

CONDUCTORES DESNUDOS

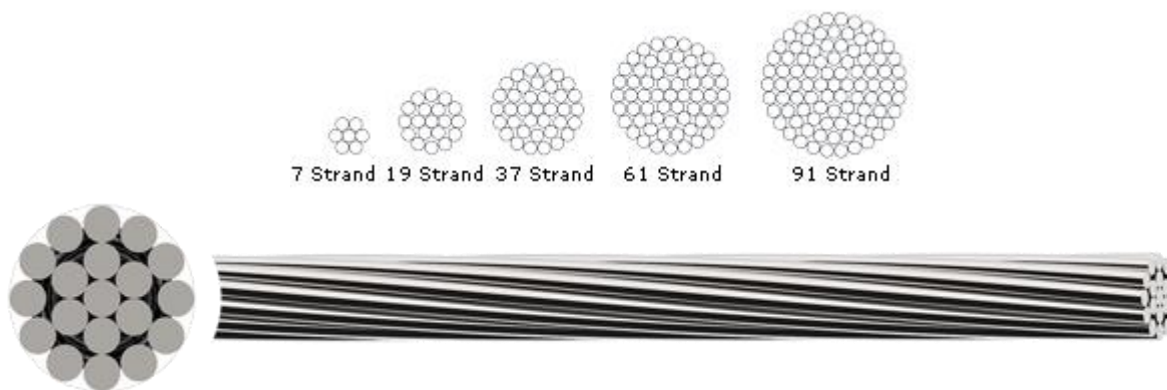
La gama de cables desnudos para líneas aéreas se divide, en función de su uso, en:

- **Conductores de Fase**
- **Cables de Tierra**

Estos están formados principalmente por cables de Aluminio, Aleación de Aluminio y Aluminio-Acero, estos sustituyeron a los cables de línea de cobre duro ya a principios del siglo pasado.

CABLE DE ALUMINIO HOMOGÉNEO (AAC)

Estos cables están formados por varios alambres de aluminio en capas concéntricas cableadas en sentidos contrarios.



El aluminio utilizado para la producción de estos cables es de primera fusión, con un mínimo del 99,5% asegurando con esta pureza una alta resistencia a la corrosión. Estos cables son adecuados en zonas con alto grado de humedad y en lugares con elevada contaminación atmosférica. Estos cables pueden suministrarse engrasados, utilizando una grasa químicamente estable y neutra frente al aluminio.

Tabla 2.3 Características de los conductores homogéneos de aluminio desnudos (L)-UNE 21018

Denominación	Equivalencia	Composición		Sección mm ²	Diámetro ext. aprox mm	Carga rotura Kgf	Resistencia eléctrica Max. Ω/km	Peso aprox. del cable kg/km
	COBRE mm ²	n	Diámetro mm					
L 28	17,5	7	2,25	27,83	6,75	512	1,0286	76,1
L 40	27	7	2,80	43,10	8,40	741	0,6642	117,9
L 56	34	7	3,15	54,55	9,45	922	0,5248	149,2
L 80	48	19	2,25	75,55	11,25	1.390	0,3808	207,6
L 110	74	19	2,80	116,99	14,00	2.012	0,2459	321,5
L 145	93	19	3,15	148,07	15,75	2.502	0,1943	406,9
L 180	118	19	3,55	188,06	17,75	3.103	0,1530	516,9
L 280	177	37	3,10	279,26	21,70	4.720	0,1032	769,1
L 400	240	61	2,82	380,99	25,38	6.553	0,0758	1.051,4
L 450	286	61	3,08	454,49	27,72	7.681	0,0636	1.254,3
L 550	344	61	3,38	547,33	30,42	9.140	0,0528	1.510,5
L 630	400	61	3,65	638,27	32,85	10.531	0,0453	1.761,5

CABLE DE ALUMINIO REFORZADO CON ACERO GALVANIZADO (ACSR)

Los cables **Aluminio-Acero** surgieron de la necesidad de reforzar los cables de aluminio aumentando las características mecánicas del mismo, mejorando el coeficiente de dilatación térmica y asegurando una mayor vida del conductor. Desde ese momento estos conductores son los más empleados universalmente en líneas aéreas.

Los cables ACSR (Aluminum Conductor Steel Reinforced) están formados por alambres de aluminio alta pureza temple duro, colocados en capas concéntricas sobre un núcleo de alambre o cable de acero galvanizado.

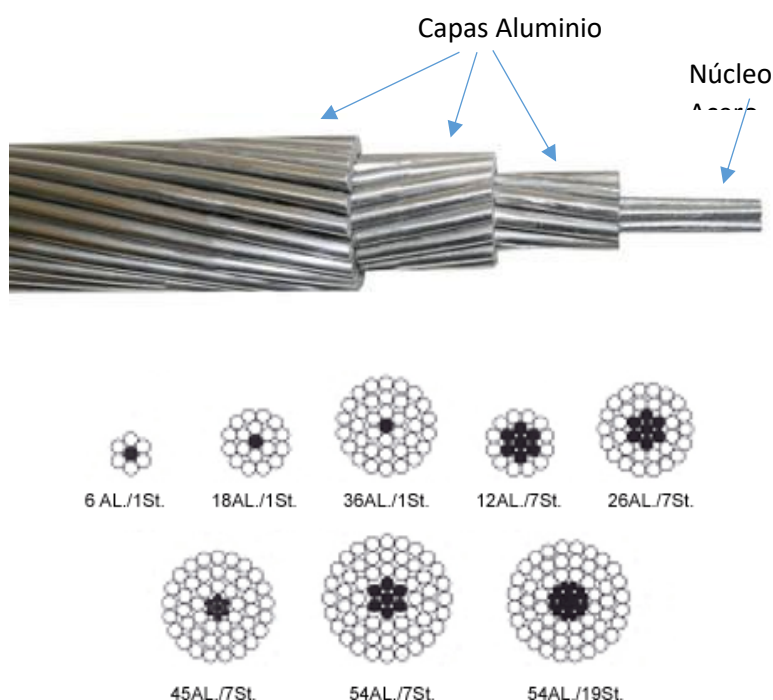


Tabla 2.4 Características de los conductores de aluminio-acero (ACSR) -UNE 21018

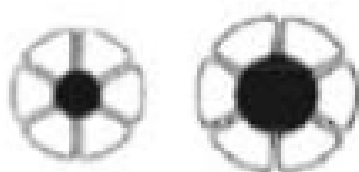
Denominación	Equivalencia cobre mm ²	Composición				Sección mm ²		Diametro ext. aprox. mm		Carga de rotura Kgf	Resist. elect. máx. Ω/km	Peso aprox. del cable kg/km		
		Aluminio n	Acero		Al	Total	Total	Alma	Total			Al	Acero	
			Diám. (mm)	n										Diám. (mm)
LA 30	16,9	6	2,38	1	2,38	26,69	31,14	7,14	2,38	1.010	1,0750	107,9	73,2	34,7
LA 56	29,7	6	3,15	1	3,15	46,76	54,55	9,45	3,15	1.670	0,6137	189,0	128,2	60,8
LA 78	42,7	6	3,78	1	3,78	67,33	78,55	11,34	3,78	2.360	0,4261	272,1	184,6	87,5
LA 110	59,4	30	2,00	7	2,00	94,25	116,24	14,00	6,00	4.400	0,3066	432,5	260,2	172,3
LA 145	75,1	30	2,25	7	2,25	119,28	147,11	15,75	6,75	5.520	0,2423	547,3	329,2	218,1
LA 180	92,7	30	2,50	7	2,50	147,26	181,62	17,50	7,50	6.520	0,1962	675,7	406,5	269,2
LA 280	151,9	26	3,44	7	2,68	241,65	281,13	21,80	8,04	8.620	0,1198	975,9	666,5	309,4
LA 380	212,3	54	2,82	7	2,82	337,27	380,99	25,38	8,46	10.870	0,0857	1.274,0	931,4	342,6
LA 455	253,3	54	3,08	7	3,08	402,33	454,49	27,72	9,24	12.650	0,0718	1.519,7	111,0	408,7
LA 545	305,1	54	3,38	7	3,38	484,53	547,33	30,42	10,14	15.150	0,0597	1.830,2	1.338,0	492,2
LA 635	355,7	54	3,65	10	2,19	565,03	636,60	32,85	10,95	17.850	0,0512	2.128,6	1.560,4	568,2

CABLE DE ALUMINIO COMPACTADO REFORZADO CON ALMA DE ACERO (AWG-MCM)

Este cable es un clásico de siete hilos formados por Aluminio –Acero de sección circular, en el que durante el proceso de fabricación se le da una forma sectorial a los hilos de la capa exterior, eliminando así los huecos existentes.

Su principal empleo es en líneas de media y baja tensión aportando las siguientes ventajas:

- Disminución diámetro total para la misma sección efectiva con las consiguientes ventajas en cuanto a la acción del viento, manguitos de hielo, protección ante la humedad, etc.
- Ventaja ante el conexionado, debido a una superficie de contacto mayor.



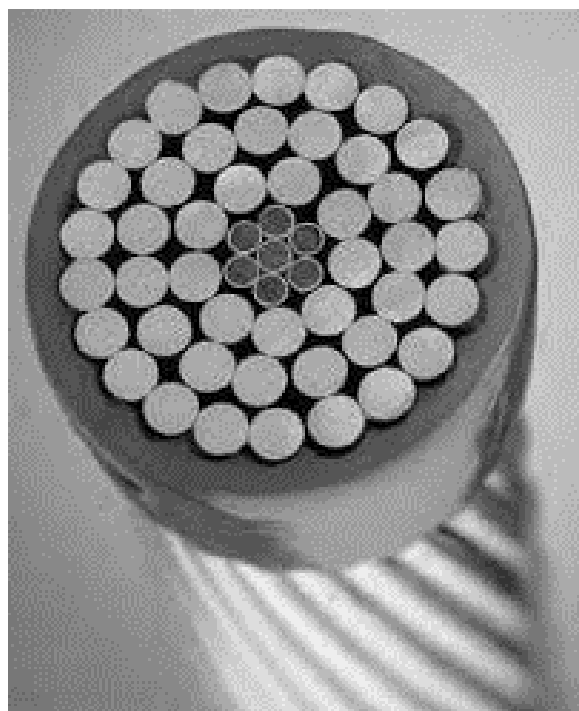
CABLE DE ALUMINIO REFORZADO CON ACERO RECUBIERTO DE ALUMINIO (ACSR-AW)

El acero recubierto de aluminio (Tipo Alumoweld) es un producto bimetálico con un revestimiento de aluminio puro sobre un alma de acero de alta resistencia, unidos metalúrgicamente de forma continua.

El uso de este tipo de hilo es debido a que la conductividad es más elevada que la del acero galvanizado y garantiza una resistencia a la corrosión similar a la del hilo de aluminio, esto hacen que se puedan utilizar con mayor seguridad que los ACSR en zonas de ambientes industriales y marítimos.



Cable Alumoweld 7 hilos



Cable ACSR-AW (también LARL)

Tabla 2.5 Cables de aluminio-acero recubierto de aluminio

Denominación	Sección nominal		Conductor completo mm ²	Alambres de aluminio		Alambres de acero Alumoweld		Ø nominal		Carga de rotura Kgf	Resist. electr. Ohm/km	Peso aprox. kg/km
	Alu. mm	Acero mm ²		N.º	Ø	N.º	Ø	Núcleo de acero mm	Conductor completo mm			
LARL 30	26,7	4,4	31,1	6	2,38	1	2,38	2,38	7,14	1.020	1.0175	102,5
LARL 56	46,8	7,8	54,6	6	3,15	1	3,15	3,15	9,45	1.720	0.5808	179,7
LARL 78	67,4	11,2	78,6	6	3,78	1	3,78	3,78	11,34	2.300	0.4033	259
LARL 145	119,3	27,8	147,1	30	2,25	7	2,25	6,75	15,75	5.510	0.2244	514
LARL 180	147,3	34,3	181,6	30	2,50	7	2,50	7,50	17,50	6.630	0.1818	634
LARL 280 Hawk	241,7	39,4	281,1	26	3,44	7	2,68	8,04	21,80	8.760	0.1131	929
LARL 380 Gull	337,3	43,7	381	54	2,82	7	2,82	8,46	25,38	10.960	0.0820	1222
LARL 455 Condor	402,3	52,2	454,5	50	3,08	7	3,08	9,24	27,72	12.940	0.0688	1457
LARL 545 Cardinal	484,5	62,8	547,3	54	3,38	7	3,38	10,12	30,42	15.320	0.0571	1755
LARL 635 Finch	565	71,6	636,6	54	3,65	19	2,19	10,96	32,85	17.750	0.0490	2037

La incorporación de hilos tipo Alumoweld al ACSR/AW hace que aumente la sección efectiva y disminuya el peso entre 3% y 6% respecto a su equivalente en ACSR.

CABLE HOMOGENEO ALMELEC (AAAC)

El Almelec es una aleación de aluminio (Magnesio y Silicio) utilizado en los conductores para líneas eléctricas.

La ventaja de estos cables frente a los ACSR son:

- Infraestructura más barata debido a:
 - Vanos más largos (se necesitan menos apoyos) debido al peso menor y carga de rotura elevada (la flecha es menor)
 - Mejor reutilización de los desechos puesto que es un cable homogéneo
- Gran facilidad de instalación
 - Mayor dureza superficial que el aluminio (menos sensible a golpes)
 - Mejor resistencia a la tracción
 - Menos peso, mejor manejo de los carretes
 - Fácil unión extremos del cable

Los cables Almelec engrasados, interior y exteriormente, se comportan muy bien, en instalaciones cerca del mar y en zonas con gran polución.

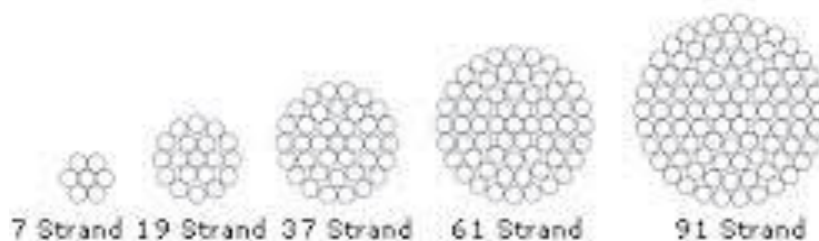


Tabla 2.6 Características de los conductores de aluminio homogéneo Almelec (AAAC) -UNE 21018

Sección nominal		Alambres		$\varnothing_{\text{Nominal}}$	Carga de rotura	Resistencia	Peso aprox.
	mm ²	N.º	Diámetro mm.	mm	Kgf	Ohm/Km	Kg/km
D28	27,8	7	2,25	6,75	810	1.1827	76,2
D40	43,1	7	2,80	8,40	1.260	0.7637	118
D56	54,6	7	3,15	9,45	1.600	0.6034	149,3
D80	75,5	19	2,25	11,25	2.220	0.4378	208
D110	117	19	2,80	14,00	3.430	0.2827	322
D145	148,1	19	3,15	15,75	4.340	0.2234	407
D180	188,1	19	3,55	17,75	5.520	0.1758	517
D280	279,3	37	3,10	21,70	8.200	0.1187	770
D400	381	61	2,82	25,38	11.180	0.0872	1.053
D450	454,5	61	3,08	27,72	13.350	0.0731	1.256
D550	547,3	61	3,38	30,42	16.080	0.0607	1.512
D630	638,3	61	3,65	32,85	18.700	0.0520	1.763
Conductores compactados de aleación de aluminio							
27,8	29,59	7	2,32	6,90	871	1.100	80
54,6	54,55	7	3,15	9,30	1.750	0.624	149
80	80,32	19	2,32	11,40	2.400	0.426	220

CABLES MIXTOS ALMELEC-ACERO GALVANIZADO (AACSR)

Estos cables permiten la construcción de vanos excepcionalmente largos, para hacer instalaciones donde se necesite una elevada carga de rotura.

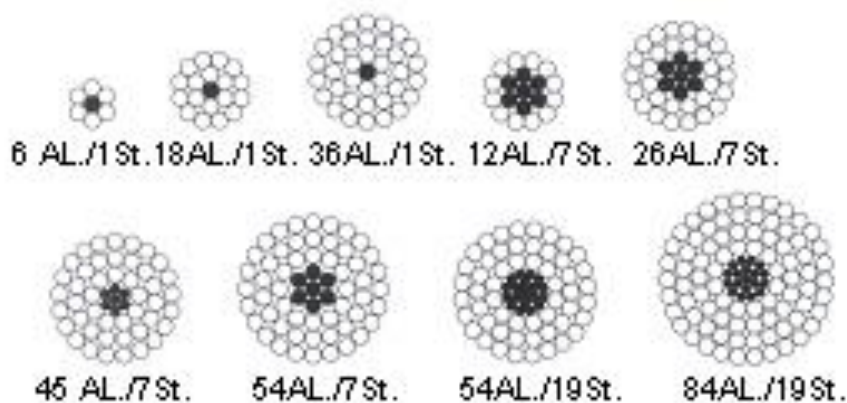


Tabla 2.7 Características de los conductores de aleación de aluminio acero (AACSR) -UNE 21018

Denominación	Sección nominal			Alambres aleación de aluminio		Alambres de acero		Ø _{nominal}		Carga de rotura Kgf	Resistencia Ohm/km	Peso aprox. kg/km
	Alu. mm	Acero mm ²	Conductor completo mm ²	N.º	Ø mm	N.º	Ø mm	Núcleo de acero mm	Conductor completo mm			
DA 30	26,7	4,4	31,1	6	2,38	1	2,38	2,38	7,14	1.350	1.236	107,9
DA 56	46,8	7,8	54,6	6	3,15	1	3,15	3,15	9,45	2.360	0.7056	189,1
DA 78	67,4	11,2	78,6	6	3,78	1	3,78	3,78	11,34	3.400	0.4900	272
DA 110	94,2	22,00	116,2	30	2,00	7	2,00	6,00	14,00	5.500	0.3525	433
DA 145	119,3	27,80	147,1	30	2,25	7	2,25	6,75	15,75	6.960	0.2785	548
DA 180	147,3	34,3	181,6	30	2,50	7	2,50	7,50	17,50	8.600	0.2256	676
DA 280	226,4	52,9	279,3	30	3,10	7	3,10	9,30	21,70	13.250	0.1467	1.040

CABLES DE TIERRA DE ACERO GALVANIZADO (GSW)

Las líneas aéreas que transportan grandes cantidades de energía deben tener una protección permanente contra los rayos. Par este fin se utilizan cables que van por encima de los conductores y se denominan **Cables de Tierra**.

El cable GSW está formado por un alma central de alambre de acero sobre la que se enrollan helicoidalmente una o más capas de acero del mismo diámetro y calidad.

CABLES DE TIERRA DE ACERO RECUBIERTO DE ALUMINIO (AW, tipo Alumoweld)

La combinación de conductividad, alta resistencia a la corrosión y una gran resistencia a la rotura hacen de este cable una solución muy utilizada como cable de puesta a tierra.

Hay que tener en cuenta que la flecha de este cable es menor que la del cable de Acero.

CAMO COPPERWELD . NUEVA SOLUCIÓN ANTIRROBO



Los conductores de acero revestidos de cobre DSA Copperweld® han sido una excelente alternativa al cobre para aplicaciones de puesta a tierra durante casi un siglo.

Proporcionar un camino de baja impedancia a tierra, capacidad de corriente suficiente culpa y de alta resistencia a la tracción, son algo natural para la conexión a tierra y polos subestaciones.

Durante mucho tiempo hemos comercializado Copperweld® como antirrobo ya que funciona en tres niveles:

- Magnético- La mayoría de los ladrones ahora prueba el cable por la pureza de cobre mediante la colocación de un imán en él. El cobre no es magnético, el acero si lo es.
- Difícil de cortar – Los ladrones inteligentes saben cuándo el alambre no es cobre, pues este se resiste a su cortador a diferencia del comportamiento suave y flexible del cobre

- Bajo valor de chatarra - Si hacen caso omiso de las señales y cortaron todos modos se darán cuenta de que el valor de la chatarra de Copperweld® no vale la pena el riesgo. Así puede ser que se corte una vez, pero no de nuevo.

El único inconveniente que parece tener el CCS es que parece cobre. Pero con CAMO esto va a cambiar. A través de nuestro proceso de patente pendiente, ingenioso, se ha desarrollado un método de cambiar permanentemente el color de la brillante capa exterior de cobre a una aburrada, gris oscuro, sin afectar la conductividad o conectividad. CAMO™ parece acero galvanizado, y los ladrones simplemente no lo robarán.

DSA Copperweld® wires – physical and electrical characteristics (TABLE 1)

CONDUCTOR SIZE AWG	DIAMETER		MINI BREAKING LOADS				WEIGHT		CROSS SECTION AREA		APPROXIMATE SHORT-TIME FUSING CURRENT AT 30 CYCLES (KA)	
			40% COND		30% COND		LBS/KFT	KG/KM				
	INCH	MM	LBF	kN	LBF	kN			CMIL	MM²	40% COND	30% COND
19-Wire Strand												
19 No. 5	0.910	23.10	17246	76.7	19402	86.3	1769	2632	628665	318.55	85.07	73.68
19 No. 6	0.810	20.57	13679	60.8	15389	68.5	1403	2088	498636	252.66	67.46	58.43
19 No. 7	0.722	18.33	10853	48.3	12210	54.3	1113	1656	395627	200.47	53.50	46.33
19 No. 8	0.643	16.32	8606	38.3	9682	43.1	883	1314	313733	158.97	42.43	36.75
19 No. 9	0.572	14.53	6821	30.3	7674	34.1	700	1041	248660	126.00	33.65	29.14
4THOUGH™ 4/0	0.528	13.40	5801	25.8	6526	29.0	595	885	211475	107.16	28.60	24.77
7-Wire Strand												
7 No. 4	0.613	15.57	8015	35.7	9017	40.1	819	1218	292169	148.04	39.52	34.23
7 No. 5	0.546	13.86	6354	28.3	7148	31.8	649	966	231613	117.36	31.34	27.14
7 No. 6	0.486	12.34	5040	22.4	5670	25.2	515	766	183708	93.09	24.85	21.53
7 No. 7	0.433	11.00	3998	17.8	4498	20.0	408	608	145757	73.86	19.71	17.07
7 No. 8	0.386	9.79	3171	14.1	3567	15.9	324	482	115586	58.57	15.63	13.54
7 No. 9	0.343	8.72	2513	11.2	2827	12.6	257	382	91612	46.42	12.40	10.74
7 No. 10	0.306	7.76	1994	8.9	2243	10.0	204	303	72685	36.83	9.83	8.51
2 AWG	0.258	6.55	1435	6.4	1614	7.2	145	216	51772	26.23	7.00	6.06
4 AWG	0.204	5.18	897	4.0	1009	4.5	91	135	32368	16.40	4.38	3.79
Single Wire Strand												
2 AWG	0.258	6.54	2023	9.0	2275	10.1	184	274	66358	33.62	8.98	7.77
4 AWG	0.204	5.19	1272	5.7	1431	6.4	116	172	41738	21.15	5.65	4.89
6 AWG	0.162	4.11	800	3.6	900	4.0	73	108	26244	13.30	3.55	3.08