

**ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA
CABLE ACSR**

Aprobado por:

CÉSAR AUGUSTO ZAPATA GERENTE DE DISTRIBUCIÓN

CONTROL DE ACTUALIZACIONES

FECHA ACTUALIZACIÓN	DETALLE DE LA ACTUALIZACIÓN
12/10/2011	Documento en edición para aprobación

ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
Ing. Oficina Técnica	Dir. Oficina Técnica	Gerente Distribución
FECHA:	FECHA:	FECHA:

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CABLE ACSR
ET- CO-01-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

TABLA DE CONTENIDO

1. OBJETIVO.....	2
2. ALCANCE	2
3. CONDICIONES DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y MEDIO AMBIENTALES	2
4. NORMAS	3
5. REQUISITOS DE CALIDAD	5
6. REQUISITOS DE LOS CABLES ACSR	5
6.1 REQUISITOS CONSTRUCTIVOS	5
6.2 REQUISITOS DIMENSIONALES	6
6.3 REQUISITOS MECÁNICOS	7
6.4 REQUISITOS ELÉCTRICOS	8
7. IDENTIFICACIÓN Y MARCADO.....	9
8. ENSAYOS	10
8.1 PRUEBAS DE RECEPCIÓN	10
8.2 PRUEBAS DE ACEPTACIÓN	10
9. ALCANCE DEL SUMINISTRO	12
9.1 CABLE ACSR.....	12
9.2 TERMINAL	12
9.3 EMPAQUE	12
9.4 DOCUMENTOS	13
9.5 ENSAYO.....	14
10. DOCUMENTOS DE LA OFERTA.....	14

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CABLE ACSR
ET- CO-01-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

1. OBJETIVO

La presente especificación técnica tiene por objeto definir los requisitos técnicos, los ensayos, las condiciones para la oferta y el suministro que deben cumplir y satisfacer los cables desnudos de aluminio con alma de acero – ACSR, que serán utilizados en las líneas eléctricas aéreas de 13,2kV y 34,5kV operadas por la COMPAÑÍA ENERGÉTICA DE OCCIDENTE SAS E.S.P.

2. ALCANCE

La presente Especificación tiene por alcance los siguientes Cables ACSR:

- CABLE ACSR 266 MCM
- CABLE ACSR 4/0 AWG
- CABLE ACSR 1/0 AWG
- CABLE ACSR 2 AWG

3. CONDICIONES DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y MEDIO AMBIENTALES

Los cables ACSR serán diseñados y construidos para que se garantice su funcionamiento en las condiciones que se indican en las tablas 1 y 2.

Tabla 1. Condiciones del Sistema Eléctrico

Voltaje Nominal del Sistema Media Tensión (kV rms)	13.2kV / 34.5kV
Frecuencia Nominal (Hz)	60
Número de Fases	2 - 3
Sistema de Tierra en la subestación	Sólidamente aterrizado

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CABLE ACSR
ET- CO-01-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

Tabla 2. Condiciones Medio Ambientales

Rango de Altura (msnm)	1 000 – 2 800
Temperatura Máxima promedio (°C)	30
Temperatura Mínima promedio (°C)	5
Humedad Relativa (%)	80
Velocidad de Viento Media (km/h)	8
Nivel Cerámico (Días/año)	> 100
Nivel de contaminación (IEC 60815)	c (Medio)
Amenaza Sísmica	Alta

4. NORMAS

Los cables ACSR se deben fabricar de acuerdo con lo especificado en las Normas que se relacionan y de acuerdo con la información de la presente especificación. En todo caso se entiende que se debe aplicar la última versión vigente de cada norma.

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CABLE ACSR
ET- CO-01-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

Tabla 3. Normas Aplicables

NTC 360 - ASTM B230	Alambre de aluminio 1350-H19 para usos eléctricos
NTC 2146 - ASTM B263	Método de ensayo para la determinación del área transversal de conductores cableados
NTC 309 - ASTM B232	Cables de aluminio cableado concéntrico reforzado con núcleo de acero recubierto –ACSR
NTC 461 - ASTM B498	Alambres de acero recubiertos con cinc, para la fabricación de cables de aluminio reforzados con acero – ACSR
NTC 469 - ASTM B193	Método de ensayo para la determinación de la resistividad de materiales cables eléctricos
NTC ISO 2859-1	Procedimiento de muestreo para inspección para atributos. Parte 1.
NTC - ISO 14001	Sistema de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso
NTC-ISO 9000	Sistema de gestión de la calidad. Requisitos
RETIE	Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas

El proponente podrá usar otras normas diferentes a las indicadas siempre que tengan reconocimiento internacional y que garanticen a criterio de la COMPAÑÍA ENERGÉTICA DE OCCIDENTE S.A. E.S.P, unas exigencias iguales o superiores a las de la presente especificación; en este caso el proponente debe adjuntar una copia de las normas que esté cumpliendo traducidas al idioma Español ó Inglés.

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CABLE ACSR
ET- CO-01-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

5. REQUISITOS DE CALIDAD

El proponente y el fabricante deben tener implementados procedimientos de calidad que garanticen que los cables ACSR son fabricados y ensayados siguiendo las normas indicadas en esta especificación, igualmente deben tener implementados procedimientos que garanticen el cumplimiento de las políticas ambientales. Los anteriores Requisitos de Calidad serán demostrados con los siguientes Certificados:

- ISO 9001 – 2008 Sistemas de Gestión de la Calidad.
- ISO 14001- 2004 Sistemas de Gestión Medio Ambiental.
- NTC ISO/IEC 17025 – 2005 – Requisitos Generales para la Competencia de laboratorios de Ensayo y Calibración.

La COMPAÑÍA ENERGÉTICA DE OCCIDENTE S.A. E.S.P se reserva el derecho de verificar la documentación y los procedimientos relativos a la fabricación y ensayos de los cables, el fabricante y el proveedor se obligan a poner a disposición la documentación requerida.

6. REQUISITOS DE LOS CABLES ACSR

6.1 REQUISITOS CONSTRUCTIVOS

Los materiales empleados en la construcción de los cables ACSR estarán formados por alambres de aluminio duro y alambres de acero galvanizado normal, los alambres de aluminio duro se ajustarán a lo establecido en la Norma NTC 360 (ASTM B 230). Los alambres de acero galvanizado se ajustarán a lo establecido en la Norma NTC 461 (ASTM B 498).

Los requisitos del galvanizado salvo indicación contraria de La COMPAÑÍA ENERGÉTICA DE OCCIDENTE S.A. E.S.P. Será de calidad A (ACSR-GA) según lo establecido en la norma ASTM B 232, y cuyos principales requisitos se indican en la tabla 4:

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CABLE ACSR
ET- CO-01-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

Tabla 4. Requisitos para el Galvanizado del Alambre de Acero

Calibre MCM	Calibre AWG	Denominación	Diámetro alambre de acero (mm)	Densidad de Zn (g/m ²)	Código
266		Partridge	2,00	≥ 214	1311111
212	4/0	Penguin	4,77	≥ 305	1311109
105	1/0	Raven	3,37	≥ 259	1311107
66,4	2	Sparrow	2,67	≥ 244	1311106

Fuente: Tomado de ASTM B232

Se podrán realizar soldaduras de alambres de aluminio durante el proceso de cableado. La forma de realizar estas soldaduras será por los procedimientos establecidos en la Norma NTC 309 (ASTM B 232), no se realizarán más de dos soldaduras en alambres de aluminio a menos de 15 m; no se permitirá la unión de alambres de acero ya galvanizados.

De acuerdo con la norma NTC 309 (ASTM B 232) los sentidos de cableado de los alambres en capas sucesivas serán opuestos. El sentido de cableado de los alambres de aluminio en capa exterior será a derecha.

6.2 REQUISITOS DIMENSIONALES

Los requisitos dimensionales de los cables ACSR se ajustarán a lo establecido en la Norma NTC 309 (ASTM B 232), cuyos principales requisitos se indican en la tabla 5:

Tabla 5. Requisitos Dimensionales

Calibre MCM	Calibre AWG	Denominación	Composición		Sección (mm ²)			Diámetro (mm)		
			No Alambres Aluminio	No Alambres Acero	Aluminio	Acero	Total	Alambre Acero	Alambre Aluminio	Total
266		Partridge	26	7	135,19	22,02	157,22	2,00	2,57	16,307
212	4/0	Penguin	6	1	107,22	17,87	125,1	4,77	4,77	14,31
105	1/0	Raven	6	1	53,54	8,92	62,46	3,37	3,37	10,11
66,4	2	Sparrow	6	1	33,62	5,6	39,22	2,67	2,67	8,02

Fuente: Tomado de ASTM B232

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CABLE ACSR
ET- CO-01-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

El área de la selección de un cable se ajustará a lo establecido en la norma NTC 309 (ASTM B 232), no siendo inferior al 98% del área de la selección especificada en la tabla anterior.

La relación del cableado de las sucesivas capas de los alambres, se ajustarán a lo establecido en la norma NTC 309 (ASTM B 232).

Tabla 6. Requisitos de Relación de Cableado

Calibre MCM	Calibre AWG	Denominación	Alma de Acero			Alambres de Aluminio					
			Mín.	Preferida	Máx.	Capa Exterior			Capa inmediatamente subyacente		
						Mín.	Preferida	Máx.	Mín.	Preferida	Máx.
266		Partridge	18	25	30	10	11	13	10	13	16
212	4/0	Penguin				8		16			
105	1/0	Raven				8		16			
66,4	2	Sparrow				8		16			

Fuente: Tomado de ASTM B232

Los requisitos dimensionales de los alambres de aluminio se ajustaran a lo indicado en la Norma NTC 360 (ASTM B 230). Los requisitos dimensionales de los alambres de acero galvanizado tipo A se ajustarán a lo indicado en la Norma NTC 461 (ASTM B 498).

La longitud de las bobinas será la indicada por La COMPAÑÍA ENERGÉTICA DE OCCIDENTE S.A. E.S.P y tendrá una tolerancia de + 0% / +0,5% de la longitud del pedido.

6.3 REQUISITOS MECÁNICOS

Los requisitos mecánicos de los cables ACSR se ajustarán a lo establecido en la Norma NTC 309 (ASTM B 232), cuyos principales valores están indicados en la tabla 7.

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CABLE ACSR	
ET- CO-01-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN	

Tabla 7. Requisitos Mecánicos del Cable

Calibre MCM	Calibre AWG	Denominación	Carga de Rotura (daN)	Peso			Modulo de elasticidad (daN/mm ²)	Coef. De dilatación lineal (°C ⁻¹)
				Aluminio (kg/m)	Acero (kg/m)	Total (kg/m)		
266		Partridge	≥ 5 028	0,366	0,169	0,545	≤ 7700	≤ 19,1 .10 ⁻⁶
212	4/0	Penguin	≥ 3 716	0,294	0,139	0,433	≤ 8100	
105	1/0	Raven	≥ 1 949	0,144	0,068	0,216	≤ 8100	
66,4	2	Sparrow	≥ 1290	0,0923	0,0436	0,136	≤ 8100	

Fuente: Tomado de ASTM B232

Los requisitos mecánicos de los alambres de aluminio se ajustarán a lo establecido en la Norma NTC 360 (ASTM B 230), cuyos principales requisitos se indican en la tabla 8.

Tabla 8. Requisitos Mecánicos Alambres de Aluminio

Calibre MCM	Calibre AWG	Denominación	Diámetro alambre de aluminio (mm)	Carga de rotura mínima (daN) (*)		Elongación con carga de rotura en 250 mm (%) (*)		Densidad a 20°C (kg/dm ³) Diámetro alambre de aluminio (mm)	Coef. De dilatación lineal (°C ⁻¹)
				Media del lote	Individual	Media del lote	Individual		
266		Partridge	2,57	≥ 93	≥ 88	≥ 1,6	≥ 1,5	2,705	≤ 23,10 ⁻⁶
212	4/0	Penguin	4,77	≥ 295	≥ 286	≥ 2,1	≥ 2,0		
105	1/0	Raven	3,37	≥ 152	≥ 143	≥ 1,8	≥ 1,7		
66,4	2	Sparrow	2,67	≥ 93	≥ 88	≥ 1,6	≥ 1,5		

(*) Antes del cableado

6.4 REQUISITOS ELÉCTRICOS

La resistividad del cable no debe superar los valores indicados en la tabla 9.

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CABLE ACSR
ET- CO-01-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

Tabla 9. Requisitos Eléctricos

Cable	266	4/0	1/0	2
Resistencia eléctrica con C.C a 20°C (Ω /km) para cualquier elemento del lote.	$\leq 0,2092$	$\leq 0,2611$	$\leq 0,5232$	$\leq 0,83$

7. IDENTIFICACIÓN Y MARCADO

Las marcas que lleva cada bobina se ajustarán a lo establecido en la Norma NTC 309 (ASTM B 232). Sobre la cara externa de cada tapa de la bobina deberá marcarse, mediante plantilla y con pintura que contraste con el color del fondo, las siguientes características:

- Peso neto de la bobina (sin cable).
- Peso del cable.
- Longitud del cable.
- Tamaño del cable
- Tipo de cable.
- Tipo de galvanizado.
- Flecha indicadora del desenrollado.
- Nombre del fabricante y lote de fabricación.
- Año de Fabricación

Al final del cable deberá ir una etiqueta pegada con las siguientes características:

- Peso neto de la bobina (sin cable).
- Peso del cable.
- Longitud del cable.

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CABLE ACSR
ET- CO-01-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

- Tamaño del cable
- Tipo de cable.

8. ENSAYOS

8.1 PRUEBAS DE RECEPCIÓN

Los cables ACSR deberán satisfacer los ensayos que se establecen en la Norma NTC 309 (ASTM B 232) y que se listan a continuación:

- Resistencia a la Tracción
- Resistencia Eléctrica
- Ensayos de Sección Transversal
- Ensayos Mecánicos y Eléctricos

Antes de realizar las pruebas de aceptación el proveedor deberá presentar para aprobación por parte de la COMPAÑÍA ENERGÉTICA DE OCCIDENTE S.A. E.S.P, los planos con las dimensiones, detalles del carrete y el diseño del rótulo metálico de identificación de los mismos.

8.2 PRUEBAS DE ACEPTACIÓN

Las pruebas de aceptación se definen como todas las pruebas realizadas sobre el producto completamente terminado para su aprobación o rechazo.

El proveedor debe avisar con 20 días de antelación al encargado de la COMPAÑÍA ENERGÉTICA DE OCCIDENTE S.A. E.S.P, la fecha de realización de las pruebas de aceptación. Cada bobina no deberá llevar más de una sola longitud de cable.

La longitud del cable en las bobinas será indicada por la COMPAÑÍA ENERGÉTICA DE OCCIDENTE S.A. E.S.P. y tendrá una tolerancia de $- 0 \% + 0,5 \%$; la longitud total recibida tendrá una tolerancia de $-0\% + 0,5 \%$ de la longitud total del pedido.

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CABLE ACSR
ET- CO-01-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

Los alambres a probar en las pruebas de aceptación se extraerán de una longitud de cable previamente separada de la bobina, de al menos 4m, para la toma de probetas se desechará el primer metro de la punta del cable.

El peso del cable se realizará en una bascula de precisión que será calibrada y contrastada periódicamente y cuantas veces lo exija la COMPAÑÍA ENERGÉTICA DE OCCIDENTE S.A. E.S.P. El pesado del cable se realizará pesando primero la bobina vacía y posteriormente la bobina con su cable. El tamaño de la muestra y los valores de aceptación o rechazo del lote se indican en la tabla 10; esos valores corresponden a las directrices indicadas en la norma NTC-ISO 2859-1 con un plan de muestreo simple, una categoría de inspección normal, un nivel de inspección S1 y un nivel de aceptación (NAC) del 4%. Si el fabricante realiza los ensayos al tiraje completo de su producción no se requiere que se realicen las pruebas a las bobinas con el muestreo indicado en la tabla 10; en todo caso se deben adjuntar las copias de los ensayos y cumplir con los procedimientos de la presente especificación.

Tabla 10. Niveles de Aceptación NAC

Tamaño del lote	Tamaño de la muestra	Aceptado	Rechazado	Tipo Muestreo
2 a 8	2	0	1	Simple
9 a 15	2	0	1	Simple
16 a 25	2	0	1	Simple
26 a 50	2	0	1	Simple
51 a 90	3	0	1	Simple
91 a 150	3	0	1	Simple
151 a 280	3	0	1	Simple
281 a 500	3	0	1	Simple
501 a 1 200	5	0	1	Simple

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CABLE ACSR
ET- CO-01-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

El fabricante en los casos de rechazo de un lote, tendrá la opción de ensayar cada bobina y presentar a una nueva recepción aquellas que hayan cumplido los requisitos para su aceptación.

9. ALCANCE DEL SUMINISTRO

9.1 CABLE ACSR

Comprende el suministro puesto en sitio y transporte hasta los almacenes de la COMPAÑÍA ENERGÉTICA DE OCCIDENTE S.A. E.S.P.

9.2 TERMINAL

Empaque Los cables ACSR serán entregados en el lugar especificado por la COMPAÑÍA ENERGÉTICA DE OCCIDENTE S.A. E.S.P. Los costos asociados al transporte ya sea marítimo, aéreo ó terrestre serán por cuenta del proveedor. El proveedor deberá cumplir con la reglamentación vigente de las autoridades de tránsito en Colombia para el transporte de ese tipo de productos, si durante el transporte el proveedor causa daños a terceros será el proveedor el responsable de las indemnizaciones a que hubiere lugar dejando a la COMPAÑÍA ENERGÉTICA DE OCCIDENTE S.A. E.S.P libre de cualquier responsabilidad.

9.3 EMPAQUE

Todos los cables deben suministrarse en carretes de madera o poliéster y deben tener una estructura suficientemente resistente para que pueda soportar el manejo durante el transporte, cargue, descargue y todas las operaciones de instalación del cable. Los extremos del cable deben atravesar el ala del carrete y asegurarse convenientemente para evitar el desembobinado.

El orificio para el manejo de los carretes deberá ser cilíndrico recto centrado en su eje con un diámetro mínimo de 75 mm provisto de flanche metálico en cada cara del carrete. Los carretes

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CABLE ACSR
ET- CO-01-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

con un peso bruto (carrete más cable) de 1000 kg o mayor, deberán estar provistos de un tubo metálico con diámetro interior no menor de 75 mm que atraviese el carrete. El diámetro del tambor deberá ser al menos 30 veces mayor que el del cable.

Todos los carretes de madera deberán tener orificios de drenaje a lo largo de cada ala, lo más cerca posible a la parte inferior del recubrimiento del tambor. La última capa de cable deberá ser envuelta con polietileno de alta densidad que preserve el cable de la humedad, esta capa plástica deberá asegurarse con zunchos plásticos.

Los carretes deberán ser entamborados de tal manera que se prevenga el deterioro del cable. Los listones se fijarán firmemente a los bordes del carrete por medio de bandas de acero (zunchos). Los carretes de madera deberán ser sometidos a un tratamiento de preservación que garantice que se conserven a la intemperie por un período mínimo de un (1) año.

El proponente deberá indicar en su propuesta el elemento preservativo que utilizará con la garantía de tiempo de preservación emitida por el fabricante del carrete.

Los carretes deberán estar debidamente marcados como se indica en el numeral 7.

9.4 DOCUMENTOS

El proveedor dentro de su propuesta debe suministrar como mínimo los siguientes documentos:

- Copias e informe de los ensayos realizados a los cables de acuerdo con la presente especificación.
- Certificado de conformidad de producto de acuerdo con el RETIE.
- Manuales de Garantía de Calidad
- Registro de Trazabilidad del pedido:
 - Referencia del pedido de COMPAÑÍA ENERGÉTICA DE OCCIDENTE SAS E.S.P.
 - Número del lote de producción.
 - Número de unidades del lote que incluye el pedido.
 - Punto (s) de entrega de los cables ACSR

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CABLE ACSR
ET- CO-01-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

9.5 ENSAYO

Dentro del alcance quedan incluidos todos los ensayos indicados en la presente especificación y en las normas referenciadas.

10. DOCUMENTOS DE LA OFERTA

El proponente deberá presentar toda la documentación que considere pertinente para definir lo más exactamente posible los cables ofertados. Adicionalmente debe presentar la siguiente documentación:

- Ficha Técnica del anexo 1 totalmente diligenciada y completada con las características particulares.
- Lista de discrepancias a la presente especificación.
- Certificado de Conformidad de producto con el RETIE.
- Certificación Vigente de Gestión de la Calidad ISO 9001-2008 con alcance
- Certificación Vigente de Gestión Ambiental ISO 14001-2004
- Certificado NTC ISO/IEC 17025 – 2005 – Requisitos Generales para la Competencia de laboratorios de Ensayo y Calibración.
- Catálogo Comercial de los cables ACSR