CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE LA SABANA DE BOGOTA Y DE LOS VALLES DE UBATE Y CHIQUINQUIRA

DEPARTAMENTO DE ENERGIA ELECTRICA

I-CERCO.-

I-CONGRESO DE ELECTRIFICACION RURAL COLOMBIANO

TECNOLOGIA DE LA ELECTRIFICACION RURAL

PABLO EMILIO MORENO ANGEL
Subdirector de Operaciones

NESTOR OCHOA HERNANDEZ
Ingeniero Electricista

BOGOTA, D.E., CARRERA 10a. No. 16-82 - 6o. PISO - CONMUTADOR 34-20-80

C . A . R .

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE LA SABANA DE BOGOTA Y DE LOS VALLES DE UBATE Y CHIQUINQUIRA.

DEPARTAMENTODE ENERGIA ELECTRICA

I- C E R C O

I- CONGRESO DE ELECTRIFICACION RURAL COLOMBIANO

TECNOLOGIA DE LA ELECTRIFICACION RURAL

PABLO EMILIO MORENO ANGEL
Sub-Director de Operaciones

NESTOR OCHOA HERNANDEZ
Ingeniero Electricista

Bogotá, D.E., Julio de 1970.-

C A R
BIBLIOTECA

I.

PROPOSITO.-

En la programación de proyectos con miras a mejorar el sistema económico de un país en vía de desarrollo se tiene que afrontar un difícil problema cuando se trata de aplicar la tecnología adecuada para lograr una perfecta planificación del proyecto.

Específicamente este problema está planteado en Colombia en sus proyectos de Electrificación Rural empezando con un buen auge en algunas regiones, constituyendo uno de los principales objetivos de desarrollo en el país.

Este estudio, preparado como ponencia al 1er. Congreso de Electrificación Rural Colombiano I. CERCO, tiene como propósito cooperar en la solución del problema analizado anteriormente presentando en una forma sencilla algunos conocimientos e ideas sobre especificaciones técnicas de construcción y aplicaciones prácticas de la energía eléctrica en los medios rurales.

El contenido de este tema tiene como base las experiencias adquiridas por el Departamento Eléctrico de C.A.R. al desarrollar su plan piloto de Electrificación Rural a lo largo de la Sabana de Bogotá y en los Valles de Ubaté y Chiquinquirá.-

GENERALIDADES

Tratemos de resumir el problema que afronta nuestro país al planificar la Electrificación Rural, con miras a mejorar el nivel de vida socioeconómico del ciudadano campesino y la industrialización del medio rural.

Hace relativamente pocos años, la electrificación a gran escala estaba en la infancia en Colombia; hoy el proyecto de electrificación es el más importante de todos los tiempos. Los Programas de Centrales Generadoras, Sistemas de Trasmisión y Distribución, Interconexión, Electrificación Rural, son los más grandes estudiados en conjunto, que permitirá a todas las regiones del país gozar del uso de la energía eléctrica, abriendo una inmensa posibilidad de progreso, e industrialización de las mismas.

Las instituciones encargadas de los proyectos de Electrificación Rural tienen que hacer frente a un difícil problema cuando tratan de seleccionar las técnicas que habrán de adoptar para el desarrollo de estos programas, pues no hay en el país un reglamento normalizado técnicamente para aplicarlo a esta clase de proyectos.

Se puede pensar como solución inmediata poner en práctica la tecnología moderna ideada en los países totalmente desarrollados y que han logrado muy buenos resultados en esta clase de electrificación pero de inmediato encontramos que sus especificaciones técnicas de proyectos, montajes, construcciones e instalaciones no se adaptan bien a las disponibilidades de nuestro país en vía de desarrollo, en donde abunda la mano de obra no calificada; escasea el capital, y apenas empieza a dar sus primeros pasos la industria electromecánica.

Indicamos entonces la necesidad de crear para estos proyectos de electrificación, una reglamentación técnica que se adopte a nuestras propias condiciones de desarrollo e industrialización.

INDICE

PROPOSITO I

GENERALIDADES II

CAPITULO Páginas

1. FUNCIONAMIENTO TECNICO DEL DEPARTAMENTO DE ENERGIA C.A.R.

1.1. Introducción 1
1.2. Programación de Proyectos Rurales 2

2. ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LINEAS Y REDES RURALES.

Líneas de Alta Tensión

2.1. Trazado y localización
2.2. Desmonte y despeje de zonas 6
a) Condiciones Generales
b) Propiedades vecinas
2.3. Postería 8
a) Transporte
b) Hoyada e hincada
c) Postes de transformadores
2.4. Herrajes 10
a) Soporte de gancho curvo
b) Montaje de herrajes
2.5. Aisladores 12
a) Aisladores tipo Pin
b) Aisladores de Suspensión
c) Aisladores tipo Tensor
d) Manejo de aisladores
2.6. Conductores 14
a) Intensidad admisible
b) Tendido de conductores
c) Templado de conductores
d) Fijación de los conductores a los aisladores
e) Uso de amortiguadores
f) Empalme de conductores
g) Conexiones provisionales a tierra
h) Derivaciones
i) Prueba de línea.

2.7. Transformadores 17
a) Soporte de transformadores
b) Altura de los transformadores
c) Protección de los transformadores
2.8. Anclajes o retenidas 18
a) Instalación de anclajes
2.9. Protección de líneas telefónicas 19
a) Paralelísmo
b) Cruce con líneas de telecomunicaciones

3. REDES DE BAJA TENSION
3.1. Postería 21
a) Localización
3.2. Herrajes 21
3.3. Conductores 22
a) Fijación de conductores
b) Distancia al transformador

4. INSTALACIONES RESIDENCIALES INDUSTRIALES
4.1. Operarios particulares 25
a) Clasificación de los operarios
4.2. Solicitud de servicio 25
a) Usuarios residenciales
b) Usuarios industriales
c) Reformas y modificaciones
4.3. Condiciones técnicas generales 27
4.4. Acometidas eléctricas 28
a) Acometidas rurales
b) Acometidas urbanas
c) Acometidas industriales
4.5. Contadores Eléctricos 30
a) Instalación
b) Características
c) Ruptura de sellos
d) Tablero con varios contadores
4.6. Protecciones 31
a) Protección de circuitos internos
4.7. Conexiones a tierra 31
a) Elementos utilizados como tierra
4.8. Canalización en tubería conduit 32
a) Conduit a la vista
b) Curvas
c) Uso de boquillas

CENTRO DE DOCUMENTACION SAP

d) Número de conductores en un conduit
e) Curvas prefabricadas

4.9. Circuitos de consumo interno
a) Circuitos alumbrado
b) Circuitos especiales
c) Circuitos de fuerza motriz

5. LA CORRIENTE ELECTRICA, PELIGROS Y MEDIDAS DE PROTECCION. 36

5.1. Conclusiones 41

C A P I T U L O 1

FUNCIONAMIENTO TECNICO

DEPARTAMENTO DE ENERGIA C.A.R.

1.1. INTRODUCCION.

El Departamento Eléctrico de C.A.R. fué creado por la Corporación con la finalidad de desarrollar un plan de adecuada electrificación para los pequeños municipios y los medios rurales agropecuarios de la Sabana de Bogotá y de los Valles de Ubaté y Chiquinquirá.

Después de varios estudios técnicos y estadísticos se concluyó que la fuente de energía más adecuada para los proyectos estudiados era el sistema de generación de la Empresa de Energía Eléctrica de Bogotá; se montaron nueve subestaciones planificadas técnicamente para suplir las necesidades de la energía eléctrica en el territorio de la C.A.R. se construyeron naturalmente sus respectivas líneas de transmisión para alimentar dichas subestaciones.

De inmediato se desarrolló el plan de electrificar los 28 municipios de su jurisdicción eléctrica que gozan en la actualidad de redes trifásicas y alumbrado de mercurio; en el presente se está desarrollando el Plan Piloto de Electrificación Rural que se ha cumplido ya en un 60

por ciento.

Estadísticamente los datos electrotécnicos del Departamento Eléctrico de la Corporación son los siguientes:

S U B E S T A C I O N E S

LOCALIZACION	KVA	VOLTAJES (KV)	No. CIRCUITOS
Zipaquirá	7.500	33/13.2	4
Ubaté	3.750	57,5/13.2	4
Chocontá	1.750	33/13.2	3
Nemocón	500	33/13.2	3
Chía	1.750	33/11.4	4
Cajicá	1.500	33/11.4	4
Cota	1.500	33/11.4	3
Tenjo	1.500	33/11.4	3
Subachoque	1.500	33/11.4	3

LINEAS DE TRANSMISION

CARACTERISTICAS DE VOLTAJE	LONGITUD Km.
Línea de 57.5 KV	45
Línea de 33.0 KV	135
Línea de 22.0 KV	30
Línea de 13.2 KV	516

1.2. PROGRAMACION DE PROYECTOS RURALES.

El programa de Electrificación Rural de la C.A.R. se ha llevado a cabo en asocio con las Juntas de Acción Comunal de las diversas regiones o veredas que gozan actualmente de este fluído silencioso del progreso.

Técnicamente la forma de ejecutar un programa de electrificación es: La Junta de Acción Comunal o interesados solicitan por escrito el interés de la realización del Proyecto de Electrificación de su medio - rural· esta solicitud es estudiada y de acuerdo a la Zona se le da un - número de turno correspondiente, se les notifica a los miembros de la Junta una fecha de visita de un técnico del Departamento a la Vereda con la finalidad de charlar con todos los comunitarios.

El funcionario técnico, realiza el viaje a la vereda indicada, allí sostiene una especie de mesa redonda con los campesinos, se intercambian ideas, finalidades inmediatas y futuras de la Electrificación Rural, forma de financiación, aportes, etc.

Posteriormente se llena un formulario donde figuran datos como: Localización del medio rural, clase de terreno, número de posibles usuarios, punto de derivación o alimentación , longitud y postería para línea de alta tensión y red de baja, potencia solicitada y posible desarrollo futuro. Se acuerda con los representantes de la Junta una nueva reunión

en las Oficinas de la Empresa de Energía para discutir costos y acordar el plan.

Con los datos del formulario el proyectista, sobre planos del Instituto Geográfico "AGUSTIN CODAZZI" a una escala adecuada, hace un proyecto y trazado tentativo del estudio de electrificación, se avalúa el proyecto total y se estiman los aportes de la Empresa y los - comunitarios, estos costos se estiman en un 70 por ciento aportado por la C.A.R. y el 30 por ciento restante es costo de la Junta que - está representado en el valor de la postería inmunizada para la línea de alta y red de baja tensión.

En la reunión con los Jefes comunitarios se les expone la evaluación del proyecto, se investiga si la comunidad puede aportar la postería, y una vez aceptada la repartición de costos se espera a que llegue la postería al medio rural a electrificar.

La Junta de Acción Comunal para conseguir el dinero para la postería realiza reuniones sociales, bazares, pide cuotas individuales a los vecinos, consigue ayuda con otras entidades, etc, la Corporación para - colaborar con este esfuerzo exige a cada uno de los usuarios una certificación de los representantes de la Junta, declarando que está a - Paz y Salvo con el Programa de la Electrificación de la Vereda, sin este requisito no se dará ningún trámite al Contrato de Servicio.

La C.A R. a su vez exige a las Juntas una certificación de los vecinos o usuarios por donde han de cruzar las redes, que no cobrarán ningún derecho a servidumbre por utilizar los predios para colocar la postería u otros elementos necesarios para la construcción de las redes.

La C.A.R. contrata en su mayoría la mano de obra para estos proyectos de electrificación, con los datos suministrados por el proyectista se entra a cotizar el montaje de la línea o red, y posteriormente el Comité Técnico adjudica el trabajo al contratista que ofrezca las mejores garantías técnicas y económicas a la Empresa.

El Departamento Eléctrico para el desarrollo de los proyectos de electrificación rural ha puesto en práctica la siguiente tecnología que ha dado resultados satisfactorios. A continuación analizamos estas especificaciones técnicas, las que deben complementarse con el catálogo de detalles de construcción, el cual adjuntamos en este estudio.

CAR

CAPITULO 2

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE REDES Y LINEAS RURALES .-

LINEAS DE ALTA TENSION.-

Para el sistema eléctrico de C.A.R. se entiende por líneas de - alta tensión aquellas que conectan las subestaciones principales con los bancos transformadores de distribución. Estas líneas estan operando con un voltaje de 11.400 y 13.200 voltios.

2.1. TRAZADO Y LOCALIZACION.

El trazado de las líneas de alta tensión se ejecuta teniendo en cuenta la ubicación de los grupos de casas en el medio rural y que el costo de la línea sea lo más bajo posible.

El Ingeniero señalará al Liniero sobre el terreno el punto de derivación y colocará varias estacas en los puntos más importantes a lo - largo del trazado de la línea. Sobre los planos del Instituto Geográfico "AGUSTIN CODAZZI" a escala 1/10.000 se trazará y localizará la obra en una forma definitiva con el fin de tener datos estadísticos y técnicos para el Departamento Eléctrico.

2.2. DESMONTE Y DESPEJE DE LAS ZONAS.

El Liniero deberá limpiar cuando sea necesario, una zona a lado y lado del eje del trazado de la linea marcada por C'A.R. como se especifica enseguida o como lo ordene el Ingeniero del Departamento Eléctrico.

a) CONDICIONES GENERALES.-

Los lugares donde el conductor inferior esté a una altura menor de 9 metros sobre el terreno se deberá hacer una limpieza de una zona de 3 metros a cada lado del eje de la línea, y disminuye de acuerdo con la altura de los conductores. La limpieza de la zona consistirá en la tala de los árboles, desmonte de malezas y arbustos situados en la zona. La altura de las cepas y tacones serán de 30 centímetros sobre el nivel del terreno.

Donde el conductor inferior esté a una altura mayor de los 9 metros la limpieza de la zona se limitará a la tala de árboles para dejar la altura libre indicada anteriormente y el ancho de la zona se reduce a 2.5 metros a lado y lado del eje de la línea.

b) PROPIEDADES VECINAS.-

El Liniero ejercerá todo el cuidado necesario para no causar daños ni destruir viviendas, cultivos y árboles frutales en la zona de trabajo. Serán éstos responsables de los daños causados fuera de los -

límites demarcados por la zona a desmontar. Las cercas de las diversas propiedades por donde atraviesa la línea deberán mantenerlas en condiciones satisfactorias durante la construcción de la obra; para estos efectos construirá "broches" o entradas donde sea necesario y permitido, cuidará de la pérdida de animales por remoción temporal de las cercas durante las operaciones de transporte y montaje. Arreglará todas las cercas removidas al terminar el trabajo. El personal encargado de construir la línea debe entregar la zona totalmente limpia, por lo tanto debe retirar los árboles y arbustos; si es necesario quemar estas malezas será obligatorio tomar todas las precauciones con la finalidad de evitar todo peligro de incendio en los pastos, cosechas, bosques u otros bienes de propiedad de los usuarios o del estado.

2.3. POSTERIA.

Con muy buenos resultados para las líneas rurales de alta tensión, la C.A.R. ha utilizado los postes de madera inmunizada. Después de varias pruebas químicas y de resistencia de materiales se han tabulado las siguientes dimensiones para los postes de alta tensión:

Longitud (m.)	Diámetro Vértice (cm.)	Diámetro Base (cm.)
10	14 + 0.2	30 + 0.2
12	15 + 0.2	35 + 0.2
14	16 + 0.2	40 + 0.2

Con estas dimensiones han dado resultados satisfactorios en los - cálculos de los esfuerzos a que está sometido un poste en alinia-miento, ángulo y terminal, para vanos promedios de 80 metros y para conductores normalizados en tensiones de 13.200 voltios.

Estas dimensiones son aplicadas para los pedidos de herrajes y - demás elementos de montaje. El vértice del poste se debe cortar en cono o cuña para que el agua no se deposite allí.

a) TRANSPORTE.

La postería la entregan las Empresas Inmunizadoras en las carre-teras de comunicación de las veredas. El personal encargado de realizar el montaje de la línea debe transportarla desde allí al lugar del trabajo.

El Departamento Eléctrico prohibe que la postería sea arrastrada sobre su superficie; para el transporte se recomienda el uso de ca-rretas que sean movilizadas por tractores u otro medio de tracción.

Cuando no se puedan utilizar carretas para movilizar la postería se podrá arrastrar con ayuda de animales de carga pero teniendo en cuenta que el poste debe arrastrarse sobre la base o extremo que va a quedar enterrado.

Antes de hincar el poste se debe limpiar la punta que estuvo en rozamiento con la tierra y aplicar en caliente con un hisopo unas capas de inmunizante.

b) HOYADA E HINCADA.

De acuerdo a la solidez del terreno y para postes de 12 metros deben enterrarse a la siguiente profundidad en un hueco de 30 cms. de diámetro:

Terreno rocoso	1.50 (m.)
Terreno sólido	1.70 (m.)
Terreno arenoso o fangoso	1.90 (m.)

Igualmente a juicio del Interventor en terrenos fangosos se debe cimentar el poste con hormigón, piedra o pilotes.

El poste debe ser hincado con palancas, poleas u otros medios de fuerza. Será necesario revisar el aliniamiento y aplomada de la postería, antes de apisonar o cimentar las bases.

Cuando sea necesario el uso de estructuras de dos o tres postes en los tendidos de vanos largos, la cimentación y diámetros de la postería debe ser indicada por el Departamento Eléctrico de acuerdo a los cálculos mecánicos de la línea. Si estas estructuras se han de colocar en terreno inclinado, los postes se deben enterrar de tal forma que la parte superior de la estructura quede al mismo nivel. Esta clase de estructuras de postes de madera compuestos se han usado para vanos hasta de 1.400 metros, en los terrenos muy quebrados como son las zonas carboneras.

c) POSTES DE TRANSFORMADORES.

Son usados para colocar los transformadores monofásicos o trifásicos, su colocación es indicada sobre el terreno con la finalidad se aprovechar su voltaje transformado para suplir el mayor número de usuarios.

Sobre un solo poste se pueden montar transformadores monofásicos hasta 15 KVA o trifásicos hasta 30 KVA; se deben usar estructuras de doble poste para montar transformadores de 50 - 75- 100 KVA; en potencias mayores se recomienda plataforma especial de concreto. El catálogo da detalles de montaje para la adecuada separación de los postes.

2.4. HERRAJES.

Los herrajes utilizados por la C.A.R. en la construcción de las líneas y redes son totalmente metálicos; hierro galvanizado. El Departamento de Ingeniería ha calculado las dimensiones y especificaciones para herraje a usarse en las diferentes clases de montajes, para ello se tomaron como bases las diferentes clases de herraje galvanizado , fabricados en el país con la finalidad de incrementar su comercio; para ciertos montajes se han pedido elementos con diseños y características especiales, los cuales han sido fabricados por las Fábricas Nacionales a entera satisfacción. En el de detalles técnicos de construcción se dan las especificaciones para los elementos o herrajes utilizados en las diferentes clases de montaje.

a) SOPORTE DE GANCHO CURVO.

Este dispositivo usado en postes de madera para soportar el aislador de pin es una solución muy económica para líneas en vanos de poca resistencia a la tracción, separación entre postes de 70 metros. Se han usado de acuerdo a las especificaciones mostradas en detalle en catálogo de detalles de montaje adjunto. En la práctica con el primer sistema de rosca tirafondo para madera limita cualquier esfuerzo superior a los 45 kilogramos, no se pueden usar en pequeños ángulos ya que es muy inestable su sistema de seguridad en el poste, e igual-

CENTRO DE DOCUMENTACION

mente se ha comprobado que con el medio ambiente y el tiempo, estos ganchos se giran o se salen del poste, produciendo cortos o en el peor de los casos arcos con el gancho y el poste, naturalmente quemando el palo de madera. El mismo detalle muestra el soporte modificado en su sistema de rosca para asegurarse al poste. Este sistema ofrece un mayor esfuerzo para la tensión mecánica de la línea y por tanto se pueden aumentar los vanos hasta una distancia de 120 metros disminuyendo el número de postes por kilómetro y por ende el costo de la línea. Se espera que la Industria Nacional de electro-herrajes fabriquen este soporte para estas líneas rurales.

b) MONTAJE DE HERRAJES.

El poste debe ser perforado con una broca adecuada de acuerdo al diámetro del espigo, perno o tornillo, igualmente se deben abrir las ranuras necesarias para montar los herrajes que irá a soportar; pero antes de colocar cualquier elemento debemos impregnar de inmunizante en caliente las ranuras y huecos para evitar cualquier daño futuro en el poste.

CENTRO DE DOCUMENTACION CAR

2.5. AISLADORES.

La C.A.R. en sus programas de Electrificación Rural para la construcción de líneas de 13.200 y 11.400 voltios utiliza aisladores de porcelana del mercado nacional que han dado resultados muy satisfactorios en las diferentes pruebas electromecánicas de Laboratorio. El material de los aisladores debe ser compacto y homogéneo, la superficie de ruptura deberá tener un aspecto vidrioso sin porosidades. La superficie esmaltada debe estar libre de rugosidades, grietas y ser perfectamente lisa. La forma exterior debe ser tal que resista los efectos electromecánicos a que serán sometidos en la construcción de las líneas.

a) AISLADORES TIPO PIN O ESPIGA.

Se permite el uso de estos aisladores para líneas de 13.200 y 11.400 voltios entre conductores. En este sistema de Electrificación Rural se utilizan aisladores del tipo indicado para 18.000 voltios con la finalidad de darle una mayor estabilidad de servicio al sistema, pues la humedad, el polvo o cualquier otro agente externo son grandes enemigos en el mantenimiento de las líneas rurales. El tipo de aislador es el equivalente al NEMA 8175. Se fijan estos aisladores sobre soportes curvos o con pines, estos deberán tener casquillo roscado en plomo para impedir esfuerzos adicionales al aislador y garantizar la seguridad de su fijación. Para mayor información ver el Catálogo de detalles técnicos.

b) AISLADORES DE SUSPENSION.

La ventaja enorme de los aisladores de suspensión radica en la posibilidad de su adaptación a toda clase de tensiones, agregando o quitando en la cadena de aisladores algunos de estos elementos.

Se utilizarán dos aisladores de 7 pulgadas o uno de 10 pulgadas en postes terminales, ángulos o vanos hasta 500 metros. Para vanos mayores el Ingeniero del Departamento Eléctrico indicará el número de aisladores de suspensión en cadena.

Para el montaje de estos aisladores en los postes, así como para la fijación de los conductores se permitirán exclusivamente herrajes construídos para tales fines por fabricantes especializados para este tipo de electro-herrajes.

Las especificaciones técnicas de estos aisladores son NEMA 52-1, para los aisladores de 6 pulgadas; NEMA 5-2 para aisladores de - suspensión de 10 pulgadas.

c) AISLADOR TIPO TENSOR O DE TENSION.

Este tipo de aislador se utiliza en las líneas de 13.200 y 11.400 voltios en las retenidas o anclajes conforme se muestra en el Catálogo de detalles.

De acuerdo a las especificaciones técnicas del Departamento Eléctrico de C.A R. el aislador para estos anclajes es NEMA 54-4. El montaje y colocación en la retenida está señalado en el Catálogo de detalles - técnicos.

d) MANEJO DE LOS AISLADORES.

El personal encargado de la construcción de las líneas deberá tener especial cuidado en el manejo de los aisladores, en el transporte o - montaje de éstos, los aisladores que sufran desperfectos por su culpa deberán ser reemplazados a costo suyo. No se permitirá la instalación de aisladores imperfectos aunque esta imperfección sea mínima.

2.6. CONDUCTORES.

Para la distribución de energía la C.A.R. utiliza los conductores de aluminio reforzado tipo ACSR; de acuerdo a los voltajes se han establecido las siguientes secciones mínimas teniendo en cuenta vanos normales para su resistencia mecánica.

Tensión entre conductores	Sección mínima
0- 15.000 voltios	13.3 mm^2 (AWG No.6)
15.000- 35.000 voltios	33.6 mm^2 (AWG No.2)

BIBLIOTECA

CENTRO DE DOCUMENTACION

a) INTENSIDAD ADMISIBLE.

Las intensidades nominales admisibles en los conductores tipo ACSR de acuerdo a su sección se puede seleccionar en las tablas anexas como apéndice de este estudio e igualmente aquí encontraremos tabuladas otras especificaciones técnicas de gran importancia.

b) TENDIDO DE CONDUCTORES.

El equipo y métodos usados en la templada de los conductores deberán ser los apropiados para evitar daños en los mismos. Los soportes de los carretes de conductores deberán ser los apropiados para evitar daños en los mismos. Los soportes de los carretes de conductores deberán ser de construcción fuerte y se preverán medios para poder frenar los carretes. Los cables deberán desenrollarse en la dirección y forma indicadas por los fabricantes, que están indicadas en los empaques y carretes. Se evitará, en lo posible, el traspaso de cables, de un carrete a otro. Los cables deberán conectarse a los conductores por medio de conductores giratorios y mordazas según lo indique el Departamento Eléctrico.

Los Linieros deberán ejercer especial cuidado en evitar que los conductores sufran dobladuras, torceduras o desgastes. En ningún caso se deberán arrastar sobre los brazos de los postes.

La distribución de los cables en cañadas y ríos se hará a bajas tensiones y subiéndolos para que no toquen el suelo.

En terrenos rocosos o arenosos sobre cercas, carreteables o en general en aquellos sitios en los cuales el roce puede deteriorar el cable, los conductores deben colocarse sobre entarimados o andamios de madera.

c) TEMPLA DE CONDUCTORES.

La templa de conductores no deberá ejecutarse cuando a juicio del Ingeniero las condiciones del clima no garanticen la obtención de las flechas apropiadas.

Para la instalación de los conductores se usarán poleas especiales de aluminio, las cuales podrán colocarse directamente en la cadena de aisladores. Los conductores no deberán permanecer en los aparejos de templa más de 18 horas antes de la templa ni menos de 2 horas después de ésta. Los conductores no deberán pretensionarse y su templa se hará de acuerdo con las tablas e informaciones que el Interventor suministrará oportunamente.

La longitud máxima de conductor que se tienda en una operación contínua debe limitarse al que produzca la flecha máxima satisfactoria.-

Durante el tensionado de los conductores se tendrá especial cuidado en no apoyar la postería, solo los herrajes. Cuando se trata de postes compuestos se debe ayudar con templetes provisionales colocados - desde el vértice del poste al suelo.

d) FIJACION DE LOS CONDUCTORES A LOS AISLADORES.

En los aisladores de tipo pin se fijarán los conductores de aluminio ACSR, primero colocando su respectivo blindaje construído de flejes del mismo material, luego se ligará el conductor al aislador. Cuando se trata de cables de calibre entre AWG No. 6 hasta No. 2 se utilizará alambre AWG No. 8. Para secciones mayores se utilizará alambre - No. 6 de aluminio. La forma de colocar los blindajes y terminación de la liga o amarre se muestra para cada caso en el Catálogo de detalles técnicos.

En los aisladores de suspensión el conductor se fijará con su grapa - terminal, pero teniendo en cuenta blindaje y demás materiales para - estos fines.

e) USO DE AMORTIGUADORES.

Es indispensable instalar amortiguadores de vibración para los conductores en los extremos de los vanos mayores de 600 metros. Los amortiguadores deberán asegurarse firmemente y en la forma que queden -

colocados en planos verticales de acuerdo a las instrucciones del fabricante.

f) EMPALME DE CONDUCTORES.

Los empalmes y mangos de reparación para los conductores de aluminio tipo ACSR se deben efectuar con los elementos señalados por los fabricantes.

Todos los empalmes se efectuarán con conectores tipo manguito y su resistencia mecánica no debe ser inferior al 95 por ciento de la resistencia de ruptura de los conductores empalmados .

Son inaceptables los empalmes en vanos de cruce de ferrocarriles, carreteras, autopistas, líneas telefónicas, etc., y en los vanos inmediatos a ambos lados del cruce.

g) CONEXIONES PROVISIONALES A TIERRA.

Se debe mantener la línea bien protegida por medio de conexiones provisionales a tierra durante el período de construcción a fin de evitar los peligros de descargas eléctricas sobre el personal,, La línea debe protegerse por medio de conexiones a tierra en distancias no mayores de 2 kilómetros.

h) DERIVACIONES.

Todas las derivaciones de las líneas de alimentación y distribución deberán hacerse obligatoriamente a partir del poste. Todas las derivaciones se harán con conectores adecuados cuando se trata de conductores de material diferente; deben utilizarse conectores con - suplementos bimetálicos preparados especialmente para este fin.

i) PRUEBAS DE LA LINEA.

Las líneas se probarán antes de energizarse para que cumplan - estrictamente con todas las especificaciones electromecánicas, luego se conectará en vacío a la tensión de diseño y oportunamente se pondrá a trabajar a plena carga.

2.7. TRANSFORMADORES.

Los transformadores usados para la electrificación rural son por lo regular de potencia media y monofásicos, debido a la distancia entre usuarios, su localización y la magnitud de las cargas.

a) SOPORTE DE TRANSFORMADORES.

Para la instalación de los transformadores de distribución se seguirán las especificaciones mostradas en el Catálogo de detalles.

En casos especiales el Departamento Técnico dará las especificaciones e indicaciones del caso.

b) ALTURA DE LOS TRANSFORMADORES.

La distancia entre la parte inferior del transformador y la superficie del terreno no deberá ser inferior a 6.50 metros.

c) PROTECCION DE LOS TRANSFORMADORES.

Las partes metálicas, el conjunto de pararrayos que protegerá al transformador de las sobretensiones deben estar conectados a tierra con un alambre de cobre No. 4 y en contacto con una varilla de cobre electrolítico de 1.80 de longitud que debe quedar completamente enterrado.

Igualmente los transformadores deberán protegerse contra cortos circuitos mediante fusibles en alta, en baja tensión se debe proteger con termomagnetos. El amperaje del hilo fusible no debe ser inferior una vez, ni superior a dos veces a la corriente nominal del transformador. La posición de los cortos circuitos debe ser tal que facilite el desenganche con una pértiga.

2.8. ANCLAJES O RETENIDAS.

El uso de los anclajes es muy común en la construcción de las líneas, aunque técnicamente se recomienda la construcción preferiblemente sin retenidas.

a) INSTALACION DE ANCLAJES.

El anclaje debe fijarse en el poste lo más cerca posible al punto de aplicación de la carga, el factor de seguridad debe ser tal que sea mayor 2.5 al esfuerzo mecánico calculado en la línea. Los elementos utilizados se muestran en el detalle k de construcción. Se colocarán anclajes en las derivaciones, ángulos, terminales, vanos de la línea. Para mayor funcionabilidad en la construcción de líneas rurales el Departamento Eléctrico de C.A.R. usa bloques, hormigón, prefabricado el cual se fija a la varilla previamente y luego con piedra y tierra se compacta el anclaje. Cuando necesitamos anclar una estructura de postes para grandes vanos se fijarán los anclajes en bases de concreto fundido en el lugar cuyas dimensiones y especificaciones las señalará el Ingeniero del Departamento Eléctrico.

2.9. PROTECCION DE LAS LINEAS TELEFONICAS.

En la Electrificación Rural las influencias con las líneas de telecomunicaciones son muy escasas. Sin embargo anotaremos las -

principales normas previstas por C C I T T " Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico " para estas construcciones.

a) PARALELISMO.

Las líneas de Electrificación Rural en el sistema de paralelismo o separación con las líneas eléctricas son muy cortas y quebradas, - sin embargo se debe dejar la separación en (m) entre ambas líneas, igual a la tercera parte de la raíz cuadrada del voltaje de servicio de la línea.

b) CRUCES CON LINEAS DE TELECOMUNICACIONES.

Cuando sea necesario un cruce de una línea eléctrica con una de telecomunicaciones, éste debe hacerse por encima de ésta y en - vanos no mayores de 40 metros. La separación al conductor eléctrico debe hacerse de acuerdo con el voltaje de la red eléctrica. No deben permitirse empalmes en estos vanos, ni derivaciones en sus postes de cruce.

Cuando se estime conveniente se debe colocar una malla de protección de acuerdo a las especificaciones y detalles técnicos adjuntos.

Al tender el cable eléctrico se deben colocar estructuras provicionales en madera, para correr los conductores sin hacer contacto con las lineas de telecomunicaciones.

La Corporación tramitará permisos muy especiales para cruces con las líneas telefónicas.-

C A P I T U L O 3

REDES DE BAJA TENSION.-

Las redes rurales de baja tensión son aquellas líneas que se alimentan con el bajo voltaje del transformador 220/110 voltios y se construyen hasta la proximidad de los usuarios. Estas líneas salen radialmente desde el transformador y se localizan o se trazan con miras a darle servicio al mayor número de usuarios, las especificaciones de construcción son practicamente las mismas analizadas anteriormente en las líneas y redes de alta tensión. Detallaremos a continuación algunas especificaciones especiales.

3.1. POSTERIA.

Para las redes de baja tensión se utilizan postes de madera inmunizada de las siguientes dimensiones:

Longitud	8 m.
Diámetro de la base	25 cm.
Diámetro del Vértice	14 cm.

a) LOCALIZACION.

La postería para la red será localizada de tal forma que la línea quede a una distancia promedia de 40 metros a los usuarios. El poste será enterrado 1.50 metros, teniendo en cuenta las mismas normas para postería de líneas de alta tensión.

3.2. HERRAJES.

Como herrajes para redes de baja tensión en Electrificación Rural perchas en platina galvanizada y doblemente espaciada para usar con aislador tipo carreta.

Las perchas se fijarán al poste con tornillos galvanizados o cienta ban- dit conforme se muestra en el Catálogo de detalles técnicos.

3.3. CONDUCTORES.

Los conductores para esta clase de redes usados por C.A.R. son de aluminio tipo ACSR, cuyo calibre se selecciona de acuerdo a la carga de los usuarios y su intensidad máxima admisible está indicada en - las tablas del apéndice.

a) FIJACION DE LOS CONDUCTORES.

Los conductores se fijarán a los aisladores de tipo carreta de la percha por medio de una ligadura conforme se muestra en el Catálogo de

detalles; dicha ligadura se debe hacer con un hilo calibre No. 8. El conductor jamás quedará entre el aislador y la percha, siempre debe montarse sobre la parte libre del aislador.

b) DISTANCIA AL TRANSFORMADOR.

La distancia máxima de separación del transformador varía con la carga. Como en la Electrificación Rural estas cargas son muy pequeñas con un valor promedio de medio kilovatio (500) vatios; con cables AWG No. 4 en las fases y AWG No. 6 en el neutro, podemos separarnos hasta 500 metros del transformador, cuando necesitamos dar servicio a varios usuarios; al conectar las acometidas individuales de los usuarios debemos tener en cuenta el equilibrio de fases.

c) CONEXIONAL TRANSFORMADOR.

Los operarios de la empresa conectarán los bornes de baja tensión a la red por medio de cables aislados de cobre, utilizando los conectores cobre- aluminio adecuado para este fin. Para seleccionar el cable según la potencia del transformador debemos seguir las indicaciones anotadas en el Catálogo de detalles.

N O T A : Las demás especificaciones para la construcción de estas redes son iguales a las indicadas para las líneas y redes de alta tensión.-

C A E
BIBLIOTECA

C A P I T U L O 4

INSTALACIONES RESIDENCIALES INDUSTRIALES.

La C.A.R. propone esta normalización para instalaciones residenciales e industriales, con la finalidad de ayudar directamente a los usuarios y operarios particulares para que los montajes - eléctricos sean funcionales y normalizados en su ejecución.

Los diferentes tipos de usuarios del Departamento Eléctrico de C.A.R. se clasifican así:

I Residencial

a) Urbano

b) Rural

II Comercial

III Industrial, Rural o Urbano.

a) Pequeñas plantas industriales

b) Grandes plantas industriales.

Las instalaciones eléctricas aceptadas por la empresa para los usuarios anteriores se pueden clasificar en:

I Instalaciones canalizadas en tubo incrustado.

II Instalaciones canalizadas en tubo a la vista o sobre puestas.

Para cada uno de estos tipos de instalaciones se recomiendan las siguientes normas:

4.1. OPERARIOS PARTICULARES.

Son aquellos expertos, técnicos e Ingenieros que ejercen su profesión dentro del área de la Corporación. Estos operarios deben acreditarse debidamente ante la Empresa, la cual se reserva el derecho de otorgarle el respectivo certificado o licencia, sin dicho documento no podrán ejercer ningún trabajo dentro de su profesión en el área de C.A.R.

a) CLASIFICACION DE OPERARIOS.

El Departamento Eléctrico de C.A.R. aceptará que un montaje cuya potencia solicitada no sobrepase los 50 KV se ha proyectado o ejecutado por un técnico electricista, las instalaciones de mayor potencia o montajes de características especiales deben ser proyectados y dirigidos por Ingenieros Electricistas.

4.2. SOLICITUD DE SERVICIO.

Los usuarios interesados en obtener los servicios de energía deben deben solicitar el formulario preliminar de servicio, el cual puede ser retirado en cualquier oficina del Departamento Eléctrico.

a) USUARIOS RESIDENCIALES.

El usuario presentará el formulario de solicitud previa, llenando cada espacio según su necesidad; dicho formulario firmado por el interesado y el operario debe ser presentado al Departamento de - Ingeniería. Allí de acuerdo con la localización del lugar se le da la aceptación teniendo en cuenta igualmente la carga solicitada.

Con el visto bueno de aquella sección se puede proceder a ejecutar la instalación eléctrica en las residencias. Posteriormente se comunica la terminación del montaje, un técnico de la empresa irá a revisar, llenando el formulario de revisión, con el cual se asigna la carga definitiva y demás especificaciones para control técnico y administrativo de la empresa.

El usuario podrá entonces pagar la liquidación de los servicios y firmar el respectivo contrato; cuando se trata de usuarios rurales para liquidación debe presentar el PAZ Y SALVO de la Junta de Acción - Comunal, sin éste requisito no se dará ningún trámite al Contrato de servicio.

Escala

Nombre y matrícula del operario electricista.

c) REFORMAS Y MODIFICACIONES.

Cuando durante la ejecución del montaje eléctrico, por cualquier circunstancia se hagan modificaciones sustanciales que afecten el; proyecto original , dichas reformas deben presentarse en un plano de modificación para ser aprobado y tenerse en cuenta en la revisión de montaje por los Técnicos del Departamento.

4.3. CONDICIONES TECNICAS GENERALES.

Las siguientes condiciones técnicas son puestas en práctica por el Departamento Eléctrico:

a) La empresa se reserva el derecho de vigilar la instalación para que ésta se ejecute de acuerdo a los planos respectivos y las normas de este reglamento, antes de dar la aprobación a una instalación del Departamento Eléctrico hará las siguientes revisiones: diámetro de tubería, calibre de conductores, distribución de circuitos, elementos de protección, cortos y tierras. El rechazo de la instalación mal ejecutada o que tengan elementos inadecuados para el servicio que se destinan no implican responsabilidad las fallas que pudieren ocurrir posteriormente en la instalación aprobada por el -

a) ACOMETIDAS RURALES.

Las acometidas para instalaciones residenciales rurales serán aéreas y deben seguir las normas señaladas en el diagrama adjunto de la acometida; se pueden utilizar conductores aislados de aluminio No. 8 para longitudes mayores de 100 metros y cargas hasta 4.000 vatios (4 KW) para instalaciones de mayor carga el montador electricista debe presentar los cálculos correspondientes, para ser aprobados por el Departamento Eléctrico de la C.A.R.

b) ACOMETIDAS URBANAS.

Para los usuarios urbanos ya sean residenciales o comerciales las acometidas serán aéreas o subterráneas de alta o baja tensión, según lo disponga la empresa. El Calibre de los conductores para la acometida general y las subacometidas para tableros parciales se computará con base a la carga conectada correspondiente, calculando el amperaje por línea o de acuerdo a la tabla del apéndice adjunta.

c) ACOMETIDAS INDUSTRIALES.

En las instalaciones industriales el calibre de los conductores para la acometida general o subacometidas para tableros parciales, se computará también de acuerdo a la carga conectada, pero el factor

de demanda debe ser estudiado para cada uso en particular.

La canalización de la acometida general entre el punto donde deja de ser aérea y los conductores debe ser tubo conduit, provisto de capacete de entrada impermeable, el diámetro del conduit de acuerdo con las tablas normas americanas para el número de conductores por tubo. En las acometidas subterráneas podrán hacerse empleando tubo conduit galvanizado o ducto eléctrico de besto- cemento (eternit). Los conductores usados en acometidas subterráneas deben tener aislamiento apropiado para dicho fin.

4.5. CONTADORES ELECTRICOS.

El contador eléctrico de kWh será proporcionado al usuario por la empresa, por lo tanto sus especificaciones técnicas de funcionamiento son seleccionadas por el Comité Técnico, el usuario debe pagar el alquiler del contador.

a) INSTALACION.

El contador se debe instalar dentro de una caja metálica asegurado en un doble fondo en la caja; los conductores de entrada y salida deben quedar dentro del doble fondo, el cual será suministrado por la empresa.

Las salidas del contador pasarán a la caja de automáticos por un tubo conforme se muestra en el detalle de acometidas. La caja para el contador debe colocarse en la pared a una altura de 1.50 metros sobre el piso, y en un lugar que facilite la entrada al - lector. En las viviendas rurales se recomienda montar la caja sobre la fachada y con la tapa hacia afuera de la construcción, con la finalidad de que el lector pueda tomar las medidas sin ningún - contratiempo por estar la casa cerrada.

b) CARACTERISTICAS.

Las características del conductor de kilovatios hora como amperaje y número de fases serán asignadas por el Departamento de Medidas, de acuerdo a la carga anotada en el formulario de revisión. Una - vez colocado el contador se le colocarán los sellos de la empresa, los cuales solo pueden ser rotos por personal de la misma y con - autorización del Jefe del Departamento de Medidas.

c) RUPTURA DE SELLOS.

La ruptura de sellos para alterar el sistema de medida será sancionado de acuerdo al reglamento de suministro de energía con la suma de $100.oo. Al repetirse esta alteración se le suspenderá el servicio al usuario, indefinidamente.

d) TABLERO CON VARIOS CONTADORES.

En las instalaciones que requieran más de un contador, dichos medidores de kWh deben instalarse en un tablero general, el cual debe tener un espacio cómodo y suficiente para colocar sus fusibles - desconexión y sus respectivos contadores. El grupo de contador y fusible respectivo debe llevar un rótulo que le permita identificar al sector o receptores sobre el cual se controla o mide el consumo de energía.

4.6. PROTECCIONES.

Toda acometida debe tener su protección de fusible en una válvula aérea que se le colocará a las fases en la derivación del poste; en el caso del 5-d. se colocará un totalizador general en el mismo - tablero de contadores, los fusibles se seleccionarán de acuerdo a la carga total del montaje.

a) PROTECCION CIRCUITOS INTERNOS.

Los circuitos internos de las instalaciones deben protegerse individualmente por automáticos. La comunicación de la caja del - contador al tablero de automáticos se debe hacer en tubo conduit conforme se muestra en la figura Catálogo de detalles.

El amperaje del automático se selecciona de acuerdo a la carga del circuito. Nunca se debe usar protección o fusibles sobre el neutro, pues dicho conductor no debe presentar interrupción alguna.

4.7. CONEXIONES A TIERRA.

Se conectará directamente a tierra, el neutro de la línea entrada del tablero general, todas las partes metálicas de los motores, cajas de tableros, transformadores cocinas, etc.

a) ELEMENTOS UTILIZADOS COMO TIERRA.

Como tierra debe utilizarse un conductor de cobre electrolítico de calibre no inferior al neutro general del montaje, el cual debe ir aterrizado en una tubería de agua incrustada, sujetándolo con conectores adecuados. Cuando no se puede usar la tubería como tierra se empleará una tierra artificial, por medio de una plancha de hierro de 30 x 30 cms. y de un espesor mínimo de 1.5 milímetros o tubos o varillas de un diámetro mínimo de 3/4" por 1.50 - metros de largo, pudiendo ser de cobre, hierro cobrizado o galvanizado.

4.8. CANALIZACION EN TUBERIA CONDUIT.

El uso de canalización en tubo conduit es aceptado en las instalaciones internas, ya como bajantes o ductos de distribución en - placas fundidas o cielo raso. Se indica el tubo conduit galvanizado para lugares muy húmedos.

a) CONDUIT A LA VISTA.

Cuando la canalización se hace en tubo conduit a la vista, éstos se deben asegurar con grapas o abrazaderas metálicas distanciadas entre sí 1.50 metros.

b) CURVAS.

Las curvas a ejecutarse sobre un tubo conduit se debe hacer utilizando las herramientas adecuadas con la finalidad de que se forma mecánica no sufra desperfectos ni se reduzca el diámetro interior del tubo.

c) USO DE BOQUILLAS.

En las entradas y salidas de las cajas de conexión se debe sujetar con boquilla y contratuerca. En los empalmes de tubo conduit se deben usar uniones adecuadas, teniendo la precaución de limar los tubos siempre que se corten.

BIBLIOTECA

d) NUMERO DE CONDUCTORES EN UN CONDUIT.

El número de conductores en el interior de un tubo conduit está indicado en la tabla del apéndice. No se permiten empalmes de conductores dentro de un tubo, éstos se deben ejecutar dentro de la caja de conexión.

e) CURVAS PREFABRICADAS.

En montajes industriales para tubería de diámetros mayores de $1\frac{1}{2}$" se deben usar curvas prefabricadas o conduletas según el caso.

4.9. CIRCUITOS DE CONSUMO INTERNO.

Los circuitos de consumo en instalaciones internas se pueden clasificar:

Circuitos de alumbrado

Circuitos especiales

Circuitos de fuerza motriz.

a) CIRCUITOS DE ALUMBRADO.

Los circuitos monofásicos de alumbrado o tomacorrientes comunes estarán conectados para una tensión de 120 voltios. La carga total para un circuito de esta clase no debe sobrepasar de 1.000 vatios.

Los calibres indicados para la distribución interna de estos corta circuitos debe ser AWG No. 12. Se puede usar el calibre AWG No. 14 en bajantes a interruptores. El neutro de cada circuito de distribución debe ser igual al calibre de la fase, cada circuito debe tener su neutro propio desde el panel de automáticos.

b) CIRCUITOS ESPECIALES.

Los circuitos de distribución interna especiales son aquellos - destinados a servicios especiales como calefacción, cocinas, hornos, etc. La potencia máxima en servicio monofásico es de 1,500 W. Para cargas superiores al circuito debe ser bifilar o trifilar, según el elemento de consumo. Los conductores y elementos de - protección se seleccionarán de acuerdo a la carga indicada en placa.

c) CIRCUITOS DE FUERZA MOTRIZ.

Todo circuito de fuerza motríz debe ser independiente de los circuitos de alumbrado. Los conductores deben ir desde el panel de distribución y se seleccionarán de acuerdo a la intensidad de plena carga .

Cuando se instalan motores monofásicos o bifásicos en un servicio trifásico, estos se deben distribuir de tal manera que se obtenga un equilibrio de fases .

Todo motor monofásico o bifásico debe tener un dispositivo de arranque y parada, con su protección cuya capacidad debe ser dos veces el amperaje del motor a plena carga.

Los motores trifásicos deben ir provistos de su arrancador estrella triángulo y su protección térmica, en caso de motores de gran po - tencia debe tener compensador de arranque.

El Departamento Eléctrico exigirá en toda instalación un " factor de potencia" que no sea inferior al 80 por ciento.

En caso contrario se debe consultar con la C.A.R.

En el tablero de distribución se debe señalar la protección , su correspondiente motor y circuitos parciales.

C A P I T U L O 5

LA CORRIENTE ELECTRICA.
PELIGROS Y MEDIDAS DE PROTECCION.

Es muy importante que en el desarrollo de los proyectos de Electrificación Rural, el usuario campesino conozca o tenga información sobre este tema, ya que para él este nuevo servicio solo representa los posibles beneficios que puede ofrecerle, pero ignora por completo los peligros que pueda ocasionarle el mal uso de la energía. A continuación se explica en forma sencilla las partes - más importantes del tema.

Al cuerpo humano se le puede considerar como un elemento eléctrico con su propio centro generador de energía, que la distribuye por el organismo según la necesidad, a través del sistema nervioso (conductores), hasta los músculos (receptores), los cuales originan los movimientos de los órganos bajo la acción de corrientes muy pequeñas, reguladas por el cerebro.

Se deduce que nuestro organismo fue creado para que por él circulen corrientes muy débiles; pensamos en los peligros que puede originar una corriente de una fuente externa de energía al circular por el cuerpo humano.

Los efectos fisiológicos sobre el organísmo de una corriente eléctrica depende de su intensidad y estos efectos están representados por violentas contracciones de los órganos que puede originar paralización del corazón, los pulmones, el cerebro, resultado mortal en la mayoría de los casos. El paso de la corriente por el interior del organísmo que origina el accidente, se debe por lo general a IGNORANCIA, IMPRUDENCIA E INSTALACIONES DEFECTUOSAS.

Los accidentes eléctricos que se deben a la "ignorancia" le ocurren a aquellas personas que no teniendo conocimientos técnicos ni prácticos comienzan por reparar o modificar sus instalaciones hogareñas, olvidando o sin conocer los peligros que pueden ocasionarle las corrientes usadas en las instalaciones residenciales o - industriales de nuestras fincas.

Los voltajes comerciales son : 110- 120 voltios suficientes para - producir una muerte instantánea o morir carbonizados, sin conocimientos teóricos o prácticos no se debe pensar en tocar un elemento de un circuito eléctrico para efectuar en él una modificación.

LA IMPRUDENCIA.

De los operarios o personas que están familiarizados con - trabajos de carácter eléctrico hacen que ellos olviden o no apliquen en una forma pertinente las precauciones o normas para ejecutar un trabajo en una instalación eléctrica.

Al realizar un trabajo como electricista ponga en práctica todas las normas de seguridad, recordar que las manos húmedas o sudorosas, el calzado o ropa mojada, el uso inadecuado de las herramientas, imperfecta manipulación de los instrumentos pueden ocasionar la muerte. Jamás sobra una norma de seguridad al realizar un trabajo de electricidad.

Los accidentes electrofisiológicos ocasionados por INSTALACIONES DEFECTUOSAS recaen sobre aquellas personas que se ponen en contacto con los elementos de las instalaciones mal ejecutadas y descargas imprevistas que originan los accidentes, los montajes defectuosos fuera de ser un peligro para el usuario, le ocasiona a éste grandes pérdidas en el registro de consumo de energía daños en los receptores, radios, planchas, motores, etc.

Además estos montajes pierden porque deben ser reinstalados con materiales adecuados y personal capacitado, las instalaciones defectuosas se deben al uso de materiales y obra de mano incompetente.

El modo de evitar estos accidentes electrofisiológicos consiste en la adecuada " Educación Eléctrica"; para el usuario es muy importante que en las escuelas, cooperativas, centros culturales de sus veredas se dicten conferencias, películas, centros y demás referentes a los peligros de la electricidad y los auxilios que deben prestarse a los accidentados.

En todo accidente electrofisiológico se debe proceder a prestar los auxilios en la siguiente forma:

Si el accidentado está en contacto con la instalación eléctrica, de la red de baja tensión 110-120 voltios se procurará dejar los conductores sin tensión por desconexión del interruptor, si no se pueden desenergizar los conductores se debe separar a la víctima de la - acción de la corriente, operando de la siguiente forma:

Se aisla del suelo usando silla o cajón de madera completamente seco, se procura realizar esta operación con una sola mano, se separan los conductores usando guantes de cuero o caucho, o aislando las manos con elementos no conductores, procurando de no estar en contacto con el piso, o cualquier elemento metálico, ni - lugares húmedos.

En los accidentes originados por líneas de alta tensión no se debe tratar de auxiliar a la víctima sino se tiene seguridad de que las líneas esten desenergizadas, pues de lo contrario estamos en peligro de ser una segunda víctima.

Solo cuando se disponga del equipo adecuado, tarima sobre aisladores, guantes, aisladores para alto voltaje, pértiga. Con la pértiga se procura alejar los conductores de la víctima o intercalar un elemento aislante entre la línea y la víctima para protegerla si hay algún arco voltáico.

Una vez separado el accidentado se los conductores eléctricos se dará respiración artificial colocándolo en un lugar aireado y de - inmediato se debe dar aviso a un puesto de socorro; los usuarios y operarios electricistas deben tener en cuenta las siguientes precauciones:

1. No tratar de tomar con las manos un conductor que pertenezca a una red eléctrica, aunque este se encuentre en el suelo. Se debe comunicar a las Oficinas de Energía para que allí se encarguen del caso.

CEP
BIBLIOTECA

2. No tratar de auxiliar víctimas que están en contacto con una red si no se conoce la clase de voltaje que causó el accidente.

3. No deje crecer árboles debajo de las redes eléctricas, al hacer contacto con los conductores pueden causar accidentes a las personas o animales que toquen dichos árboles.

4. Las instalaciones deben ser ejecutadas con materiales adecuados y por operarios idóneos, como usuario rural no debe cancelar el total del valor de una instalación hasta que no sea recibida a satisfacción por la Empresa de Energía Eléctrica correspondiente.

5. Como operario debe observar y poner en práctica todas las normas técnicas al realizar un montaje.

6. Se deben denunciar las instalaciones defectuosas, para que sean reinstaladas por personal capacitado y que las Empresas sancionen a los operarios mal intencionados o que no cumplan con su ética profesional.

C O N C L U S I O N E S

1. Es necesario implantar nuestra propia tecnología, orientada por métodos y técnicas de países desarrollados y con experiencia en estos proyectos de Electrificación Rural.

2. Se debe elaborar un Catálogo de Normas y Detalles de - Construcción que rija a escala nacional las diferentes etapas de diseño y montaje provistos en el desarrollo de un - proyecto de Electrificación Rural.

3. En el aspecto de la industria nacional se deben normalizar los productos eléctricos en factores de calidad, acabados , dimensiones y demás especificaciones que nos brinden uniformidad en la realización de los trabajos.
   Normalizados los productos la industria podrá programar producción para atender el mercado actual y futuro de los - Proyectos de Electrificación.

4. Con una tecnología debidamente planificada se podrán construir líneas de vida útil satisfactoria, fácil mantenimiento y prevenir las necesidades futuras en una forma escalonada.

FORMULAS UTILIZADAS PARA EL CALCULO DE REGULACION.

SISTEMA TRIFASICO.

$$R\,\% = \frac{0.0372 \times M\ (\text{Cobre})}{S} \qquad R\,\% = \frac{0.0593 \times M\ (\text{Aluminio})}{S}$$

Donde: R % = Caída de tensión en %
S = Sección del conductor en mm2
M = Momento en KW- mts.

Simplificando S para los diferentes calibres tenemos:

CONDUCTORES DE COBRE		CONDUCTORES DE ALUMINIO	
Calibre	Cte. Regulación	Calibre	Cte. Regulación
2/0	$5.62 \times 10^{-4} \times M$	2/0	$8.96 \times 10^{-4} \times M$
1/0	$6.95 \times 10^{-4} \times M$	1/0	$11.08 \times 10^{-4} \times M$
2	$11.07 \times 10^{-4} \times M$	2	$17.65 \times 10^{-4} \times M$
4	$17.55 \times 10^{-4} \times M$	4	$27.97 \times 10^{-4} \times M$
6	$27.97 \times 10^{-4} \times M$	6	$44.58 \times 10^{-4} \times M$

MOMENTOS MAXIMOS PARA REGULACION DEL 1-2-3-4- y 5 %

CONDUCTORES DE COBRE						CONDUCTORES DE ALUMINIO					
Calibre	Regulación					Calibre	Regulación				
	1%	2%	3%	4%	5%		1%	2%	3%	4%	5%
2/0	1780	3560	5320	7100	8900	2/0	1115	2220	3345	4460	5570
1/0	1440	2870	4320	5760	7200	1/0	900	1800	2700	3600	4500
2	905	1810	2720	3620	4520	2	565	1130	1695	2260	2825
4	570	1140	1715	2280	2850	4	360	720	1080	1440	1800
6	360	720	1075	1430	1800						

TABLA III

CARACTERISTICAS DE CONDUCTORES A.C.S.R. DESNUDOS

Circular Mils o A.W.G.	Número de hilos		Diámetro de cada hilo en mm		Diámetro Total en mm.	Sección en mm².			Resistencia a 25° C 60 c. s. en ohm. Km.	Resistencia a 50°C. 60 c. s. en ohm. Km.	Reactancia inductiva a 60 c. s. en ohm. Km. Sep. entre cond. 0,324 m.	Reactancia capacitiva a 60 c. s. en Meg. Km. Sep. entre cond. 0,324 m.	Carga de ruptura en Kgs.	Peso en Kg. Km.	(1) Capacidad en Amperios	(2) Equivalente A.W.G. o circular Mils de cobre
	Aluminio	Acero	Aluminio	Acero		Aluminio	Acero	Total								
500.000	30	7	3,27	3,27	22,68	251,79	58,75	310,54	0,1162	0,1280	0,2616	0,0691	11.090	1.162,81	690	314.500
477.000	26	7	3,44	2,67	21,79	241,45	38,12	280,57	0,1218	0,1342	0,2672	0,0644	8.831	976,63	670	300.000
477.000	30	7	3,20	3,20	22,42	241,15	56,26	297,41	0,1218	0,1342	0,2635	0,0689	10.590	1.109,49	670	300.000
397.500	26	7	3,13	2,44	19,88	199,81	32,63	232,50	0,1460	0,1609	0,2740	0,0630	7.359	813,85	590	250.000
397.500	30	7	2,92	2,92	20,47	200,64	46,81	247,45	0,1460	0,1609	0,2703	0,0685	9.081	924,41	600	250.000
336.400	26	7	2,89	2,24	18,31	170,45	27,37	198,02	0,1727	0,1901	0,2802	0,0645	6.386	688,88	530	4/0
336.400	30	7	2,68	2,68	18,82	169,11	39,45	208,56	0,1727	0,1901	0,2763	0,0641	7.745	782,54	530	4/0
300.000	26	7	2,72	2,12	17,27	150,82	24,09	175,51	0,1952	0,2125	0,2846	0,0656	5.750	614,41	490	188.700
300.000	30	7	2,54	2,54	17,78	151,92	35,44	187,36	0,1952	0,2125	0,2809	0,0651	7.013	697,63	500	188.700
266.800	26	7	2,57	2,00	16,30	134,78	21,98	156,76	0,2175	0,2392	0,2889	0,0667	5.113	546,14	460	3/0
266.800	6	7	5,35	1,78	16,04	134,78	17,36	152,14	0,2187	0,3430	0,3760	0,0670	4.884	509,06	460	3/0
4/0	6	1	4,77	4,77	14,31	107,16	17,86	125,02	0,2765	0,3679	0,3610	0,0691	3.827	435,61	340	2/0
3/0	6	1	4,24	4,24	12,72	84,66	14,11	98,77	0,3489	0,4493	0,3659	0,0712	3.034	345,49	300	1/0
2/0	6	1	3,78	3,78	11,34	67,20	11,21	78,50	0,4387	0,5562	0,3983	0,0734	2.672	274,02	270	1
1/0	6	1	3,37	3,37	10,11	53,48	8,91	62,39	0,5518	0,6960	0,4077	0,0755	1.945	217,24	230	2
1	6	1	3,00	3,00	9,00	42,39	7,06	49,45	0,6960	0,8576	0,4133	0,0776	1.581	172,32	200	3
2	6	1	2,67	2,67	8,01	33,57	5,59	39,16	0,8763	1,0503	0,4133	0,0798	1.268	136,73	180	4
4	6	1	2,11	2,11	6,33	20,96	3,49	24,45	1,3921	1,5972	0,4095	0,0842	831	85,88	140	6
6	6	1	1,67	1,67	5,01	13,13	2,18	15,31	2,2125	2,4735	0,4182	0,0884	531	53,95	100	8

DATOS TOMADOS DEL "ELECTRICAL TRANSMISSION AND DISTRIBUTION REFERENCE BOOK".

(1) Para: conductor a 75° C.; Aire: 25° C.; Viento: 2.254 km/h; f = 60 c. s.

(2) Basado en cobre 97%; Aluminio 61%. (Conductividad Eléctrica).

TABLA IV

CARACTERISTICAS ELECTRICAS Y MECANICAS DE LOS CONDUCTORES CABLEADOS DE ALUMINIO (AASC)

Sección de aluminio		Cableado, Nº y Diámetro de hilos, mm.		Diámetro del conductor, mm.	Resistencia a la rotura, Kg.	Resistencia CC a 20ºC. ohmios por Km.	Peso Kg. por Km.
A.W.G. ó Mils circulares	mm²	Nº	Diámetro				
6	13,3	7	1,55	4,7	425	2,497	36,3
4	21,2	7	1,96	5,9	675	1,570	57,7
2	33,6	7	2,47	7,4	1.075	0,987	91,8
1/0	53,5	7	3,12	9,4	1.715	0,620	146,1
2/0	67,4	7	3,50	10,5	2.070	0,492	184
3/0	85,0	7	3,93	11,8	2.610	0,390	232
4/0	107,3	7	4,42	13,3	3.295	0,310	293
250.000	126,7	19	2,91	14,6	3.845	0,263	348
300.000	152,0	19	3,19	16,0	4.615	0,219	417
350.000	177,3	19	3,45	17,2	5.160	0,188	487
400.000	202,7	19	3,69	18,4	5.900	0,165	556
450.000	228,0	19	3,91	19,6	6.630	0,146	626
500.000	253,4	19	4,12	20,6	7.370	0,132	695
550.000	278,7	37	3,10	21,7	8.460	0,120	768
600.000	304,0	37	3,23	22,6	9.230	0,110	838
650.000	329,4	37	3,37	23,6	10.000	0,102	908
700.000	354,7	37	3,49	24,4	10.325	0,0945	978
750.000	380,0	37	3,62	25,3	11.050	0,0882	1.048
800.000	405,4	37	3,73	26,1	11.800	0,0827	1.117
900.000	456,0	37	3,96	27,7	13.275	0,0735	1.257
1.000.000	506,7	37	4,18	29,2	14.750	0,0662	1.397

NOTA: Conductividad eléctrica a 20°C: mínima = 52,5 %

Coeficiente de resistencia con temperatura a 20°C = 0,00347/°C

Coeficiente de dilatación lineal entre 10°C y 100°C = 23×10^{-6}/°C

Módulo de elasticidad:	Cableado Nº de hilos	Kg/mm².
Inicial	7	5.600
(Valores promedio	19	5.400
apreciables hasta 50%	37	5.200
de la resistencia a la rotura del conductor)		
Final	7	6.450
	19	6.350
	37	6.250

TABLA IX – CARACTERISTICAS DE CONDUCTORES DE ALUMINIO AISLADO PARA 600 VOLTIOS

	(1)	(2)	(3)	(4)
Calibre de conductor A.W.G. ó m.c.m.	Capacidad en Amperios			
	TW		Goma-Neopreno	
	al aire	enterrado	al aire	enterrado
2.000 m.c.m.	960	470	1.150	560
1.750 m.c.m.	875	455	1.050	545
1.500 m.c.m.	795	435	950	520
1.250 m.c.m.	710	405	855	485
1.000 m.c.m.	625	375	750	445
900 m.c.m.	580	355	700	425
800 m.c.m.	535	330	645	395
750 m.c.m.	515	320	620	385
700 m.c.m.	500	310	595	375
600 m.c.m.	455	285	545	340
500 m.c.m.	405	260	485	310
400 m.c.m.	355	225	425	270
350 m.c.m.	330	210	395	250
300 m.c.m.	290	190	350	230
250 m.c.m.	265	170	315	205
4/0 AWG	230	155	280	180
3/0 AWG	200	130	240	155
2/0 AWG	175	115	210	135
1/0 AWG	150	100	180	120
1 AWG	130	85	155	100
2 AWG	110	75	135	90
3 AWG	95	65	115	75
4 AWG	80	55	100	65
6 AWG	60	40	75	50
8 AWG	45	30	55	40
10 AWG	30	25	30	25
12 AWG	20	15	20	15

DATOS TOMADOS DEL "NATIONAL ELECTRICAL CODE HANDBOOK".

NOTAS: — Las capacidades de carga indicadas en las columnas (2) y (4) son para un máximo de 3 cables por conducto. Para 6 conductores la capacidad se reduce al 80% y para 9 conductores al 70%.

— Las capacidades de carga indicadas en las columnas (1), (2), (3) y (4) corresponden a una temperatura ambiente de 30° C. Para temperaturas superiores deberán aplicarse los siguientes factores de corrección:

Columnas (1) y (2): 40° C — 0,82; 45° C — 0,71, 50° C — 0,58

Columnas (3) y (4): 40° C — 0,88; 45° C — 0,82; 50° C — 0,75

TABLA X – INTENSIDADES DE CORRIENTE ADMISIBLES (Amperios)

Cables monopolares con aislamiento de goma en conductos subterráneos.
Temperatura del cobre 60° C.

Sección A.W.G. o M.C.M.	0 - 5.000 volts.				5.001 - 8.000 volts.				8.001 - 15.000 volts.			
	NUMERO DE CONDUCTOS											
	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12
8	63	60	56	53	67	63	59	55	—	—	—	—
6	84	78	73	70	88	81	75	71	86	80	74	71
4	109	102	95	90	113	105	97	92	113	104	97	91
2	144	132	123	116	148	136	125	118	148	136	125	117
1	163	150	140	132	170	156	144	135	167	152	141	132
1/0	187	171	159	150	193	177	163	153	192	176	162	152
2 0	215	198	182	169	220	201	185	173	220	199	184	173
3 0	245	223	205	192	251	230	210	196	251	227	209	196
4/0	280	255	234	219	288	261	239	223	285	257	236	219
250	309	279	255	239	316	285	260	243	310	278	257	237
300	344	310	284	265	351	316	287	269	341	306	281	258
350	376	336	306	287	383	345	312	291	372	333	303	279
400	404	362	329	308	413	370	335	312	403	359	325	301
500	459	412	375	348	466	416	379	350	454	406	368	339
600	506	451	410	382	517	459	415	383	502	448	405	368
700	550	473	445	413	563	498	450	416	549	486	441	401
800	590	526	477	442	603	531	480	442	590	526	474	434
900	631	562	509	470	641	565	510	470	630	558	503	462
1.000	667	592	538	496	673	595	537	495	669	590	532	489

Factores de corrección para varias temperaturas ambiente:

Temperatura °C.	0 - 5.000 volts.				5.001 - 8.000 volts.				8.001 - 15.000 volts.			
	NUMERO DE CONDUCTOS											
	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12
15	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06
20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
25	0,94	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93
30	0,87	0,87	0,87	0,87	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86
35	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78
40	0,71	0,71	0,71	0,71	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,69	0,69	0,69

NOTAS: 1) Frecuencia: 60 c/s; temperatura ambiente: 20° C.
2) La Operación de las pantallas será en circuito abierto; por ejemplo: enlazadas y puestas a tierra en un solo punto.
3) Los Conductores son trenzados.
4) Un solo cable por conducto; todos los conductores igualmente cargados y solamente en conductos exteriores.
5) Los valores nominales de corriente indicados incluyen las pérdidas en el dieléctrico y por efecto pelicular.

DATOS TOMADOS DEL "MANUAL OF TECHNICAL INFORMATION".
Rome Cable Corporation.

TABLA XVIII.–INTENSIDADES DE CORRIENTE ADMISIBLES (Amperios)

Cables con aislamiento de goma en conductos subterráneos. Tres conductores monopolares por conducto. Temperatura del cobre: 85° C.

Sección AWG o MCM.	0 - 5.000 volts.					5.001 - 8.000 volts.					8.001 - 15.000 volts.				
	NUMERO DE CONDUCTOS														
	1	3	6	9	12	1	3	6	9	12	1	3	6	9	12
8	66	59	53	49	45	67	59	53	48	45	—	—	—		-
6	86	75	67	61	57	87	76	67	61	57	88	78	67	62	57
4	112	97	87	79	72	115	98	88	79	72	112	98	86	78	70
2	147	126	113	102	93	147	126	112	100	92	149	127	113	100	92
1	169	145	127	116	104	168	144	126	114	104	172	146	126	115	102
1/0	191	164	145	129	119	193	163	144	128	118	193	165	144	129	117
2/0	218	186	153	146	135	222	186	164	148	134	220	185	160	145	130
3/0	252	213	185	167	152	250	212	184	164	150	252	212	184	165	148
4/0	286	243	202	189	172	286	242	208	186	169	288	241	209	185	168
250	314	265	229	206	186	311	261	226	201	184	315	262	227	201	182
300	349	292	253	226	206	345	289	248	222	201	349	289	249	221	199
350	381	317	274	239	215	379	315	271	241	218	380	314	270	239	215
400	411	342	294	264	238	409	339	291	258	234	409	335	288	257	230
500	466	385	330	295	268	465	381	327	289	261	465	380	323	286	257
600	517	425	362	321	291	514	420	358	315	286	514	417	353	313	280
700	558	457	391	346	313	557	452	384	333	306	557	450	381	335	300

Factores de corrección para varias temperaturas ambiente:

Tempe-tura °C.	0 - 5.000 volts.					5.001 - 8.000 volts.					8.001 - 15.000 volts.				
	NUMERO DE CONDUCTOS														
	1	3	6	9	12	1	3	6	9	12	1	3	6	9	12
15	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
25	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
30	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
35	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88
40	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83

NOTAS: 1) Frecuencia = 60 c/s.; temperatura ambiente = 20° C.
2) La operación de las pantallas será en circuito cerrado.
3) Los Conductores son trenzados.
4) Los valores nominales de corriente indicados, incluyen las pérdidas en el dieléctrico y las pérdidas por efecto pelicular.

DATOS TOMADOS DEL: "MANUAL OF TECHNICAL INFORMATION". Rome Cable Corporation.

Centro de Documentación Ambiental
CAR
01259