



**PROTECCION LABORAL
SEGURO**



MINISTERIO DE MINAS
Y
ENERGIA



SERVICIO NACIONAL
DE
APRENDIZAJE



ECOCARBON
LTDA.



UNIVERSIDAD PEDAGOGICA Y
TECNOLOGICA DE COLOMBIA
ESCUELA DE MINAS



SECRETARIA
DE MINAS
BOYACA

N o r m a

Sobre Cables e Instalaciones Eléctricas en Bajo Tierra



REPUBLICA DE COLOMBIA
PROGRAMA DE DIVULGACION Y CAPACITACION
EN SALUD OCUPACIONAL MINERA

Proyectos Especiales
ARP - ISS



MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA
Dirección General de Minas

MINISTERIO DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL

Norma

Sobre Cables e Instalaciones Eléctricas en Bajo Tierra

SANTAFE DE BOGOTÁ, D. C.



MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA
Dirección General de Minas

Norma

Sobre Cables e Instalaciones Eléctricas en Bajo Tierra

SANTAFE DE BOGOTA, D. C.



**PROTECCION LABORAL
SEGURO**

Instituto de Seguros Sociales

**Dr. Antonio Yepes Parra
Presidente**

Vicepresidencia de Protección de Riesgos Laborales - ISS

**Dr. Javier Parga Coca
Vicepresidente PRL**

Proyectos Especiales

**Dra. Vianney Motavita García
Dr. Leonardo Briceño Ayala
Dr. Luis Fernando García**

Proyecto Riesgos Profesionales SECTOR DE LA MINERIA

**Dr. Luis Francisco Castillo
Coordinador**

Ing. Jairo A. Tristancho

Comité de Salud Ocupacional Minero

Instituto de Seguros Sociales — ISS

Md. Luis Francisco Castillo
Md. Javier Parga Coca

Ministerio de Minas y Energía

Ing. Manuel Acevedo

Servicio Nacional de Aprendizaje — SENA

Ing. Juan Agudelo

**Empresa Colombiana de Carbón Ltda.
ECOCARBON**

Ing. Luis Ariel Albarracín
Ing. Franklin Alarcón

**Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
UPTC**

ESCUELA DE MINAS

Ing. Guillermo Jarro Tobo
Ing. Alejandro Fonseca

Secretaría de Minas Departamento de Boyacá

Ing. Orlando Velandia

Presentación

El Ministerio de Minas y Energía en coordinación con los Ministerios de Trabajo y Seguridad Social y de Salud, expidieron el Decreto N° 1335 del 15 de julio de 1987, con el propósito de reglamentar la seguridad en las labores subterráneas, el cual se ha venido aplicando en el territorio nacional.

El citado Decreto establece que el Ministerio de Minas y Energía debe elaborar las correspondientes normas complementarias al mismo. En ese sentido se aunaron esfuerzos tanto de las empresas del sector oficial como del sector privado, para obtener documentos que sirvan de guía a empresarios y trabajadores mineros para el desarrollo de la actividad extractiva en todas las regiones del país.

Por lo anterior, el Ministerio de Minas y Energía en concordancia con lo contemplado en los Artículos 128 y 130 del Decreto N° 1335 de 1987, expidió la norma correspondiente a los requerimientos técnicos que deben cumplir los cables e instalaciones eléctricas en bajo tierra, que en las páginas siguientes se describe.

El mejoramiento de los procedimientos va siempre respaldado de una amplia divulgación de las correspondientes normas de carácter técnico, tarea en la cual está empeñado el actual gobierno.

Deseo que el presente documento, redunde en beneficio de todo el sector minero en el territorio nacional.

Cordial saludo,

JORGE EDUARDO COCK LONDOÑO

Ministro de Minas y Energía.

Normas Sobre Cables e Instalaciones Eléctricas en Bajo Tierra

1. OBJETO

1.1 Esta norma tiene como objeto complementar lo establecido en el Artículo 128 del Decreto No 1335 de 1987, reglamentario de la seguridad en las labores subterráneas, en lo relacionado a las instalaciones eléctricas en bajo tierra.

1.2 El objetivo de esta norma es poner en conocimiento de todo el personal comprometido con la actividad minera las precauciones a tener en cuenta para evitar: riesgos de electrocuciones, incendios y explosiones, explosión de grisú y otras situaciones imprevistas.

2. DISPOSICIONES GENERALES

2.1 Cuando la energía eléctrica se utilice en una mina, su explotador debe tener obligaciones de:

2.1.1 Contratar electricistas con matrícula, realizada ante el Ministerio de Minas y Energía y con una capacitación certificada.

2.1.2 Destinar los recursos económicos necesarios para la capacitación del personal de electricistas y auxiliares.

2.1.3 De acuerdo al tipo de mina y si se justifica, nombrar un ingeniero eléctrico quien se encargará de todos los diseños y planos eléctricos de la mina.

2.2 Destinar los recursos suficientes para asegurar una asesoría eléctrica permanente cuando no se requiera contratar el Ingeniero eléctrico.

2.3 El director o administrador de la mina será el responsable para que todos los planes eléctricos se lleven a cabo, lo mismo que el suministro de los implementos y materiales necesarios para el buen mantenimiento de las redes y circuitos eléctricos.

Entre los aspectos más importantes del plan eléctrico están los siguientes:

2.3.1 El examen y ensayo de todo el equipo eléctrico antes de ser puesto bajo tensión después de haber sido instalado o reinstalado.

2.3.2 El examen y ensayo sistemático de todos los aparatos eléctricos de la mina con el objeto de asegurar su conservación apropiada.

2.3.3 La frecuencia con que se debe examinar y ensayar todos los aparatos eléctricos, que debe ser destinada para diferentes partes de ellos.

2.4 Los trabajadores de mantenimiento eléctrico no deben hacer reparaciones en maquinaria, plantas generadoras de electricidad, tableros de control y circuitos eléctricos en general, sin antes haber cortado la corriente del sector afectado y bloqueado mecánicamente los interruptores correspondientes, previa autorización de un supervisor competente quien tomará las medidas de seguridad del caso y señalará con avisos preventivos la zona de trabajo.

2.5 Siempre se deberá realizar el trabajo eléctrico mínimo con dos operarios especialmente en los mantenimientos eléctricos de: líneas de conducción, circuitos o equipos eléctricos energizados.

2.6 Cuando varias cuadrillas operen en el mismo trabajo, estarán bajo la dirección de un solo jefe.

2.7 Nunca se deben colocar, suspender o colgar herramientas, ropa, lámparas mineras u otros materiales sobre cables y demás instalaciones eléctricas.

2.8 Se extremarán las medidas de seguridad en aquellos lugares donde se fabriquen o manipulen materiales inflamables, tales como detonadores o explosivos en general, combustibles, gas etc. Igualmente en los lugares cuya humedad relativa, alcance o supere el 70 % y en los locales mojados o con ambientes corrosivos.

3. INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Para los efectos de estas normas las instalaciones eléctricas se clasifican en :

3.1 INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN EL EXTERIOR:

3.1.1 Nunca se deben tocar directamente los conductores eléctricos bajo ninguna circunstancia.

3.1.2 Nunca se debe entrar a los locales reservados a los electricistas los cuales deben tener prescripciones de seguridad perfectamente identificables.

3.1.3 Se debe estar seguro de la no existencia de cables eléctricos enterrados cuando se hacen trabajos de excavación o en caso de la existencia debe haber la señalización respectiva.

3.1.4 Los trabajos de montaje, reparación y modificación, son exclusivamente responsabilidad de la cuadrilla de mantenimiento eléctrico.

3.2 INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN EL INTERIOR DE LA MINAS

Las instalaciones eléctricas bajo tierra deben hacerse con todos los requerimientos técnicos y de acuerdo con las normas establecidas en este texto.

3.2.1 Las instalaciones eléctricas en el interior de las minas se clasifican según la seguridad del equipo en:

3.2.1.1 Instalaciones a prueba de explosión o antideflagrantes para equipos con tensión superior a 15 voltios y 1.6 Amperios en Corriente alterna y 25 voltios , 2.5 Amperios en corriente continua.

3.2.1.2 Instalaciones de seguridad intrínseca para equipos con tensiones inferiores a 15 voltios y 1.6 Amperios en corriente alterna y 25 voltios y 2.5 Amperios en corriente continua.

3.2.2 Los aparatos eléctricos que se emplean en las minas se clasifican como:

3.2.2.1 Fijos. Van entre los 6.000 hasta 15.000 voltios y muy raras veces son desplazados.

3.2.2.2 Semifijos. Se pueden desplazar con frecuencia y se desconectan fácilmente.

3.2.2.3 Móviles. Se pueden desplazar aún estando conectados.

3.2.2.4 Portátiles y Manuales. Poseen soporte especial móvil y se utilizan con las manos.

3.2.3 Las tensiones nominales de alimentación de los aparatos eléctricos no pueden ser superiores a los siguientes valores:

Aparatos fijos 6.000 hasta 15.000 voltios.

Aparatos semifijos 6.000 voltios.

Aparatos móviles 1.000 voltios.

Tracción eléctrica con hilo de contacto de 650 voltios.

Aparatos portátiles, redes de
alumbrado y redes de señalización
con conductores aislados 250 voltios.

Redes telefónicas 65 voltios.

Redes de señalización con conductores
desnudos y lámparas portátiles 25 voltios.

Las tensiones hasta 1.500 voltios se podrán utilizar para aparatos fijos, cuando las cargas con relación a las distancias lo exijan y las condiciones de la mina lo permitan.

3.2.4 Todas las instalaciones eléctricas del interior de las minas deben estar protegidas contra cualquier elevación peligrosa de tensión por encima de lo normal, mediante limitadores de tensión con relés de seguridad.

3.2.5 Deben instalarse en la superficie de la mina y conectar directamente con la subestación principal del interior, dispositivos de conmutación y distribución convenientemente construidos que permitan cortar toda la corriente eléctrica.

3.2.6 Donde quiera que sean necesarios para prevenir riesgos deben existir dispositivos eficaces, colocados de tal manera, que permitan cortar toda corriente de cualquier circuito eléctrico de la mina.

3.2.7 En las instalaciones eléctricas, además de las protecciones individuales de las máquinas y aparatos, se debe instalar una protección general contra sobrecargas y cortos circuitos y protecciones locales en todos los puntos de derivación de los conductores de alimentación.

3.3. CABLES ELECTRICOS

3.3.1 Los cables de tensión deben ser colocados de tal manera que se elimine la posibilidad de daños por tráfico sobre ellos, ángulos cortantes y objetos punzantes.

3.3.2 No se debe utilizar en el interior de ninguna mina cables desnudos para la distribución de la energía eléctrica, ni aún cuando estuvieran alojados en galerías o chimeneas por donde no circule personal.

3.3.3 La clasificación de los cables, en lo que a lugar de emplazamiento se refiere, es la siguiente:

3.3.3.1 Cables armados para galerías y pozos con pendientes superiores a 45°.

3.3.3.2 Cables armados para galerías horizontales con pendientes inferiores a 45°.

3.3.3.3 Cables para niveles y tajos, que pueden ser:

- De tipo semiflexible, que se destinarán a unir los transformadores semifijos con las cajas de distribución y éstas con los aparatos eléctricos, también semifijos.
- De tipo flexible, que se destinarán a alimentar los aparatos móviles que se desplazan en tensión.

3.3.3.4 Cables para máquinas, herramientas manuales y alumbrado de frentes de arranque y galerías.

3.3.4 La máxima carga permanentemente admisible en los cables aislados debe estar calculada, para que la temperatura de los conductores de cobre no exceda de los 70°. Con una temperatura ambiente de 30 °C, se admite como carga permanente admisible la fijada en la Tabla N° 1.

3.3.5 La caída de tensión de los puntos más alejados de una red, en que la sección de los cables se ha fijado en función de la carga permanente, no deberá exceder del 10% para la carga máxima temporal admisible.

3.3.6 La armadura metálica de los cables colocados verticalmente o con una inclinación de más de 45°, deberá resistir, con un coeficiente de seguridad cinco, el peso del cable entre puntos de suspensión o su componente longitudinal. Cuando los cables se utilicen en la profundización de los pozos, o en general, en la preparación de labores cuya pendiente supere los 45°, el coeficiente de seguridad se puede reducir a tres.

**TABLA Nº 1 CARGA MAXIMA PERMANENTE EN AMPERIOS PARA
CABLES DE INTERIOR DE MINAS**

SECCION NOMINAL (mm)	CONDUCTORES Y CABLES FLEXIBLES AISLADOS CON GOMA O P.V.C. PARA BAJA TENSION	CABLES ARMADOS CON AISLANTE DE GOMA, PAPEL IMPREGNADO O P.V.C., CABLES SEMIFLEXIBLES DE GOMA, O P.V.C. TENSION HASTA 1.000 VOLTIOS				CABLE DE TRES CONDUCTORES ARMADOS CABLES SEMIFLEXIBLES HASTA 6 KV.		
		CABLE DE 1 CONDUCTOR	CABLE DE 2 CONDUCTORES	CABLE DE 3 CONDUCTORES	CABLE DE 4 CONDUCTORES	TENSION HASTA 3 KV	TENSION HASTA 6 KV	TENSION HASTA 10 KV
2,5	27	38	30	27	23	--	--	--
4	35	50	40	35	30	--	--	--
6	48	65	50	40	40	45	--	--
10	66	85	70	60	50	60	55	50
16	90	115	90	85	70	80	75	65
25	110	150	115	100	95	100	100	85
35	145	190	140	125	110	125	120	100
50	175	235	175	150	140	150	145	125
70	215	285	210	185	170	185	175	150
95	260	345	250	220	200	220	210	180
120	305	400	285	255	225	250	245	210
150	350	460	325	300	265	285	280	240
185	400	515	370	340	300	325	315	270

3.4 CONEXIONES ELECTRICAS

3.4.1 Los cables instalados en galerías horizontales o por planos inclinados, con menos de 45°, de pendiente, se colocarán, siempre que sea posible en un gancho colocado en un hastial, si éste va en roca o revestido, los ganchos deben ser de metal o soportes de madera, colocados suficientemente próximos para evitar flechas excesivas y con disposición adecuada para permitir el deslizamiento del cable cuando sea sometido a un esfuerzo anormal de tracción.

3.4.2 Si la pendiente es superior a 45°, las suspensiones se harán siempre por sujeción del cable a las grapas o elementos sostenedores, de modo que incida en el desplazamiento del cable a favor de la pendiente. La distancia entre dos soportes no debe ser superior a 10 metros para cables verticales.

3.4.3 Se debe evitar siempre que sea posible la instalación de tuberías metálicas de aire comprimido, ventilación o conducción de relleno por el mismo hastial de la galería en que estén situados los conductores de energía, pero en caso de que no sea posible hacerlo, dichas tuberías se deben conectar a tierra cada 250 metros como máximo, con alambre de cobre o de hierro galvanizado de sección suficiente.

3.4.4 Las cajas de empalme y de dirección de los cables armados deben asegurar un enlace eléctrico eficaz entre los conductores y tener las dimensiones convenientes para el aislamiento entre ellos, así como su distancia a masa, sea suficiente y perfectamente estancadas.

3.4.5 En los empalmes de cables blindados se debe asegurar la continuidad eléctrica de las envolventes conductoras que enlacen las armaduras de los trozos empalmados.

La conexión entre los cables de redes fijas de distribución y los conductores semifijos y móviles de alimentación se debe hacer mediante cajas de derivación con interruptor. La entrada de cables a los aparatos eléctricos se debe hacer con pasacables del tipo y medidas adecuados.

3.4.6 Los cables flexibles que alimentan aparatos móviles se deben dejar sin tensión al término de cada trabajo, tomando las precauciones para que no puedan ser puestos de nuevo en tensión por personal no autorizado.

3.4.7 Cada mina de acuerdo a las condiciones de ella, elaborará los diversos modos operativos que deben ser aprobados por la autoridad competente.

4. REDES DE DISTRIBUCION

Todas las partes de una red eléctrica subterránea deben, en circunstancias normales, mantenerse eficazmente aisladas de tierra.

4.1 PUESTAS A TIERRA

4.1.1 Todos los conductores de puesta a tierra o de ejecución de un puente debe hacerse usando guantes dieléctricos y utilizando herramientas debidamente aisladas.

- 4.1.2 Las operaciones previas de puesta a tierra deben presentar perfecta continuidad desde el punto de vista eléctrico y estar conectadas de forma eficaz a tierra y al aparato a cuya puesta a tierra se determine.
- 4.1.3 Toda máquina eléctrica, así como toda instalación debe tener su conexión a tierra. En general deben ponerse a tierra y conectarse eléctricamente entre sí por grupos todas aquellas partes o elementos que no estando normalmente en tensión pueden llegar a estarlo por un contacto accidental o por defecto de aislamiento.
- 4.1.4 En las instalaciones eléctricas alimentadas a tensiones superiores deben ser puestos a tierra los siguientes elementos:
- 4.1.4.1 Las armaduras envolventes metálicas exteriores de los cables.
 - 4.1.4.2 Las piezas metálicas exteriores que no se hallen normalmente en tensión de las máquinas y transformadores.
 - 4.1.4.3 La masa de aparatos móviles y portátiles y sus envolventes metálicos protectores.
 - 4.1.4.4 Los volantes o empuñaduras de los aparatos de maniobra y las herramientas eléctricas manuales.
- 4.1.5 Los circuitos de puesta a tierra deben ser calculados y montados de manera que no puedan desarrollarse tensiones peligrosas entre los elementos que protegen y la tierra.
- 4.1.6 La conductancia por unidad de longitud de los conductores de puesta a tierra debe ser por lo menos igual a la del conductor activo de mayor sección, sin que sea necesario sobrepasar la de uno de cobre de 50 mm cuadrados.
- 4.1.7 Las tuberías de agua y aire comprimido y los carriles de vías de arrastre, salvo las que sirvan como conductores de retorno en la tracción eléctrica, no pueden emplearse como conductores de puesta a tierra, pero si deben conectarse a ella si existe el riesgo de que pueda alcanzar accidentalmente tensiones peligrosas.
- 4.1.8 La puesta a tierra debe ser ejecutada y conservada con toda eficacia para que su resistencia no sea superior a 10 ohmios.
- 4.1.9 Todas las tomas a tierra, las conexiones y los conductores de puesta a tierra deben ser revisadas y comprobadas cada seis meses para asegurar la continuidad y la eficacia cuando se instalen.
- 4.1.10 Los conductores de tierra y conexiones de los equipos móviles y portátiles deben ser revisados para comprobar su continuidad por lo menos una vez por semana. Todas las conexiones de tierra deben ser accesibles para permitir la inspección y rápida comprobación.
- 4.1.11 Las cargas de electricidad estática que puedan acumularse en los cuerpos metálicos deben ser neutralizadas por medio de conductores a tierra.
- 4.1.12 Las tomas de tierra en la superficie deben ser siempre independientes de las usadas para pararrayos y demás dispositivos de protección contra sobretensiones de alta tensión tanto en sus circuitos, que deben ir separados en todo recorrido, como en los electrodos, cuya separación mínima debe ser de tres metros.

4.2 SUBESTACIONES DE TRANSFORMACIÓN, TRANSFORMADORES

Las estaciones de transformación en el interior se clasifican en fijas y semifijas.

4.2.1 Las estaciones fijas y semifijas de transformación deben estar comunicadas entre sí y con la sub-estación del exterior por teléfono o por otro medio análogo.

4.2.2 Las estaciones fijas se deben instalar en locales o cámaras con revestimiento de material incombustible, lo bastante sólido e impermeable para protegerla contra movimientos y la humedad del terreno.

4.2.3 Para poder instalar transformadores e interruptores que contengan aceite o sustancias dieléctricas combustibles, en bajo tierra se deben cumplir los siguientes requisitos:

4.2.3.1 Sólo se pueden instalar estos equipos en aquellos lugares donde haya suficiente ventilación.

4.2.3.2 El sitio de instalación debe estar provisto de canales o fosos que permitan recoger el aceite que se derrame en caso de accidente.

4.2.3.3 El local donde se instalen estos equipos debe ser construido con materiales incombustibles.

4.2.3.4 En tales sitios deben instalarse extintores de tipo y capacidad según las normas de extinción y control de Incendios.

4.2.4 Los locales o cámaras deben estar bien ventilados, por ventilación natural o forzada, que pueda ser derivada o interrumpida automáticamente en caso de incendio, para evitar que los humos alcancen lugares de trabajo

4.2.5 Los transformadores de las estaciones semifijas de transformación pueden ser instalados en galerías que tengan ventilación suficiente, siempre que no ofrezcan peligro para el personal ni comprometan la seguridad de la explotación.

4.2.6 Los transformadores deben ser blindados de tipo especial para minas, en baño de aceite con capacidad menor de 50 litros y con dieléctricos líquido o gaseoso no inflamable ni tóxico, o bien con dieléctrico sólido.

4.2.7 En trabajo y maniobra de transformadores se debe tener cuidado de que los aparatos de alimentación siempre estén cerrados y además tener todos los elementos adecuados para la extinción de incendios.

4.2.8 Deben ponerse señales de peligro en las estaciones eléctricas, las subestaciones, cajas de control de circuitos y/o interruptores, cuartos de máquinas o motores, cuartos de control y cuartos de prueba, en casos de que haya posibilidad de que alguien pueda quedar expuesto a la corriente eléctrica .

4.3. INTERRUPTORES Y FUSIBLES

4.3.1 Los interruptores deben estar debidamente protegidos, en ningún caso se permitirá el empleo de interruptores de placa de tipo abierto, ni aún para el seccionamiento del hilo de contacto en la tracción eléctrica o de sus alimentadores.

4.3.2 La capacidad de rotura de los interruptores debe ser la que resulta del cálculo de la corriente de corto circuito de la instalación que protegen, aumentada en un 20% y sus piezas de contacto y bornes de conexión deben ser dimensionados para que la temperatura en ellos no pueda exceder de 50 grados centígrados.

4.3.3 Los interruptores de gran volumen de aceite o de otro líquido inflamable, sean o no automáticos, cuya maniobra se efectúe manualmente, deben estar separados de sus mecanismos de accionamiento para una protección o resguardo adecuado, con el objeto de proteger al personal de servicio contra los efectos de una posible proyección del líquido o del arco eléctrico, en el momento de la maniobra.

4.3.4 Los interruptores situados en locales de carácter inflamable o explosivo, se deben colocar fuera de la zona de peligro o encerrados en cajas antideflagrante o herméticas, según el caso, las cuales no se deben abrir a menos que la fuente de energía eléctrica esté cerrada.

4.3.5 Los fusibles montados en tableros de distribución deben ser de construcción tal, que ningún elemento a tensión pueda tocarse y deben estar instalados de tal manera que los mismos se desconecten automáticamente de la fuente antes de ser accesibles.

4.3.6 Los fusibles quemados deben ser reemplazados por otros de la misma equivalencia y nunca colocar un fusible en mal estado.

4.3.7 Todos los controles eléctricos deben identificarse claramente, anotando la cantidad de voltaje y los circuitos que controlan.

4.3.8 Los dispositivos de conmutación deben estar concebidos de manera que no puedan cerrarse accidentalmente por efecto de la gravedad de un choque o cualquier otra causa.

4.3.9 Los cuartos o sitios de tableros de control eléctricos deben mantenerse limpios y libres de polvo.

5. APARATOS MÓVILES Y PORTÁTILES

Deben ser alimentados desde las cajas fijas o semifijas de distribución por medio de cables flexibles que engloben en su composición un conductor de puesta a tierra y los conductores pilotos necesarios, la unión o enlace eléctrico entre dos cables flexibles se debe hacer en todos los casos mediante prolongadores antideflagrantes.

5.1 MOTORES ELÉCTRICOS

5.1.1 Los motores eléctricos deben estar protegidos contra cortos circuitos y contra sobrecarga. La protección de motores de corriente continua y alterna debe hacerse con interruptores o contactores automáticos o con fusibles. En los motores trifásicos se debe usar exclusivamente contactores automáticos que corten simultáneamente las tres fases.

5.1.2 Nunca instale motores eléctricos que no tengan el debido blindaje antideflagrante y antiexplosivo dentro de las minas o ambientes que contengan gases o polvos inflamables o explosivos.

5.1.3 En los motores, alternadores y dinamos, antes de manipularlos en el interior de la máquina debe probarse:

5.1.3.1 Que los bornes de salida estén en corto circuito y puestos a tierra.

5.1.3.2 Que esté bloqueada la protección contra incendios.

5.1.3.3 Que estén retirados los fusibles de alimentación del motor.

5.1.3.4 Que la atmósfera no sea inflamable o explosiva.

5.2 ACUMULADORES

5.2.1 Los acumuladores no deben ser sustituidos ni cargados en el interior de la mina, salvo en estaciones de carga dispuestos de tal manera respecto de la ventilación que:

5.2.1.1 El aparato de carga se encuentre en el lado de entrada de la ventilación de los estantes de los acumuladores.

5.2.1.2 El aire circule directamente desde los estantes de los acumuladores hacia un conducto de ventilación, sin ventilar ningún frente.

5.2.1.3 Si la entrada del conducto de ventilación es de tamaño reducido, debe estar ubicado en la proximidad del nivel del techo.

5.2.2 Toda estación de carga de acumuladores debe:

5.2.2.1 Estar construida con materiales incombustibles.

5.2.2.2 Estar provista de aparatos apropiados y en número suficiente para combatir los incendios.

5.2.2.3 Disponer de medios que eviten en lo posible el vertido de agua o del electrolito.

5.2.3 Toda persona que derrame agua en el electrolito sobre un acumulador en una estación de carga debe inmediatamente quitar o hacer que se quite el líquido derramado.

5.2.4 En un radio de 10 metros a partir de una estación de carga de acumuladores sólo deben utilizarse para la iluminación lámparas de seguridad.

5.2.5 No utilice los motores eléctricos como puntos de apoyo para el sostenimiento, o como punto de apoyo para el empuje, ello conlleva al deterioramiento mecánico.

5.2.6 No coloque materiales alrededor de los cofres, los materiales pueden impedir el acceso a los cofres para cortar la corriente en caso de necesidad, particularmente en el caso de un incidente o un accidente.

La imposibilidad o el retardo en el acceso a un cofre puede acarrear poca ayuda a la máquina y causar:

5.2.6.1 Una avería grave.

5.2.6.2 Deterioramiento del material.

5.2.6.3 La pérdida de tiempo para hacer reparaciones y revisiones por tanto :

- Guarde el cofre en lugares cómodos y de rápido acceso.
- Verifique que se puede maniobrar el cofre en caso de urgencia.
- Mantenga libre de materiales y escombros los lugares donde se instalen los cofres, haga los nichos lo suficientemente altos, piense en la necesidad de entrar a reparaciones, piense en la seguridad de poder salir.

5.2.7 No permita que el sostenimiento de una vía subterránea presione o descansa sobre los cofres o los transformadores.

5.2.7.1 Cuando el techo ceda, cámbiese de lugar el material eléctrico.

5.2.7.2 Deje un espacio libre entre el sostenimiento y el material eléctrico

5.2.8 No rocíe el material eléctrico. El material eléctrico antideflamable no debe dejar pasar el agua, ésta puede penetrar en el interior por las juntas, por tanto:

5.2.8.1 Evite rociar el material eléctrico.

5.2.8.2 Protéjalo contra las avenidas de agua, fugas posibles en las uniones de las tuberías y de los rociadores colgados para neutralizar polvos.

5.2.8.3 Disponga correctamente los atomizadores o rociadores, evitando que mojen permanentemente los aparatos eléctricos.

6. TRACCIÓN ELÉCTRICA CON HILO DE CONTACTO

6.1 Las líneas de contacto y sus líneas de alimentación deben estar:

6.1.1 Provistas de disyuntores o intervalos adecuados y en la proximidad del comienzo de todo ramal.

6.1.2 Provistas de protección contra las sobretensiones.

6.1.3 Ubicadas en lugares con buena ventilación directa.

6.2 Las líneas de contacto y sus líneas de alimentación que están situadas a una altura inferior a 2 metros deben ser bien protegidas especialmente en:

6.2.1 Todos aquellos sitios en que las personas tengan que trabajar o pasen normalmente por debajo de los cables.

6.2.2 Las estaciones en que las personas suban y bajen de trenes destinados al transporte de personal.

6.2.3 Los dispositivos temporales de protección en aquellos lugares en que trabajen personas cerca de líneas de contacto o líneas de alimentación.

6.3 En lugares donde se realicen maniobras, en los cruces y en las agujas deben montarse señales luminosas bien visibles que indiquen claramente si la línea de contacto está bajo tensión.

6.4 En todo el recorrido de la línea de contacto, la galería debe estar convenientemente fortificada contra desprendimientos y movimientos del terreno que puedan ocasionar una reducción de más de 10% de la altura reglamentaria del cable de contacto sobre los carriles.

6.5 Donde se utilicen locomotoras Trolley, la altura de la línea de contacto debe ser de 1.8 m para una tensión máxima de 250 voltios y de 2.2 m para una tensión máxima de 650 voltios.

7. SERVICIOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA LABORES GRISUTUOSAS O PULVERULENTAS

En las labores subterráneas clasificadas como grisutuosas o pulverulentas, se deben utilizar instalaciones eléctricas de seguridad a prueba de explosiones contra grisú

7.1 PRECAUCIONES ADICIONALES CONTRA EXPLOSIONES DE GRISÚ O DE POLVO DE CARBÓN

7.1.1 Cuando instale cables en las galerías y locales asegúrese que la fortificación no haga temer la rotura de éstos, por desprendimientos o caída de bloques y que la ventilación pueda mantenerse por debajo del 1% en contenido de grisú.

7.1.2 Se debe cortar la corriente eléctrica cuando el temor de metano alcance las concentraciones especificadas en las normas sobre ventilación y polvos

7.1.3 Los aparatos que se utilicen para conexiones y derivaciones, que sean de clavijas o enchufe o cualquier elemento de conexión análoga, deben tener enclavamiento eléctrico o mecánico que evite el abrir o cerrar el circuito principal fuera de un recinto antideflagrante.

7.1.4 No haga reparaciones ni sustitución de acumuladores en el interior de la mina, mas que en los locales destinados para tal fin.

7.1.5 No instale líneas de tracción eléctrica con hilo de contacto en:

7.1.5.1 Las galerías de ventilación de retorno de minados antiguos que puedan desprender grisú, gases explosivos o inflamables o polvo de carbón.

7.1.5.2 Las zonas de influencia de labores recientes en las que como consecuencia de grietas o fallas, puedan producirse emanaciones de grisú o gases inflamables o explosivos.

7.1.6 Los equipos de seguridad contra el grisú deben ser revisados una vez por semana por el personal capacitado para tal fin.

7.1.7 Desconecte las instalaciones eléctricas cuando se presenten hundimientos u otros accidentes que dañen o puedan dañar las máquinas o cables de alimentación, o que causen defectos en el aislamiento en la seguridad contra el grisú.

7.1.8 No lime, fije, raspe o arañe las superficies de juntas mecanizadas de los cofres antideflagrantes.

En el interior de las minas la tensión máxima de alimentación para las instalaciones fijas de alumbrado no debe ser mayor a 250 voltios.

8. ALUMBRADO EN GENERAL

8.1 Las lámparas de alumbrado fijo deben estar equipadas con bombillas o tubos incandescentes o fluorescentes provistos de una envoltura o un globo protector resistente, de vidrio u otro material transparente.

8.1.1 Si la envoltura no es lo suficientemente resistente se debe proteger con una armadura.

8.1.2 Las lámparas deben ser resistentes al polvo y al agua. En las minas de carbón se les pondrá un sistema de cierre que no pueda abrirse más que con una llave especial.

8.1.3 La dirección de la mina es quien decide qué lugares del interior de ésta deben contar con alumbrado adecuado y suficiente, entre los lugares deben figurar:

8.1.3.1 La boca de todo pozo y toda salida.

8.1.3.2 Las vías de cargue, aparcaderos, empalmes y todo lugar donde se enganchen vehículos o se carguen con los medios mecánicos.

8.1.3.3 Toda sala que albergue máquinas o motores.

8.1.4 El alumbrado debe instalarse de manera que se reduzca en lo posible el deslumbramiento y la fatiga ocular.

8.2 INTENSIDAD LUMINOSA

El director de la mina debe adoptar las medidas necesarias para asegurar que todas las lámparas tengan una intensidad luminosa que evite la fatiga ocular y que se conserven en buenas condiciones ambientales.

8.3 ALUMBRADO EN LOS FRENTE DE ARRANQUE

8.3.1 El alumbrado de los frentes de arranque debe ser con equipo antideflagrante y a prueba de explosiones.

8.3.2 En los frentes de arranque o explotación, las armaduras del alumbrado estacionario deben estar provistas de interruptores que permitan hacer señales para la parada o puesta en marcha de transportadores, bandas u otros equipos.

8.4 LÁMPARAS DE MINERO

8.4.1 Se emplean siempre y cuando sea necesario alumbrar un puesto de trabajo individual o en labores subterráneas sin alumbrado eléctrico fijo.

Todos los elementos del cuerpo protector deben ser, de plástico resistente, de protección contra la apertura indeseada de un cierre magnético, contra grisú. El cabezal debe estar conectado por un cable aislado con un tubo de caucho de los conductores.

8.4.2 El minero nunca debe alejarse de su lámpara individual, aún cuando se esté cerca del alumbrado fijo de la mina.

9. REDES TELEFÓNICAS Y DE SEÑALIZACIÓN

9.1 Las instalaciones telefónicas deben ser alimentadas por tensiones inferiores a 65 voltios.

Las señalizaciones pueden trabajar con tensiones hasta de 250 voltios siempre y cuando empleen conductores bien aislados.

9.2 Los cables que se utilicen para circuitos de señalización no deben llevar más conductores suplementarios que los de telefonía.

9.3 En los pozos es obligatorio emplear cables para los circuitos telefónicos y de señalización. En salas de máquinas de extracción deben instalarse aparatos que indiquen cualquier falla en el circuito de señales utilizado para la extracción.

10. PLANOS Y ESQUEMAS ELÉCTRICOS

10.1 En todas las minas con instalaciones eléctricas subterráneas debe llevarse un plano a escala según especificaciones técnicas de las redes eléctricas, con indicación de las tensiones de servicio, sección de conductores, tipo de los cables y posición de las cajas de empalme y derivación, desconectores, interruptores y fusibles. También deben figurar los lugares y características fundamentales de las sub-estaciones de transformación, transformadores y aparatos de utilización con sus redes telefónicas y de señalización.

Este plano debe permanecer en la oficina de la mina y llevarse siempre al día. El plano debe ser diseñado y proyectado por un ingeniero eléctrico en minas o técnico en minas o eléctrico.

10.2 En las subestaciones de transformación y otros locales donde existan instalaciones eléctricas principales debe conservarse un plano esquemático de todos los circuitos.

10.3 En todos los sitios donde esté instalado material eléctrico deben colocarse, donde sean visibles y leídos con facilidad, avisos que:

10.3.1 Prohiban a las personas no autorizadas tocar o manejar los aparatos.

10.3.2 Instruyan sobre las medidas que deben tomarse en caso de incendio.

10.3.3 Informen sobre los pasos a seguir para comunicarse con la persona encargada de cortar la energía eléctrica en el exterior de la mina.

10.3.4 Suministren instrucciones para el salvamento y la prestación de los primeros auxilios a las víctimas de descarga o quemaduras eléctricas.

11. MEDIDAS DE SEGURIDAD

11.1 No se debe permitir que se produzca el deterioro de las líneas de masa, la línea de tierra es de vital importancia, ella garantiza seguridad contra los riesgos de electrocución.

11.2 Nunca entre sin autorización a los locales eléctricos de acceso reservado.

11.3 Si hay olor, humos o ruidos anormales en un motor eléctrico y alteraciones en los cables de conducción, se debe cortar la corriente y avisar a mantenimiento eléctrico inmediatamente.

11.4 No se debe maltratar los equipos ni materiales eléctricos pues estos no ofrecen ninguna seguridad contra el grisú, por lo tanto se deben evitar los choques.

11.5 Hacer las llamadas necesarias y rápidas cuando se escuche una señal sonora y/u óptica en los aparatos o circuitos eléctricos.

12. NORMAS SOBRE CONDUCTORES ELÉCTRICOS

12.1 GENERALIDADES

Estas normas se ocupan de los conductores tanto portátiles como de arrastre que son utilizados en las Labores Subterráneas para el suministro de energía eléctrica a las diferentes máquinas y equipos propios de esta clase de labores.

12.2 CLASE DE CABLES

Los cables pueden ser portátiles y de arrastre:

12.2.1 Cables portátiles:

Son aquellos que sirven para suministrar energía a equipos eléctricos amovibles o manuales (herramientas eléctricas, lámparas etc.).

12.2.2 Cables de arrastre:

Son flexibles diseñados para ser transportados o movidos durante su uso. Se utilizan bajo tierra para suministrar energía y mover maquinaria tales como Jumbos, Cepillos, trepanadoras, etc.

12.2.2.1 Características de Algunos Cables de Arrastre

Todos los cables actualmente utilizados bajo tierra son fabricados con especificaciones técnicas especiales.

Existen 6 tipos de cables de arrastre flexibles que son usados para maquinaria en minas.

La identificación de los núcleos ayuda en las páginas siguientes, a presentar los principales cables de arrastre en uso de TIPO IMPERIAL (7, 14 y 16 únicamente) y MÉTRICO.

12.2.2.1.1 Tipo 7

El cable Tipo Imperial es de 5 núcleos, tres núcleos son para energía, cada uno tiene una trama de protección y un núcleo piloto sin trama cubierto con caucho vulcanizado. Este es el que la trama de los núcleos de energía está en contacto eléctrico. El revestimiento de los núcleos es envainado completamente en policloropreno. (Ver Fig. 1 (a))
3 Núcleos de Energía = rojo, blanco, azul; 1 núcleo Piloto = negro y 1 núcleo desnudo a tierra = incoloro).

El cable tipo Métrico es de 5 núcleos, tres son para energía, cada uno tiene una trama de protección, y un núcleo piloto sin trama cubiertos con caucho vulcanizado. Estos están situados alrededor del conductor desnudo a tierra en el que la trama de los núcleos de energía está en contacto eléctrico. El revestimiento de los núcleos es envainado completamente en Policloropreno. (3 núcleos desnudo a tierra = incoloro. Ver Fig.1 (b)).

12.2.2.1.2 Tipo 14

El tipo imperial consta de 5 núcleos, tres son para energía, cada uno tiene una trama de protección y un núcleo piloto sin trama, un núcleo a tierra sin trama, todos recubiertos con caucho vulcanizado. Los núcleos envainados completamente en Policloropreno. (3 núcleos de energía = rojo, blanco, azul; Un núcleo Piloto negro; 1 núcleo a tierra = verde . Ver Fig. 2 (a)).

El tipo métrico tiene 5 núcleos, tres son para energía, cada uno tiene una trama de protección. El núcleo piloto sin trama, y un núcleo a tierra sin trama, todos están situados alrededor de un alma de caucho y son envainados completamente en Policloropreno (3 núcleos de energía = pardos; 1 núcleo piloto = azul; 1 núcleo a tierra = verde/ amarillo. (Ver Fig. 2 (b)).

12.2.2.1.3 Tipo 16

El tipo Imperial consta de 6 núcleos, tres son para energía, cada uno tiene una trama de protección, un núcleo piloto sin trama y dos núcleos a tierra sin trama. Los núcleos están situados en el centro y alrededor están colocados en los entreplanos. Los núcleos son envainados completamente con Policloropreno (3 núcleos de energía = rojo, blanco, azul; núcleo piloto = negro; 2 núcleos a tierra = verde. Ver Fig. 3 (a)).

El Tipo Métrico es de 6 núcleos, tres son para energía, cada uno tiene una trama de protección, un núcleo piloto sin trama y dos núcleos a tierra sin trama. Los núcleos están situados en el centro alrededor del caucho, el núcleo piloto y los núcleos a tierra están colocados en los entreplanos. Los núcleos están envainados completamente con policloropreno. (3 núcleos a tierra = verde/amarillo. Ver Fig. 3 (b)).

12.2.2.1.4 Tipos 8 y 10

Los Tipos 8 y 10 se diseñaron teniendo en cuenta las mismas características eléctricas de los Tipos 7, 14 y 16. Sin embargo, en los Tipos 8 y 10 las tramas metálicas son reemplazadas por conductos de caucho. Estos tienen la ventaja de incrementar la flexibilidad y proporcionan una mejor resistencia a posibles daños por aplastamiento.

12.2.2.1.5 Tipo 9

Está diseñado para suministrar un ensamble exactamente equilibrado. El conductor piloto es seguro, está libre de voltajes que interfieren con fuerza en el circuito piloto. La trama combinada de los tres núcleos de energía están conectados en paralelo con la clavija formando un conductor a tierra.

12.2.2.1.6 Tipo 8

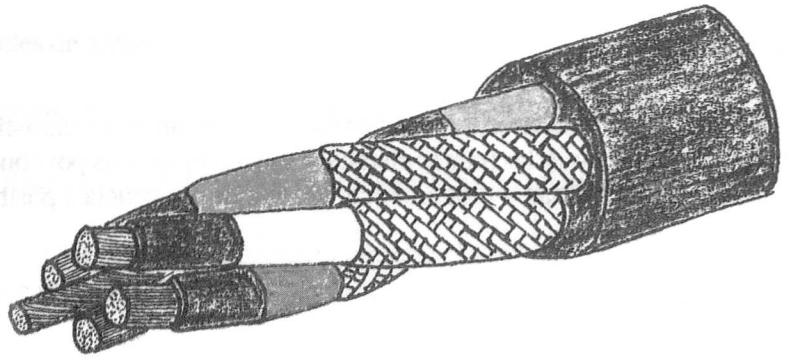
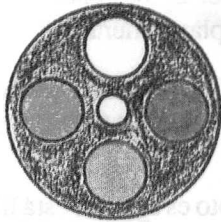
Es de Tipo Métrico y consta de 5 núcleos, tres son para energía, uno piloto y uno a tierra. Los tres núcleos de energía y el núcleo piloto están alrededor de un conducto separador de caucho acanalado que contiene el conductor a tierra desnudo. Todo está cubierto con una capa de caucho tramado. Los núcleos están envainados completamente en Policloropreno (3 núcleos de energía = pardos; 1 núcleo piloto = azul; 1 núcleo desnudo a tierra = incoloro. (Ver Fig. 4).

12.2.2.1.7 Tipo 9 (Métrico)

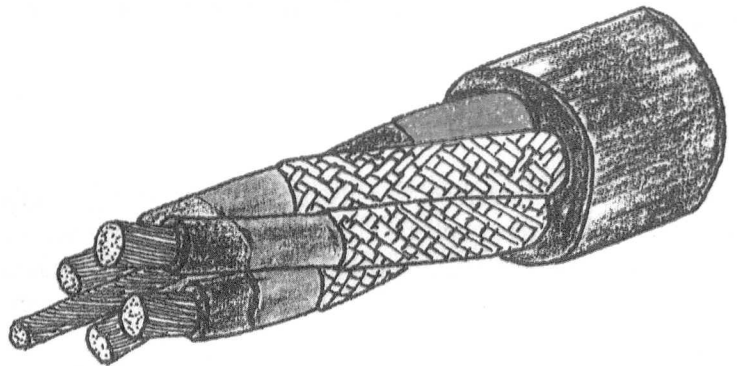
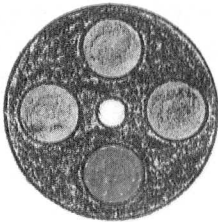
Este cable es de 4 núcleos, tres aislados son para energía individualmente, colocados alrededor de un canaleta separador de caucho que contiene el conductor piloto desnudo. Los núcleos están envainados completamente con policloropreno reforzado con una textura entretejida. Las tramas unidas forman un conductor a tierra (3 núcleos de energía = pardos; 1 núcleo desnudo = incoloro; las tramas forman conductor a tierra. (Ver Fig. 5).

12.2.2.1.8 Tipo 10 (Métrico)

Este cable consta de 5 núcleos, tres son para energía y un núcleo piloto, cada uno protegido individualmente con un conducto de caucho. Están colocados alrededor del conducto separador de caucho acanalado que contiene el conductor a tierra desnudo. Todos los núcleos están completamente envainados con policloropreno. (3 núcleos para energía = pardos; 1 núcleo piloto = azul; 1 núcleo desnudo a tierra = incoloro. (Ver Fig. 6).

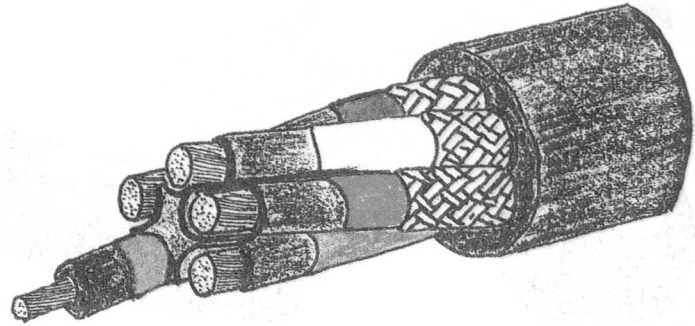
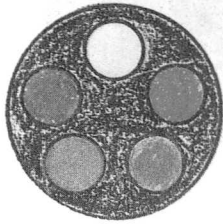


(a) TIPO 7 (IMPERIAL).

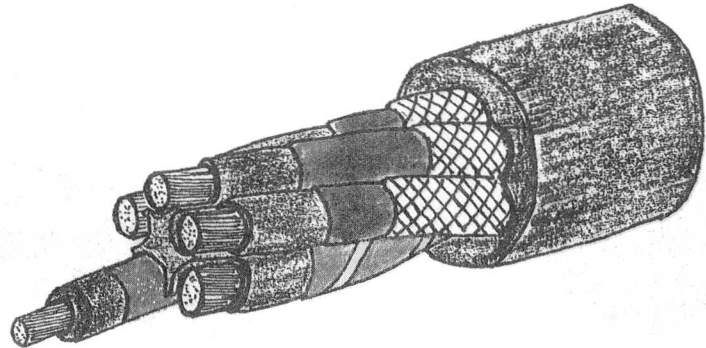
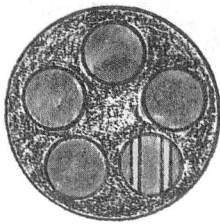


(b) TIPO 7 (METRICO).

Figura 1.

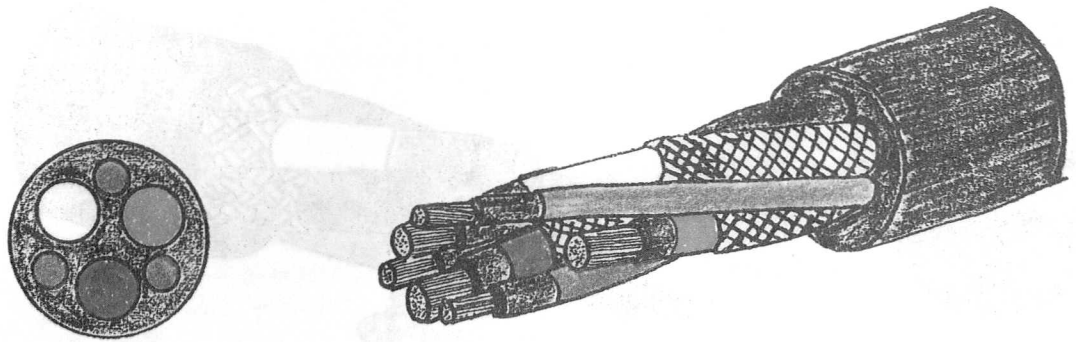


(a) TIPO 14 (IMPERIAL).

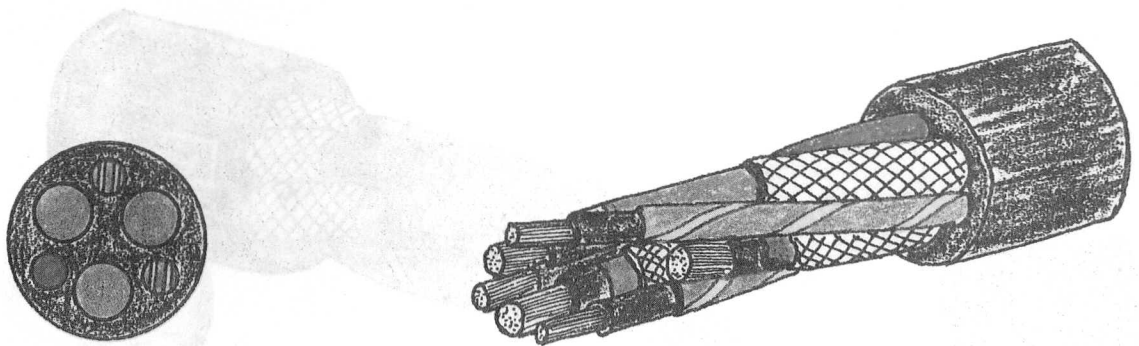


(b) TIPO 14 (METRICO).

Figura 2.



(a) TIPO 16 (IMPERIAL).



(b) TIPO 16 (METRICO).

Figura 3.

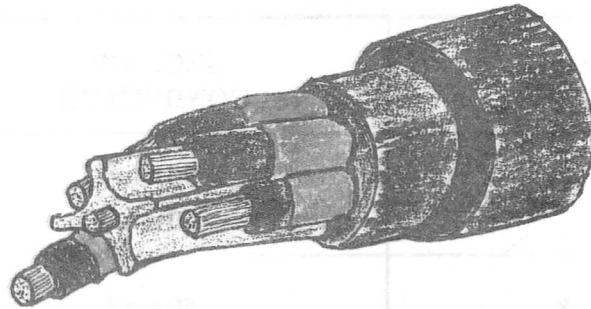
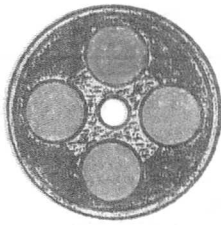


Figura 4. TIPO 8 (METRICO).

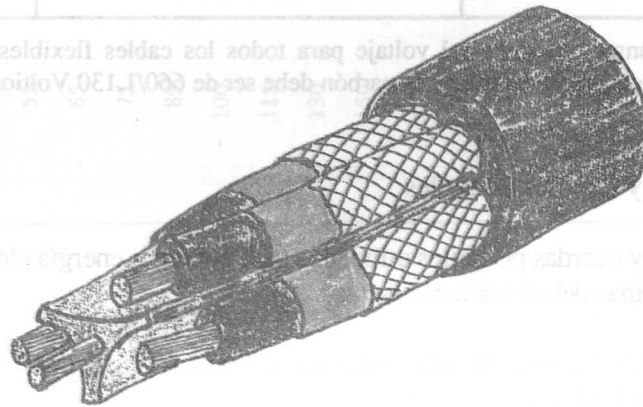
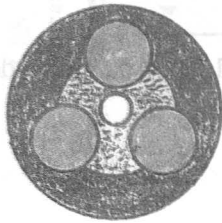


Figura 5. TIPO 9 (METRICO).

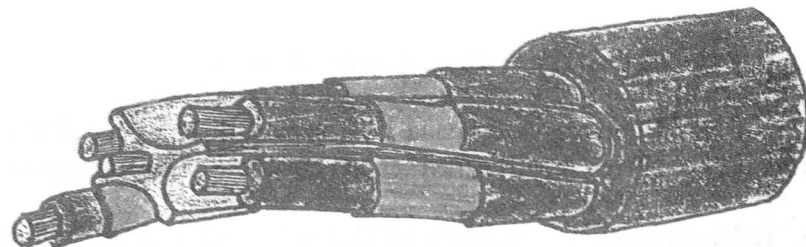
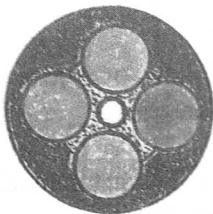


Figura 6. TIPO 10 (METRICO).

COMPARACIÓN DE PESOS DE LOS CABLES

TIPO	SECCIÓN CONDUCTOR	PESO DE 1.000 METROS DE CABLE
7	50 mm ²	4.500 kg.
	70 mm ²	6.000 kg.
8	50 mm ²	5.500 Kg.
	70 mm ²	7.200 Kg.
10	50 mm ²	5.600 Kg.
	70 mm ²	7.500 Kg.

NOTA: El rango conocido del voltaje para todos los cables flexibles de arrastre para ser utilizados con máquinas especialmente en minas de carbón debe ser de 660/1.130 Voltios.

12.2.3 Cables y Cuerdas Portátiles

Los cables y cuerdas portátiles utilizados para conducir energía eléctrica para el funcionamiento de los equipos dentro de las minas deben conformarse así:

12.2.3.1 Tener cada conductor una capacidad de transmisión de corriente de acuerdo al número de equipos que se deba alimentar. (Ver Tablas 2 y 3).

12.2.3.2 Las dimensiones de los conductores deben ser tal que, dentro de las condiciones de servicio en que van a ser utilizados, su resistencia mecánica sea suficiente, que no permita alcanzar temperaturas peligrosas para los conductores por sí solos o por objetos que se hallen cerca. Si la temperatura ambiente sobrepasa los 30 °C la carga debe ser reducida en proporción. (Ver Tabla 4).

12.2.3.3. Todos los conductores de alta tensión instalados en minas deben ser de dimensiones apropiadas y estar protegidos contra daños mecánicos y convenientemente aislados. (Ver Tablas 5, 6, 7 y 8).

12.2.3.4. Tener propiedades de resistencia contra el fuego.

12.2.3.5. Que los conductores de corriente no sean más pequeños que el N° 14 (AWG). Conductores de cuerda con tamaños del N° 1 al N° 10 (AWG) deben ser con envoltura. Los diámetros se dan en la Tabla 8.

12.2.3.6. Todos los conductores deben tener protección contra cortos circuitos en sus terminales sin toma a tierra. El fusible o taco disparador debe ser incluido en las especificaciones de ensamble. (Ver Tabla 9).

12.2.3.7. Generalmente la longitud de un cable portátil no debe sobrepasar de 150 metros, tal longitud se permitirá bajo las condiciones establecidas en la Tabla 10.

TABLA N° 2
CABLES DE ENERGÍA
CAPACIDAD DE PORTÁTILES - 600 VOLTIOS

(Amperios por conductor basado en 60 °C. Temperatura del Cobre - 40 °C ambiente)

CALIBRE DEL CONDUCTOR AWG	UN SOLO CONDUCTOR (AMPERIOS)	DOS CONDUCTORES REDONDO O PLANO (Amp)	3 CONDUCTORES REDONDO O PLANO	4 CONDUCTORES (Amp)	5 CONDUCTORES (Amp)	6 CONDUCTORES (Amp)
8	45	40	35	30	25	20
6	60	50	50	40	35	30
4	85	70	65	55	45	35
3	95	80	75	65	55	45
2	110	95	90	75	65	55
1	130	110	100	85	75	65
1/0	150	130	120	100	90	80
2/0	175	150	135	115	105	95
3/0	205	175	155	130	120	110
4/0	235	200	180	150	140	130
250	275	220	200	160	--	--
300	305	240	220	175	--	--
350	345	260	235	190	--	--
400	375	280	250	200	--	--
450	400	300	270	215	--	--
500	425	320	290	300	--	--

TABLA N° 3

CAPACIDAD DE CORDONES PORTATILES - 600 VOLTIOS

(Amperios por Conductor Basado en 60 °C.
Temperatura del Cobre 40 °C Ambiente).

CALIBRE DEL CONDUCTOR AWG	1 - 3 CONDUCTORES	4 - 6 CONDUCTORES	7 - 9 CONDUCTORES
14	15	12	8
12	20	16	11
10	25	20	14

TABLA N° 4

CAPACIDAD DE LOS CABLES DE ENERGIA PORTATILES-601 A 5.000 VOLTIOS

(Amperios por Conductor Basado en 70 °C.
Temperatura del Cobre 40 °C, Ambiente)

CALIBRE DEL CONDUCTOR AWG	TRES CONDUCTORES TIPO G-GC y SHC-GC 200 VOLTIOS	TRES CONDUCTORES TIPO SHD - GC 2.001 - 5.000 VOLTIOS
6	65	65
4	85	85
3	100	100
1	115	115
1/0	130	130
2/0	145	145
3/0	170	170
4/0	195	195
250	220	220
300	245	245
350	275	275
	305	305

TABLA N° 5
DIÁMETRO NOMINAL DE CABLES REDONDOS CON TOLERANCIA
EN PULGADAS - 600 VOLTIOS

CALIBRE DEL CONDUCTOR	UN SOLO CONDUCTOR	DOS CONDUCTORES			TRES CONDUCTORES			4 CONDUCTORES	5 CONDUCTORES	6 CONDUCTORES	TOLERANCIA
		TIPO W y G SESGADO	TIPO P G 2 ENERGIA TIERRA	TIPO P C G 2 ENERGIA CONTROL TIERRA	TIPO W&G	TIPO P G 3 ENERGIA TIERRA	TIPO P G C 3 ENERGIA 2 CONTROL TIERRA				
8	0,44	0,81	0,84	0,94	0,91	0,93	1,03	0,99	1,07	1,18	±0,03
6	0,51	0,93	0,93	0,98	1,01	1,03	1,18	1,10	1,21	1,31	±0,03
4	0,57	1,08	1,08	1,10	1,17	1,20	1,29	1,27	1,40	1,52	±0,03
3	0,63	1,17	1,17	1,20	1,24	1,27	1,31	1,34	1,48	1,61	±0,03
2	0,66	1,27	1,27	1,29	1,34	1,34	1,39	1,48	1,61	1,75	±0,03
1	0,74	1,44	1,44	1,44	1,51	1,52	1,52	1,68	1,88	2,05	±0,03
1/0	0,77	1,52	1,52	1,52	1,65	1,68	1,68	1,79	1,96	2,13	±0,04
2/0	0,82	1,65	1,65	1,65	1,75	1,79	1,79	1,93	2,13	2,32	±0,04
3/0	0,87	1,77	1,77	1,77	1,89	1,93	1,93	2,07	2,26	2,49	±0,05
4/0	0,93	1,92	1,92	1,92	2,04	2,13	2,13	2,26	2,46	2,71	±0,05
250	1,03	2,16	2,16	2,16	2,39	2,39	2,39	2,66	--	--	±0,06
300	1,09	--	--	--	2,56	--	--	2,84	--	--	±0,06
350	1,15	--	--	--	2,68	--	--	2,98	--	--	±0,06
400	1,20	--	--	--	2,82	--	--	3,14	--	--	±0,06
450	1,26	--	--	--	2,94	--	--	3,26	--	--	±0,06
500	1,31	--	--	--	3,03	--	--	3,40	--	--	±0,06

TABLA N° 6
DIMENSIONES NOMINALES DE CABLES PLANOS CON TOLERANCIA EN PULGADAS - 600 VOLTIOS

CALIBRE DEL CONDUCTOR AWG	DOS CONDUCTORES						TRES CONDUCTORES					
	TIPO W			TIPO G			TIPO W			TIPO G		
	MAYOR		MENOR	MAYOR		MENOR	MAYOR		MENOR	MAYOR		MENOR
	O. D.	TOLERANCIA	O. D.	TOLERANCIA	O. D.	TOLERANCIA	O. D.	TOLERANCIA	O. D.	TOLERANCIA	O. D.	TOLERANCIA
8	±0,04	±0,03	0,51	±0,04	±0,03	--	±0,04	±0,03	--	±0,06	--	±0,05
6	±0,04	±0,03	0,56	±0,04	±0,03	1,02	±0,04	±0,03	0,56	±0,06	1,65	±0,05
4	±0,04	±0,03	0,61	±0,04	±0,03	1,15	±0,04	±0,03	0,61	±0,06	1,85	±0,05
3	±0,04	±0,03	0,68	±0,04	±0,03	1,26	±0,04	±0,03	0,68	±0,06	1,99	±0,05
2	±0,04	±0,03	0,73	±0,04	±0,03	1,35	±0,04	±0,03	0,73	±0,06	2,10	±0,05
1	±0,04	±0,03	0,81	±0,04	±0,03	1,55	±0,04	±0,03	0,81	±0,06	2,43	±0,05
1/0	±0,04	±0,03	0,93	±0,04	±0,03	1,67	±0,04	±0,03	0,93	--	--	--
2/0	±0,04	±0,03	0,99	±0,04	±0,03	1,85	±0,04	±0,03	0,99	--	--	--
3/0	±0,04	±0,03	1,03	±0,04	±0,03	2,00	±0,04	±0,03	1,03	--	--	--
4/0	±0,04	±0,03	1,10	±0,04	±0,03	2,10	±0,04	±0,03	1,10	--	--	--

**TABLA N° 7. DIAMETRO NOMINAL DE LA ENVOLTURA GRUESA DE CORDONES
CON TOLERANCIA EN PULGADAS - 600 VOLTIOS**

CALIBRE DEL CONDUCTOR AWG	DOS CONDUCTORES		TRES CONDUCTORES		CUATRO CONDUCTORES		CINCO CONDUCTORES		SEIS CONDUCTORES		SIETE CONDUCTORES	
	DIAMETRO TOLERANCIA		DIAMETRO TOLERANCIA		DIAMETRO TOLERANCIA		DIAMETRO TOLERANCIA		DIAMETRO TOLERANCIA		DIAMETRO TOLERANCIA	
14	0,64 ±0,02		0,67 ±0,02		0,71 ±0,02		0,78 ±0,03		0,83 ±0,03		0,89 ±0,03	
12	0,68 ±0,02		0,72 ±0,03		0,76 ±0,03		0,83 ±0,03		0,89 ±0,03		0,98 ±0,03	
10	0,73 ±0,03		0,80 ±0,03		0,84 ±0,03		0,90 ±0,03		1,00 ±0,03		1,07 ±0,03	

TABLA N° 8. DIAMETRO NOMINAL DE CONDUCTORES TRIFILIARES DE CABLES DE ENERGIA PORTATILES CON TOLERANCIA EN PULGADAS - 601 A 5.000 VOLTIOS

CALIBRE DEL CONDUCTOR AWG	TIPO G - GC (NO BLINDADO) 2.000 VOLTIOS		TIPO SHC - GC (BLINDADO COMPLETO) 2.000 VOLTIOS		TIPO SHD-GC (CONDUCTORES DE ENERGIA BLINDADOS INDIVIDUALMENTE) 2.000-3.000 VOLTIOS		TIPO SHD-GC (CONDUCTORES DE ENERGIA BLINDADOS INDIVIDUALMENTE) 3.001-5.000 VOLTIOS	
	DIAMETRO TOLERANCIA		DIAMETRO TOLERANCIA		DIAMETRO TOLERANCIA		DIAMETRO TOLERANCIA	
4	1,25	+0,10 -0,06	1,39	+0,11 -0,07	1,61	+0,13 -0,08	1,78	+0,14 -0,09
3	1,40	+0,11 -0,07	1,55	+0,12 -0,08	1,77	+0,14 -0,09	1,90	+0,15 -0,10
2	1,48	+0,12 -0,07	1,62	+0,13 -0,08	1,84	+0,15 -0,09	1,98	+0,16 -0,10
1	1,55	+0,12 -0,08	1,71	+0,14 -0,09	1,92	+0,15 -0,10	2,09	+0,17 -0,11
1	1,74	+0,14 -0,09	1,89	+0,15 -0,09	2,04	+0,16 -0,10	2,18	+0,17 -0,11
2/0	1,84	+0,15 -0,09	2,02	+0,16 -0,10	2,18	+0,17 -0,11	2,34	+0,19 -0,12
3/0	1,99	+0,16 -0,10	2,16	+0,17 -0,11	2,29	+0,18 -0,12	2,46	+0,20 -0,12
4/0	2,12	+0,17 -0,11	2,30	+0,18 -0,11	2,45	+0,20 -0,12	2,62	+0,21 -0,13
2/0	2,30	+0,18 -0,12	2,48	+0,20 -0,12	2,62	+0,21 -0,13	2,76	+0,22 -0,14
350	2,46	+0,20 -0,12	2,70	+0,22 -0,13	-	-	-	-
300	2,63	+0,21 -0,13	2,84	+0,23 -0,14	-	-	-	-
650	2,75	+0,22 -0,14	2,97	+0,24 -0,15	-	-	-	-

TABLA N° 9. CLASE DE FUSIBLES O ARMADURAS INSTANTANEAS DE DISYUNTORES DE CIRCUITOS PARA PROTECCION DE CABLES Y CARBONES PORTATILES

CALIBRE DEL CONDUCTOR AWG	OHMS/1.000 PIES A 25 °C	RANGO MAXIMO PERMISIBLE DE LOS FUSIBLES (AMPERIOS)	CIRCUITO INSTANTANEO MAXIMO PERMISIBLE EN LA ARMADURA DEL DISYUNTOR (AMPERIOS)
14	2,62	20	50
12	1,65	30	75
10	1,04	40	150
8	0,654	100	200
6	0,410	100	300
4	0,259	200	500
3	0,205	250	600
2	0,162	300	800
1	0,129	375	1,000
1/0	0,102	500	1,250
2/0	0,081	--	1,500
3/0	0,064	--	2,000
4/0	0,051	--	2,500
250	0,043	--	2,500
300	0,036	--	2,500
350	0,031	--	2,500
400	0,027	--	2,500
450	0,024	--	2,500
500	0,022	--	2,500

TABLA N° 10. ESPECIFICACIONES DE CABLES PORTATILES DESDE 500 PIES DE LARGO

CALIBRE DEL CONDUCTOR AWG	LONGITUD MAXIMA PERMISIBLE (PIES)	AMPACIDAD NORMAL A 60 °C TEMPERATURA DEL COBRE (40 °CAMBIANTE)	RESISTENCIA A 60 °C TEMPERATURA DEL COBRE (OHMIOS)
6		50	0,512
4	550	70	0,353
3	600	80	0,302
2	650	95	0,258
1	700	110	0,220
1/0	750	130	0,185
2/0	800	150	0,157
3/0	850	175	0,130
4/0	900	200	0,116
250	1.000	220	0,098
300	1.000	240	0,082
350	1.000	260	0,070
400	1.000	280	0,061
450	1.000	300	0,054
500	1.000	320	0,050

12.2.3.8. Tener conductores N° 4 (AWG) mínimo, para acarreo de unidades móviles de corriente directa.

12.2.3.9. No tener más de 5 empalmes provisionales en una longitud única de cable portátil.

12.2.4. Cuidado y Manipuleo de los Cables de Arrastre

Cuando se utilice cables de arrastre téngase en cuenta:

12.2.4.1. Que la longitud y el tamaño del núcleo de los cables de arrastre sea el apropiado a las exigencias del trabajo.

12.2.4.2. Examinar frecuentemente el cable de arrastre de posibles daños o defectos antes de utilizarlo.

12.2.4.3. Ver si el cable de arrastre está averiado o defectuoso, utilice el cable suministrado para repuesto. El cable de repuesto debe ser examinado y probado por un supervisor eléctrico antes de ponerlo en uso.

12.2.4.4. Enviar los cables dañados a superficie inmediatamente para su reparación.

12.2.4.5. Asegúrese que los interruptores del frente de máquinas y las cajas porta-terminales estén aislados o en la posición OFF antes de acoplar o desacoplar los cables de arrastre a/o desde la máquina.

12.2.4.6. Acoplar los cables de arrastre a la máquina antes del acoplamiento a la caja porta-terminales.

12.2.4.7. Desacoplar el cable en la caja porta-terminales antes de desacoplar en el frente de máquinas.

12.2.4.8. Asegurarse de que la energía en los cables de arrastre esté suspendida o cortada en la caja porta-terminales por si es notado algún daño en alguna parte del cable. Inmediatamente reporte los daños a un electricista.

12.2.4.9. Asegúrese que los tableros, los frentes y cavidades de las portaclavijas de los cables de arrastre estén limpios y secos antes de ser usados. Siempre lleve los enchufes en la mano, en lugar de permitir que sean arrastrados o tirados por el piso.

12.2.4.10. Cuando manipule cables de arrastre que no empleen sistemas de guideras a lo largo de los frentes, y cuando éstos son pequeños es probable que sufran daños por las caídas producidas en el trabajo, o por otras causas internas.

12.2.4.11. Asegúrese que los dispositivos del cable de arrastre son los apropiados, y el enganche del cable esté con él correctamente.

12.2.4.12. Asegúrese de que el cable permanezca flojo en cantidad adecuada para permitir el movimiento de la máquina en el frente.

12.2.4.13. Asegúrese de que no haya tensión en los enchufes de los cables de arrastre en el frente de máquinas y en la caja porta-terminales.

12.2.4.14. Suspender o colgar los cables de arrastre en anillos fijados al borde de las vías hasta la caja porta-terminales. Esto impide que el personal camine sobre los cables o tropiece, y facilita de su parte a ser deslizados sobre ellos.

12.2.4.15. Enrollar el cable de arrastre en figura de 8. El enrollado simple causa enroscaduras y posibles fracturas de un conductor cuando el cable es atirantado.

12.2.4.16. Cuando el portador de cables es utilizado para guardar los cables, asegúrese que el cable quede enrollado en figura en forma de 8.

12.2.4.17. Si usted emplea dobleces en el cable de arrastre, asegúrese que el cable no pueda enredarse con ningún objeto.

12.2.4.18. Cuando utilice cables de Arrastre no debe:

12.2.4.18.1. Tirar o halar los cables sobre objetos afilados (Ej. transportadores blindados), que probablemente lo puedan rasgar.

12.2.4.18.2. Correr el cable de arrastre a lo largo del frente, donde podría atascarse parte de la maquinaria y dañarse los soportes.

12.2.4.18.3. Doblar o curvar pronunciadamente los cables de arrastre.

12.2.4.18.4. No debe interferir con la seguridad instaurada. La seguridad establecida no debe ser modificada o reformada por personal no autorizado y nadie puede reducir su eficiencia.

12.2.5. Carretes para Cables de Arrastre

12.2.5.1. Un motor automotriz que recibe energía eléctrica a través de un cable portátil y está diseñado para conducir a velocidades que pasen de 4 km/hora, deberá tener un carrete o tambor mecánico, hidráulico o eléctrico sobre el cual enrollar el cable eléctrico.

12.2.5.2. El rodamiento del carrete o tambor del cable no constituirá parte integral de un circuito para transmitir energía.

12.2.5.3. Los carretes o tambores para carros y trenes de viaje corto, mantendrán una tensión positiva en un cable de arrastre durante la ida y el retorno de la máquina.

12.2.5.4. Los carretes o tambores y artefactos de carretes deben estar aislados con material a prueba de fuego.

12.2.5.5. La máxima velocidad de recorrido de una máquina que recibe energía a través de un cable de arrastre no debe exceder de 10 km/hora.

12.2.5.6. Los diámetros de los tambores y carretes, lo mismo que de las poleas acanaladas deben ser lo suficientemente amplios para prevenir doblamientos excesivos al tensionarse el cable.

12.2.6. Conductores entre los Componentes de una Máquina.

12.2.6.1. Los cables entre los componentes de una máquina tendrán:

12.2.6.1.1. Capacidad de energía adecuada según su carga.

12.2.6.1.2. Protección contra corto circuito.

12.2.6.1.3. Aislamiento compatible con el voltaje.

12.2.6.1.4. Propiedades de resistencia al fuego; encerrada dentro de un conducto de manguera u otro material resistente al fuego.

12.2.6.2. Los cables entre las piezas de la máquina tendrán:

12.2.6.2.1. Abrazaderas fijas que previenen movimientos indebidos.

12.2.6.2.2. Protegidos contra peligros mecánicos por posición, conductos de manguera contra el fuego, tubos de metal, o canales.

12.2.6.2.3. Aislado de acueductos.

12.2.6.2.4. Protegido contra la abrasión a causa de la remoción de material filoso que se pueda presentar.

12.3. POSTURA Y CONEXIÓN DE CONDUCTORES

12.3.1. Los conductores deben ser colocados de manera tal que estén contra las degradaciones mecánicas y en particular contra daños que pueden resultar del descarrilamiento de vehículos.

Los conductores no deben ser colocados dentro de ductos cerrados e inaccesibles por cualquier lado. Deben ubicarse en sitios de fácil acceso para su control y mantenimiento.

12.3.2. Los intervalos de cada uno de los soportes de los cables, reglamentariamente no deben sobrepasar los 3 metros. En pozos y galerías donde la pendiente sobrepase los 45° el intervalo se determinará teniendo en cuenta la sección del cable, y no debe ser mayor de 6 metros.

12.3.3. En general, los conductores no deben ser demasiado tensionados, éstos deben seguir los accidentes del terreno.

12.3.4. Los conductores aislados deben ser fijados en sitios donde no sean deteriorados, particularmente el revestimiento de plomo de los cables, éste revestimiento no debe ser atropellado.

12.3.5. Para la unión, derivación y entrada de los conductores y los cables se deben utilizar manguitos, cajas de unión o porta-terminales u otros sistemas análogos tal que:

12.3.5.1. Un buen enlace de los conductores eléctricos sea seguro y que haya un espacio libre en todo momento entre uno y otro conductor y las partes fijas de conductores vecinos.

12.3.5.2. No debe ejercerse tracción alguna sobre las conexiones.

12.3.5.3. Debe evitarse en lo posible que la humedad penetre dentro de los aislamientos.

12.3.5.4. Los revestimientos de protección de los conductores deben penetrar dentro de la cubierta de protección del aparato.

12.3.6. Los conductores deben ser conectados a las máquinas, transformadores, y demás equipos por uniones con tornillos. Los hilos o alambres múltiples de cada conductor deben ser soldados conjuntamente en los extremos o utilizar vainas de junta u otros dispositivos equivalentes.

La sección transversal del conductor no debe ser reducida de manera anormal en las conexiones o juntas. Además el material aislante en cada extremo del cable debe ser eficazmente sellado a fin de evitar una disminución de sus propiedades aislantes y garantizar una hermeticidad contra gases, polvo de carbón, etc.

12.3.7. Cuando puede haber un riesgo de inflamación de gas, polvo de carbón u otros materiales inflamables, se debe prever tanto como sea posible, que cualquier defecto o fugas de corriente en los conductores bajo tensión no provoquen chispas.

12.3.8. Los revestimientos metálicos de protección, especialmente armaduras y de los cables conductores, deben ser conectados a tierra o neutro.

12.3.9. Los cables antes de ser colocados deben someterse a ensayo, llevando un control por escrito el cual debe estar a disposición del ingeniero de la mina a cargo del estudio.

12.3.10. Los conductores de alta tensión puestos dentro de planos inclinados, donde se efectúa tracción por cable, y el transporte por bandas transportadoras, deben estar convenientemente aislados y completamente protegidos contra la deteriorización mecánica.

12.3.11. Las clavijas de seguridad de los cables de alta tensión deben ser :

12.3.11.1. Completamente sólidas y presentar una conductancia eléctrica apropiada.

12.3.11.2. Estar completamente aisladas y selladas de manera que impidan la penetración de humedad.

12.3.12. Todos los conductores de alta tensión utilizados en las labores subterráneas deben ser:

12.3.12.1. Colocados únicamente en vías aireadas y donde sean fácilmente inspeccionados en forma regular.

12.3.12.2. Recubiertos o enterrados de tal manera que la protección sea suficiente contra el deterioramiento que pueda causar el paso de vehículos, caída de rocas, o efectos de voladuras.

12.3.12.3. Protegidos en donde trabaje o circule el personal, colocándolos a 2 metros de altura del suelo o del riel.

12.3.12.4. Sólidamente fijados, completamente aislados y sus extremos bien protegidos.

12.3.13. Todos los conductores y cables de alta tensión deben estar completamente aislados en los puntos de entrada y de salida de los compartimientos para material eléctrico, en puntos de traviesas, en puertas y barreras de ventilación y en general donde haya cruce de otros conductores y cables con alta tensión.

12.3.14. Cada calibre o diámetro de un conductor tiene una capacidad de carga de corriente que es segura y si se le hace pasar corriente a ese conductor por encima de dicha capacidad, se calentará en exceso. La protección para este tipo de sobrecargas son los fusibles y otras protecciones automáticas que cortan la corriente; pero en todo caso, estas protecciones deberán ser de tal tamaño y capacidad que se rompan o salten al llegar a un punto ligeramente inferior a la capacidad de carga del conductor.