859	112	141	570	569	1076	1063	1581	1549	2086	2013
34x8	2	268.57	0.975	99	124	631	629	1185	1167	1736	1691	2287	2187
40x8	2	316.57	1.149	84	106	722	719	1344	1319	1964	1895	2582	2430
50x8	2	396.57	1.44	67	84	872	864	1605	1560	2334	2211	3062	2803
60x8	2	476.57	1.73	56	70	1019	1006	1860	1791	2696	2502	3530	3140
75x8	2	596.57	2.166	44	56	1236	1213	2235	2122	3226	2900	4215	3595
80x8	2	636.57	2.311	42	52	1307	1281	2359	2228	3401	3023	4440	3736
90x8	2	716.57	2.601	37	47	1449	1414	2603	2436	3745	3260	4884	4011
100x8	2	796.57	2.892	33	42	1590	1545	2845	2640	4086	3483	5323	4274
10x10	sq	100	0.363	265	334	298	298	583	582	867	862	1152	1143
12x10	1	119.14	0.432	222	280	335	335	654	652	973	967	1292	1279
12x12	sq	144	0.523	184	232	385	385	753	749	1121	1111	1489	1467
15x10	1	149.14	0.541	178	224	391	391	762	759	1133	1123	1504	1481
15x10	sq	150	0.545	177	223	392	392	765	761	1136	1126	1508	1486
20x10	3	192.27	0.698	138	174	474	473	921	913	1368	1348	1814	1771
20x10	sq	200	0.726	133	167	483	482	939	931	1395	1374	1850	1803
25x10	3	242.27	0.879	109	138	563	561	1086	1073	1609	1575	2132	2055
25x10	sq	250	0.908	106	134	572	570	1104	1089	1635	1598	2166	2082
30x10	3	292.27	1.061	91	114	650	647	1242	1220	1833	1777	2424	2300
30x10	sq	300	1.089	88	111	659	655	1258	1236	1857	1798	2456	2325
40x10	3	392.27	1.424	68	85	821	814	1544	1501	2265	2148	2985	2736
40x10	sq	400	1.452	66	84	829	821	1559	1514	2287	2165	3014	2755
50x10	3	492.27	1.787	54	68	988	975	1837	1764	2682	2478	3526	3118
50x10	sq	500	1.815	53	67	996	982	1851	1776	2703	2493	3553	3133
60x10	3	592.27	2.15	45	56	1152	1132	2123	2013	3088	2779	5052	3461
60x10	sq	600	2.178	44	56	1160	1139	2137	2024	3108	2791	5078	3474
63x10	3	622.27	2.259	43	54	1201	1178	2208	2085	3208	2864	5208	3557
75x10	3	742.27	2.694	36	45	1395	1359	2543	2367	3683	3184	5821	3929
80x10	3	742.27	2.876	33	42	1475	1434	2681	2481	3879	3310	6073	4079
80x10	sq	800	2.904	33	42	1482	1440	2694	2490	3898	3320	6098	4090
100x10	3	992.27	3.602	27	34	1791	1723	3226	2920	4647	3786	7064	4654
100x10	sq	1000	3.63	27	33	1798	1793	3238	2929	4665	3794	7088	4665
120x10	3	1192.27	4.328	22	28	2103	2003	3760	3341	5399	4234	7033	5194
18x12	sq	216	0.784	123	155	507	506	988	979	1469	1444	1950	1892
20x12	3	232.27	0.843	114	144	538	536	1047	1036	1556	1525	2065	1996
24x12	sq	288	1.045	92	116	625	622	1215	1194	1804	1750	2393	2274
30x12	sq	360	1.307	74	93	739	734	1427	1393	2115	2021	2802	2598
40x12	3	472.27	1.714	56	71	918	907	1744	1678	2568	2387	3392	3021
42x12	sq	504	1.83	53	66	963	950	1823	1747	2682	2471	3540	3118
50x12	3	592.27	2.15	45	56	1101	1082	2066	1956	3028	2724	3988	3406
60x12	3	712.27	2.586	37	47	1281	1251	2380	2217	3475	3028	4568	3755
100x12	3	1192.27	4.328	22	28	1981	1885	3591	3164	5187	4068	6779	5007
120x12	3	1432.27	5.199	19	23	2323	2184	4177	3604	6012	4538	7842	5571
63x12.5	3	779.77	2.831	34	43	1367	330	2538	2341	3705	3172	4869	3928
24x15	sq	360	1.307	74	93	727	722	1416	1383	2106	2012	2795	2591
40x15	3	592.27	2.15	45	56	1058	1039	2035	1925	3011	2709	3986	3405
50x15	3	742.27	2.694	36	45	1263	1231	2397	2216	3529	3051	4661	3798
60x15	3	892.27	3.239	30	37	1464	1414	2750	2488	4033	3360	5314	4169
120x15	3	1792.27	6.506	15	19	2628	2423	4763	3942	6881	4954	8994	6086
32x16	3	504.27	1.831	53	66	930	918	1809	1734	2688	2476	3566	3140

\*20% Cu/Vol

## ● Gráficas de recálculo para condiciones alternativas

### Uso de las gráficas de recálculo

#### Condiciones alternativas de temperatura:

Cómo obtener el factor de corrección  $F_c$  de la siguiente gráfica:

- 1- Ubicar la isoterma para una nueva temperatura ambiente
- 2- Ubicar la nueva temperatura de funcionamiento de barras en el eje X
- 3- Leer el factor de corrección  $F_c$  del eje Y

#### Condiciones alternativas de emisividad:

Obtener la temperatura de factor k de lo siguiente:

- 1- Si los parámetros de temperatura son cambiados en  $k=1$
- 2- De otra manera localizar el isoterma para la nueva temperatura ambiente
- 3- Ubicar la nueva temperatura de funcionamiento de barras en el eje X
- 4- Leer la temperatura del factor k del eje Y
- 5- Calcular la temperatura del factor k de las barras altura h

#### Emisividad típica para superficies de cobre:

Metal brillante	0.1
Parcialmente oxidado	0.3
Muy oxidado	0.7
Opaco	0.9

Obtener el factor de corrección  $F_e$  de lo siguiente:

- 1- Localizar la línea de la constante de emisividad para la nueva condición
- 2- Localizar  $k.h$  en el eje X
- 3- Leer el factor de corrección  $F_e$  del eje Y

NB. El recálculo de los factores se pueden determinar a partir de la gráfica sobre esta hoja de datos para corregir las tabulaciones de las calificaciones actuales del cuponal para los diferentes parámetros diseñados.

Por razones de compatibilidad, estos gráficos de recálculo sólo deben ser utilizados con los valores tabulados computados para los mismos parámetros de la base.

Estos parámetros son claramente declarados en las tablas de la página 1 de esta hoja de datos.

#### Ejemplos de factor de corrección:

Tamaño	100x10	$F_c$	0.75
Alto de barra	100	k	1.14
Nueva temperatura ambiente °C	35	k.h	114
Nueva temperatura del juego de barras °C	65	$F_e$	1.00
Nueva emisividad	0.4	$F = F_e \cdot h$	0.75
Idc (a partir de la tabla)	1798	New lac	1357
Iac (a partir de la tabla)	1729	New lac	1305

#### Frecuencia de alimentación alternativa:

Obtener el factor de corrección  $F_s$  de lo siguiente:

- 1- Calcular X usando la siguiente fórmula:

$$X = \sqrt{\frac{A \times f}{26.5[1 + 0.00401(T_s - 20)]}}$$

f= Nueva frecuencia de alimentación, Hz

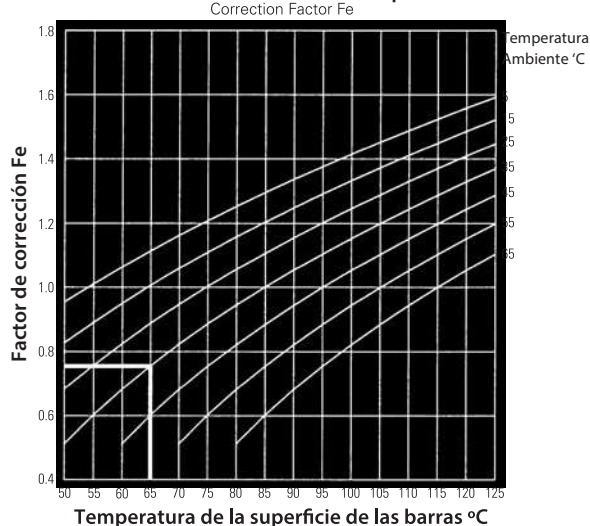
A= Área de juego de barras, mm<sup>2</sup>

T<sub>s</sub>= Nueva temperatura del juego de barras, °C

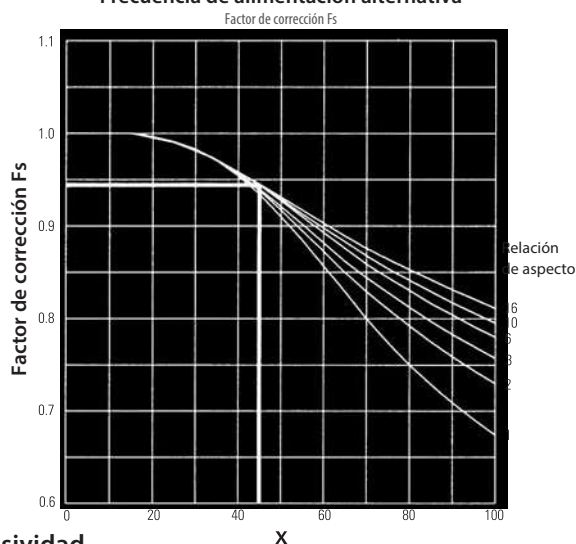
- 2- Localizar la línea de relación de aspecto para el tamaño de barras (usar AR=1 para barras redondeadas)
  - 3- Localizar el valor del cálculo de X en el eje X
  - 4- Leer el factor de corrección  $F_s$  del eje Y
  - 5- Usar  $F_s$  con los valores computados de Iac
- ie Nuevo Iac= Idc para condiciones X  $F_s$

Nueva frecuencia de alimentación Hz	60	AR	10
X (resultado de fórmula)	43.80	$F_s$	0.948
Corrección Idc (desde arriba)	1357	Nuevo lac	1287

#### Condiciones alternativas de temperatura



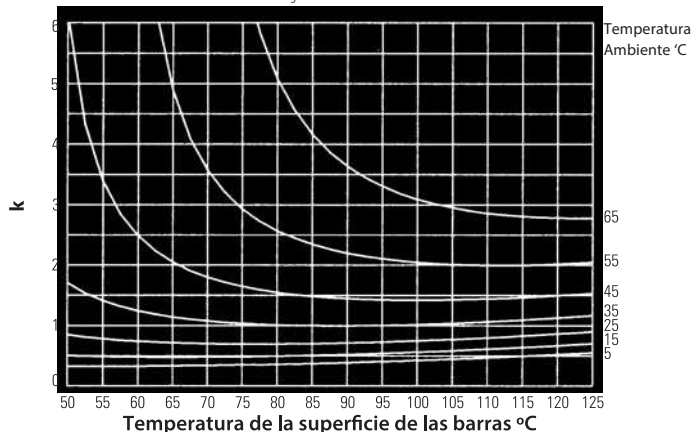
#### Frecuencia de alimentación alternativa



#### Condiciones alternativas de emisividad

##### Temperatura del factor k

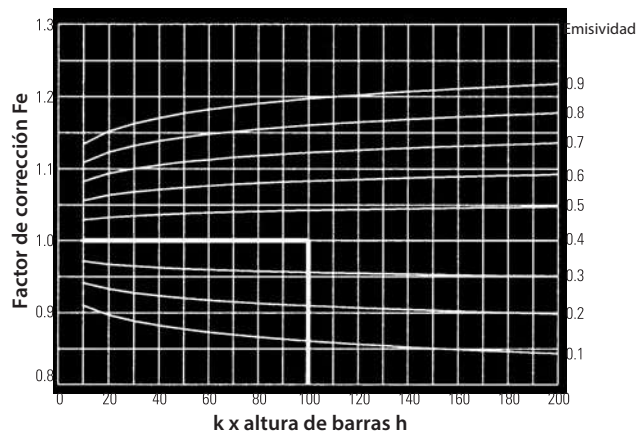
Para el uso en la gráfica de factor de corrección  $F_e$



Temperatura de la superficie de las barras °C

NB k = 1 si no se cambian los parámetros de temperatura

##### Factor de corrección $F_e$



k x altura de barras h

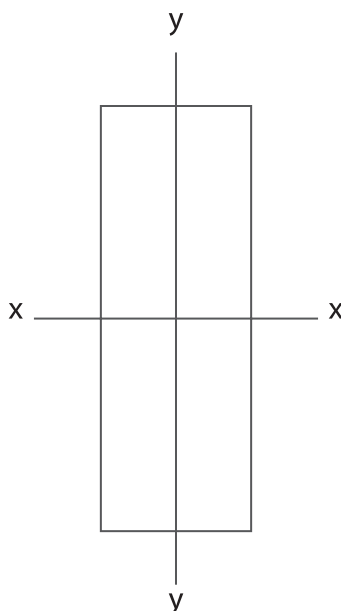
## ● Datos Mecánicos del Cuponal

Size	Corner Radius	Area	Weight	2nd Moment of Area		Section Modulus		Radius of Gyration		Min UTS
				Ixx	Iyy	Zxx	Zyy	Kxx	Kyy	
mm	mm	mm <sup>2</sup>	Kg/m	mm <sup>4</sup>		mm <sup>3</sup>		mm		MN/m <sup>2</sup>
10x3	0.5	29.79	0.108	250	23	50	15	2.89	0.87	-
20x3	0.5	59.79	0.217	2000	45	200	30	5.77	0.87	128
25x3	0.5	74.79	0.271	3906	56	313	38	7.22	0.87	130
10x4	0.5	39.79	0.144	333	53	67	27	2.89	1.15	-
16x4	1.5	62.07	0.225	1365	85	171	43	4.62	1.15	130
20x4	1	79.14	0.287	2667	107	267	53	5.77	1.15	130
25x4	1	99.14	0.36	5208	133	417	67	7.22	1.15	133
30x4	1	119.14	0.432	9000	160	600	80	8.66	1.15	135
40x4*	1	159.14	0.627	21333	213	1067	107	11.55	1.15	140
10x5	0.5	49.79	0.181	417	104	83	42	2.89	1.44	-
12x5	0.5	59.79	0.217	720	125	120	50	3.46	1.44	-
15x5	sq	75	0.272	1406	156	188	63	4.33	1.44	136
20x5	1.5	98.07	0.356	3333	208	333	83	5.77	1.44	133
20x5	sq	100	0.363	3333	208	333	83	5.77	1.44	133
25x5	1.5	123.07	0.447	6510	260	521	104	7.22	1.44	136
30x5	1.5	148.07	0.537	11250	313	750	125	8.66	1.44	140
30x5	sq	150	0.545	11250	313	750	125	8.66	1.44	140
40x5	1.5	198.07	0.719	26667	417	1333	167	11.55	1.44	143
40x5	sq	200	0.726	26667	417	1333	167	11.55	1.44	143
50x5*	1.5	248.07	0.977	52083	521	2083	208	14.43	1.44	146
60x5*	1.5	298.07	1.174	90000	625	3000	250	17.32	1.44	150
80x5*	1.5	398.07	1.568	213333	833	5333	333	23.09	1.44	154
20x6	2	116.57	0.423	4000	360	400	120	5.77	1.73	134
25x6	2	146.57	0.532	7813	450	625	150	7.22	1.73	140
28x6	2	164.57	0.597	10976	504	784	168	8.08	1.73	142
30x6	2	176.57	0.641	13500	540	900	180	8.66	1.73	142
40x6	2	236.57	0.859	32000	720	1600	240	11.55	1.73	146
50x6	2	296.57	1.077	62500	900	2500	300	14.43	1.73	150
60x6	2.5	354.63	1.287	108000	1080	3600	360	17.32	1.73	152
75x6*	2	446.57	1.759	210938	1350	5625	450	21.65	1.73	157
80x6*	2	476.57	1.878	256000	1440	6400	480	23.09	1.73	-
120x6*	2	716.57	2.823	864000	2160	14400	720	34.64	1.73	-
12x6.3	2	72.17	0.262	907	250	151	79	3.46	1.82	-
16x6.3	2	97.37	0.353	2150	333	269	106	4.62	1.82	133
20x6.3	2	122.57	0.445	4200	417	420	132	5.77	1.82	135
25x6.3	2	154.07	0.559	8203	521	656	165	7.22	1.82	140
28x6.3	2	172.97	0.628	11525	583	823	185	8.08	1.82	142
32x6.3	2	198.17	0.719	17203	667	1075	212	9.24	1.82	143
38x6.3	2	235.97	0.857	28808	792	1516	251	10.97	1.82	145
40x6.3	2	248.57	0.902	33600	833	1680	265	11.55	1.82	146
50x6.3	2	311.57	1.131	65625	1042	2625	331	14.43	1.82	150
63x6.3	2	393.47	1.428	131275	1313	4167	417	18.19	1.82	154
65x6.3*	2	406.07	1.6	144178	1354	4436	430	18.76	1.82	-
80x6.3*	2	500.57	1.972	268800	1667	6720	529	23.09	1.82	-
82x6.3*	2	513.17	2.022	289468	1709	7060	542	23.67	1.82	162
100x6.3*	2	626.57	2.469	525000	2084	10500	662	28.87	1.82	164
120x6.3*	2	752.57	2.965	907200	2500	15120	794	34.64	1.82	170

\*20% Cu/Vol

Size	Corner Radius	Area	Weight	2nd Moment of Area		Section Modulus		Radius of Gyration		Min UTS
				I <sub>xx</sub>	I <sub>yy</sub>	Z <sub>xx</sub>	Z <sub>yy</sub>	K <sub>xx</sub>	K <sub>yy</sub>	
mm	mm	mm <sup>2</sup>	Kg/m	mm <sup>4</sup>		mm <sup>3</sup>		mm		MN/m <sup>2</sup>
24x15	sq	360.00	1.307	17280	6750	1440	900	6.93	4.33	-
40x15	3.0	592.27	2.150	80000	11250	4000	1500	11.55	4.33	163
50x15	3.0	742.27	2.694	156250	14063	6250	1875	14.43	4.33	170
60x15	3.0	892.27	3.239	270000	16875	9000	2250	17.32	4.33	170
120x15	3.0	1792.27	6.506	2160000	33750	36000	4500	34.64	4.33	-
32x15	3.0	504.27	1.831	43691	10923	2731	1365	9.24	4.33	-

Diameter	Area	Weight	2nd Moment of Area I <sub>xx</sub>	Section Modulus Z <sub>xx</sub>	Radius of Gyration K <sub>xx</sub>	Minimum UTS
mm	mm <sup>2</sup>	kg/m	mm <sup>4</sup>	mm <sup>3</sup>	mm	MN/m <sup>2</sup>
5	19.63	0.071	31	12	1.25	-
6.3	31.17	0.113	77	25	1.58	-
8	50.27	0.182	201	50	2.00	-
10	78.54	0.285	491	98	2.50	130
11	95.03	0.345	719	131	2.75	133
12	113.10	0.411	1018	170	3.00	134
14	153.94	0.559	1886	269	3.50	140
18	254.47	0.924	5153	573	4.50	145
20	314.16	1.140	7854	785	5.00	150
24	452.39	1.642	16286	1357	6.00	158
35	962.11	3.492	73662	4209	8.75	170
40	1256.64	4.562	125664	6283	10.00	170



## ● Recomendaciones para el curvado, taladrado, punzonado y corte

Las barras de Cuponal pueden ser fácilmente dobladas, normal al plano o en el borde.

Cuponal tiene menos muelle de cobre atrás, y como resultado una curva resulta más fácil para archivar.

Sin embargo, se requiere un gran radio de cobre para permitir las siguientes características de acoplamiento entre el cobre y el aluminio. Las barras de Cuponal no deben doblarse alrededor filo de la navaja.

Los radios de curvatura recomendados para los tamaños estándar de barras rectangulares de cuponal se detallan en la tabla.

La formación de la presión debe ser gradual y no por impacto.

La perforación y el punzado se debe realizar después que el pliego se ha completado.

Recommended radius of forming tool				
Thickness t	Width w	≤90°	90° - 120°	>120°
t ≤ 3	10 - 25	1t	1t	1t
3 < t ≤ 5	16 - 60	1t	2t	4t
5 < t ≤ 6.3	12 - 50	1t	2t	4t
	50 - 120	2t	3t	4t
6.3 < t ≤ 10	10 - 120	2t	3t	4t
10 < t ≤ 15	40 - 120	2t	3t	4t

N.B. Above factors are for bending normal to the plane. For edge bending the forming tool radius should be multiples of the width w.

### Método de doblado 1:

Este consiste en presionar una herramienta de moldeo contra la barra. Las superficies tanto de la herramienta de moldeo como los soportes deben ser suaves. Es importante que los dos soportes estén lo suficientemente separados para permitir que la barra se mueva libremente cuando se aplique la presión de la herramienta moldeadora. Para ángulos de flexión mayor de noventa grados, puede ser necesario ajustar el soporte cerca entre sí para completar la etapa final de la curva.

### Método de doblado 2:

Este consiste en sostener la barra firmemente contra la herramienta de moldeo y aplicar la presión a la parte de atrás de la barra mediante un seguidor de desplazamiento. Al utilizar este método con la barra sujeta en un tornillo o pinza, es importante que el punto de empuñadura esté suficientemente lejos de la curva para permitir el alargamiento y el flujo de material en la curva. Una distancia de aproximadamente cuatro veces el espesor (o la anchura de una curva borde) de la abrazadera para iniciar de la curva ha demostrado ser adecuado.

### Perforado:

Recommended drill characteristics	
Cutting speed	50m/min
Drill cutting angle	135° - 140°
Helix angle	45°
Lubricant & coolant	white spirit

### Corte:

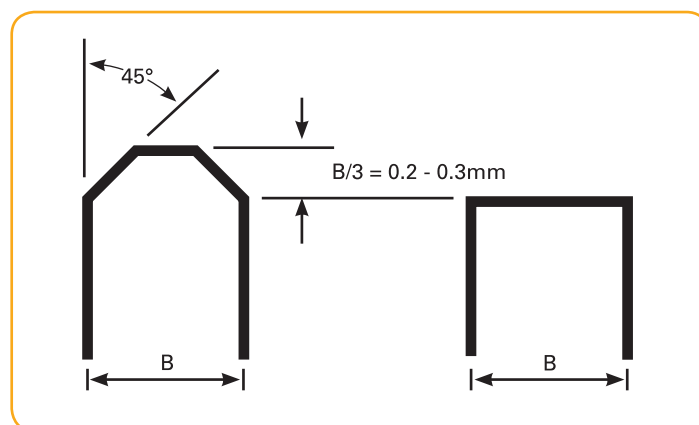
Cuponal puede ser cortado usando los métodos que se aplicaron al aluminio.

La alternativa con molienda de dientes de sierra con forma trapezoidal da buenos resultados y no es necesario desbarbar

Recommendations	
Cutting speed	50 - 90m/sec
Lubricant & coolant	white spirit

### Punzado:

La herramienta de punzado debe ser diseñado de la misma manera que para su uso con barras de cobre planas. Es importante que la matriz debe dar soporte adecuado lo más cerca posible al borde de cizallamiento.



Trapezoidal teeth details

## ● Recomendaciones para uniones atornilladas

Con el fin de obtener un contacto eléctrico eficiente entre las barras, es necesario penetrar la película superficial de óxidos, sulfuros y otros contaminantes que pueden estar presentes cuando el metal se ha expuesto libremente al aire. El contacto es por lo tanto más fácil de lograr cuando la superficie es rugosa, tiene líneas de extrusión o ha sido moleteado. Las líneas de extrusión se originan naturalmente en cuponal por lo tanto ayudan a lograr un buen contacto eléctrico.

El óxido de cobre tiene menos resistencia eléctrica que el óxido de aluminio, y un coeficiente de temperatura negativo de resistencia. Por lo tanto, al aumentar la temperatura, la conductividad de una unión entre dos superficies de cobre oxidados tiende a aumentar. Debido al revestimiento de cobre, cuponal tiene las mismas propiedades excelentes de contacto como el cobre.

Por lo tanto, en las uniones atornilladas, las barras de Cuponal se puede utilizar exactamente de la misma manera como barras de cobre.

El contacto entre dos superficies está inicialmente limitado por los picos en cada superficie, que están por lo tanto sometidos a una presión mucho más alta que la promedio, y por lo tanto se deforma durante el proceso de unión.


Dentro de una articulación completa, el área de contacto real es mucho menor que el área superficial total de la articulación. El área de contacto efectivo es usualmente confinada a la región en la que se aplica la presión, es decir, cerca de los pernos.

Una superposición suficiente tanto, se requiere con el fin de permitir esto y también el "efecto racionalizar" - la distorsión de las líneas de flujo de corriente a través de la superposición de conjuntos.

La superficie de contacto debe ser plana, limpia y uniformemente rugosa. No es necesario que las superficies sean perfectamente planas, con simplemente asegurándose de que la junta esté limpia y apretada se obtienen muy buenos resultados. Una ligera mejora se puede obtener mediante la prevención de la reoxidación de la superficie después de la limpieza por el recubrimiento con vaselina. Si las superficies de las juntas son presionadas juntas, la vaselina entre ellas se exprimirá hacia afuera y lo que queda va a ayudar a sellar la unión y la protegerá contra el deterioro.

Bolting arrangements (DIN 43 673)													
Bar width	Shape 1		Shape 2 & 2a				Shape 3				Bolt size	Hole DIA	
	L	A	L	A	B	C	L	A	B	C			
12	12											M5	5.5
15	15											M6	6.6
20	20											M8	9
25	25	12.5	55	12.5	30							M10	11
30	30	15	60	15	30							M10	11
40	40	20	80	20	40							M12	13.5
50	50	20	80	20	40							M12	13.5
60		20	80	20	40							M12	13.5
60		17	60	17	26	26						M12	13.5
80							80	20	40	40		M12	13.5
100							80	20	40	50		M12	13.5
120							80	20	40	60		M12	13.5

**Bolt tightening torque and washer dimensions:**



Bolt size	Torque Nm to DIN 43673		Plain washer to DIN 7349			Spring disc washer to DIN 6796				
	Indoors <sup>1</sup>	In/Outdoors <sup>1</sup>	D mm	d mm	S mm	D mm	d mm	S mm	h mm	P kN
M5	2.5	3	15	5.3	2	11	5.3	1.2	1.45	5.5
M6	4.5	5.5	17	6.4	3	14	6.4	1.5	1.85	8.6
M8	10	15	21	8.4	4	18	8.4	2	2.42	14.9
M10	20	30	25	10.5	4	23	10.5	3	3	22.1
M12	40	60	30	13	6	29	13	3.5	3.69	34.1

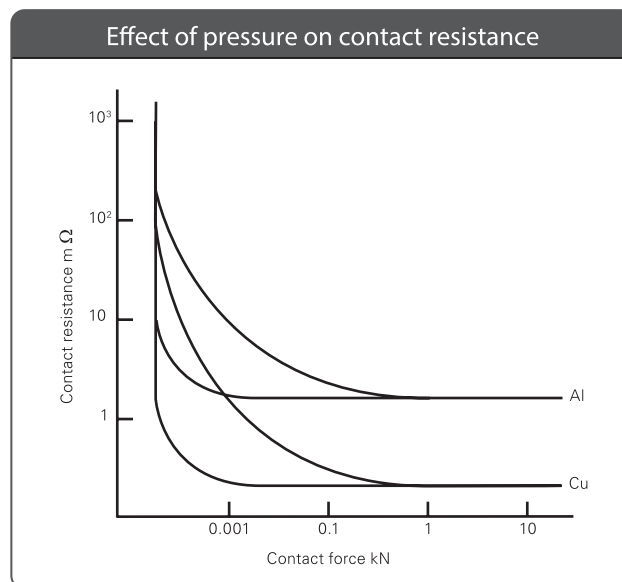
<sup>1</sup>Oil or grease lubricant <sup>2</sup>MoS<sub>2</sub> based lubricant (molybdenum disulphide)

Para una presión de contacto dada, una superficie de cobre tiene una resistencia de contacto 20 a 50 veces menos de una superficie de aluminio.

Al aumentar la presión, la resistencia conjunta cae rápidamente, pero por encima de una presión de 20N/mm<sup>2</sup> la mejora es mínima. Es importante que la tensión de prueba del material de barra colectora no se supere, y por lo tanto una presión de contacto de 20N/mm<sup>2</sup> es el máximo recomendado. DIN 43 673 recomienda arreglos de empernado que dan como resultado presiones de contacto promedio de entre 7 y 20N/mm<sup>2</sup>. La característica de fluencia de cuponal son entre el de cobre y aluminio.

Los pernos pueden ser de varios grados de acero o bronce. Desde el punto de vista de la disponibilidad, se recomiendan pernos de acero. Estos deberán ser de alta resistencia (8,8 o superior) y debe tener una protección adecuada, por ejemplo, galvanizado en caliente. La presión de contacto debe ser distribuido por el uso de una arandela de gran tamaño. Las arandelas de resorte ayudan a mantener una presión constante durante el ciclo térmico, permiten cualquier expansión diferencial entre los pernos y la barra, y compensar cualquier eventual descanso del metal.

Cuponal puede ser estaño o plata chapada.



## ● Recomendaciones para estañado de barras cuponal

Cuponal puede ser galvanizado para conseguir un revestimiento de metales como el níquel (Ni), estaño (Sn) o plata (Ag).

Se puede lograr un revestimiento galvanoplástico en las superficies de cobre de la barra de cuponal siguiendo un procedimiento de cobreado normal. Esto no necesariamente dará como resultado un recubrimiento también se deposita sobre el aluminio expuesto en los extremos cortados.

Con el fin de obtener un recubrimiento electrodepositado sobre todas las superficies de la barra de cuponal - es decir, también el revestimiento aluminio expuesto en los extremos cortados - es necesario el uso de una lata de aluminio pre-tratado para toda la barra. El proceso a seguir es un proceso zincado, y cualquier proceso propio de esta naturaleza debe ser adecuado, siempre que se tenga en cuenta la presencia de cobre en otras superficies de la barra. Por lo tanto se debe evitar el uso de ácido nítrico.

Un especialista en galvanizado debe ser capaz de asesorar en la elección de los materiales adecuados y los procedimientos asociados para lograr chapado satisfactorio.



Soluciones en Ingeniería Eléctrica

[www.mgi.com.uy](http://www.mgi.com.uy)

Av. Gral. Flores 2199 / Tel.: +598 2924 7080 / [mgi@mgi.com.uy](mailto:mgi@mgi.com.uy)  
Montevideo - Uruguay