



INSTITUTO SUPERIOR MINERO METALÚRGICO

“Dr. Antonio Núñez Jiménez”

FACULTAD DE METALURGIA- ELECTROMECAÁNICA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

Trabajo de Diploma en Opción al

Título

Ingeniero Eléctrico.

*Título: Procedimiento para la continuidad de servicio eléctrico a los
clientes de primera categoría del municipio Moa.*

Autor: Osvaldo Segura Breffe.

Tutor (es): Ing. Yordan Guerrero Rojas.

Ing. Samuel Pineda Machado

Moa 2010

“Año 52 de la Revolución”

Declaración de Autoridad

Yo: Osvaldo Segura Breffe

Autor de este Trabajo de Diploma certifico su propiedad intelectual a favor del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa “ Dr. Antonio Núñez Jiménez ”, y hacer uso del mismo en la finalidad que estime conveniente a Ing. Yordan Guerrero Rojas.

Firma del Tutor.

Firma del Diplomante.

PENSAMIENTO

Nunca consideres el estudio como una obligación, sino como una oportunidad para penetrar en el bello y maravilloso mundo del saber.

Albert Einstein.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de diploma de una forma muy especial a mis abuelos Gladys Belky Gonzalez Araujo y Eduardo Breffe Blaya a mis tíos Marta Mara Breffe, Gonzalez y Eduardo José Breffe Gonzalez los cuales supieron educarme y comprenderme con su amor y cariño. A mi hermana Zadia Torre Breffe quien de cierta forma me ha brindado su apoyo en todo este tiempo de mi superación. También a todos mis familiares y amigos que de una forma u otra me han ayudado para alcanzar el éxito.

Para todos Gracias.

Oswaldo Segura Breffe

AGRADECIMIENTOS

En especial a mis padres Maricela Breffe Gonzalez y Osvaldo Segura Sardiña por la confianza depositada en mí para que pudiese llegar a lo que soy hoy, a los amigos que contribuyeron a que este sueño fuese realidad, a mi familia y a todos aquellos que no están con nosotros y que llevo presente en cada paso de mi vida.

Agradezco a todos los compañeros de aula, por toda la ayuda que me brindaron, a mis compañeros de cuarto que como hermanos siempre me ayudaron en todo.

Agradezco a todos los profesores y de manera especial a mi tutor Ing. Yordan Guerrero Rojas por sus conocimientos brindados para garantizar el éxito de este trabajo.

RESUMEN

En este trabajo se establece un procedimiento para mantener el suministro eléctrico a veinte clientes de primera categoría en diferentes situaciones de emergencia, para lo que fue necesario identificar los clientes de primera categoría del municipio por su importancia social y económica, determinar su demanda promedio y su capacidad de generación propia mediante grupos de emergencia. Se establecen las situaciones de desconexión de la subestación Moa 110 kV del Sistema Electroenergético Nacional y la salida de servicio de las subestaciones de distribución principales.

El primer capítulo está dedicado al marco teórico tratando los aspectos fundamentales de sistemas y suministro eléctrico, necesarios para el desarrollo de este trabajo. Se tienen en cuenta los elementos fundamentales que forman las redes de distribución.

En el segundo capítulo se caracteriza el sistema de distribución municipal, se identifican y ubican en un mapa del municipio los clientes de primera categoría y se determina su demanda. Se caracterizan y ubican en el mismo mapa los grupos electrógenos de emergencia y los enlaces entre circuitos. Son planteadas las posibilidades de interconexión entre circuitos y la forma en que se alimentan los clientes de primera categoría.

Por último en el tercer capítulo se realizan los procedimientos para la alimentación de los clientes por medio de la Batería de Grupos Electrónicos Diesel de forma concentrada y desconcentrada, Analizando las posibilidades de empleo de las termoeléctricas de las industrias del níquel, la generación de emergencia del Hospital Guillermo Luís, el Combinado Mecánico y la Potabilizadora. Finalizando con una valoración social del trabajo.

SUMMARY

In this work a procedure to maintain the electric supply to twenty clients of first category in different emergency situations is established, therefore was necessary to identify the clients of first category of the municipality by its social and economic importance, to determine its average demand and its capacity of own generation by means of emergency generating sets. The Moa 110 kV substation's situations to the disconnection from the National Electric Power were established and the exit of service of the main distribution substations.

The first chapter is dedicated to the theoretical aspects treating the necessary fundamentals of systems and electric supply, for the development of this work. The principal elements about distribution networks are kept in mind.

In the second chapter the distribution system of the municipality is characterized, the first category clients are identified and located in a map of the town and its demand is determined. The emergency generation sets and the connections among circuits are characterized and located in the same map. The possibilities of circuit's interconnection are outlined and the way the first category clients are feed.

Lastly, in the third chapter the procedures to feed the clients by means of the Battery of Diesel Generation Sets in a concentrated and disperse way are done. The possibilities to feed them by means of the steam power plants of the nickel enterprises, by means of the emergency generation of the Hospital Guillermo Luis, the Combinado Mecánico and the Water Treatment Plant, are analysed. Ending with a social valuation of the work.

INDICE

Introducción General.....	1
Situación problemática.....	1
Hipótesis.....	2
Objetivo General.....	2
Objetivos Específicos:.....	2
Tareas de la investigación.....	2
CAPÍTULO 1. Marco Teórico- Investigativo.....	3
1.1 Introducción.....	3
1.2 Ley 75 de la Defensa. Situaciones excepcionales.....	3
1.3 Categoría de los consumidores.....	5
1.4 Materiales y equipos de redes eléctricas.....	6
1.4.1 Tipos de redes.....	7
1.4.2 Transformadores.....	17
1.4.3 Pararrayos.....	21
1.4.4 Desconectivo en aire.....	24
1.4.5 Desconectivo rígido individual.....	24
1.4.6 Seccionadores.....	25
1.4.7 Desconectivo.....	30
1.4.8 Estribos.....	30
1.4.9 Grapa de conexión en caliente.....	30
1.4.10 Conductores.....	31
1.5 Conclusiones del Capítulo.....	32
CAPÍTULO 2. Caracterización de los clientes de primera categoría por circuitos.....	33
2.1 Introducción.....	33
2.2 Características de los circuitos residenciales del municipio Moa.....	33
2.2.1 Localización y límites.....	35
2.2.2 Enlaces y puentes.....	37
2.3 Clientes de primera categoría.....	41
2.3.1 Clientes de primera categoría por circuitos. Demanda.....	46
2.4 Grupos electrógenos de emergencia.....	47
2.5 Manipulaciones.....	51
2.5.1 Caso de estudio 1. Salida de servicio de la Subestación Moa Vieja.....	52
2.5.2 Caso de estudio 2. Salida de servicio de la Subestación Vivienda Checa.....	53
2.5.3 Caso de estudio 3. Salida de servicio de la Subestación Rusky.....	54
Título Procedimiento para la continuidad de servicio eléctrico a los clientes de primera categoría del municipio Moa.....	VII

2.5.4 Caso de estudio 4. Salida de servicio de las líneas de alta tensión que alimentan a la subestación Moa 110 kV. .	55
2.5.5 Caso de estudio 5. Alimentación desde las Industrias.....	56
2.6 Conclusiones del Capítulo.	56
CAPÍTULO 3. Procedimientos.....	57
3.1 Introducción.....	57
3.2 Procedimiento para la operación conjunta SEN o Batería de Grupos Electrógenos Diesel.	57
3.3 Procedimiento para la alimentación desde la termoeléctrica de la Empresa Che Guevara.....	70
3.4 Procedimiento para la alimentación desde la termoeléctrica de la Empresa Pedro Sotto Alba.	71
3.5 Procedimiento para la alimentación desconcentrando la Batería Moa.....	72
3.6 Procedimiento para la alimentación desde los grupos de emergencia del Hospital Guillermo Luís.	76
3.7 Procedimiento para la alimentación desde la generación de emergencia del Combinado Mecánico.	77
3.8 Procedimiento para la alimentación desde la generación de emergencia del la Potabilizadora.	78
3.9 Valoración social.....	79
3.5 Conclusiones del Capítulo.	79
CONCLUSIONES GENERALES.....	80
RECOMENDACIONES.....	81
BIBLIOGRAFÍA.....	82
ANEXOS	

Introducción General.

La generación distribuida en su nueva concepción formando parte de grandes sistemas de potencia posibilita la alimentación de cargas mayores en la creación de microsistemas. Sin embargo el trabajo aislado es su mayor aplicación. En todas las sociedades y economías existen clientes que son de mucha importancia, y a los cuales no les debe faltar la energía eléctrica.

En nuestro territorio se cuenta con una instalación formada por 8 grupos electrógenos desmontables que puede operar bajo condiciones normales en forma de Batería, asumiendo parte de la demanda residencial y pequeña estatal. Se cuenta además con la generación de las empresas del níquel que pueden alimentar algunos de los clientes más importantes. Pero son las situaciones excepcionales impredecibles, por lo que existe la posibilidad de tener que alimentar solamente a los clientes de primera categoría, en caso de catástrofe o guerra. No todos estos clientes poseen generación de emergencia, por lo que contar con un procedimiento que facilite la operación y agilice el trabajo de la UEB Moa es de vital importancia para estas situaciones.

Situación problemática.

Durante situaciones excepcionales los clientes de primera categoría juegan un papel fundamental en la preservación de la vida de las personas y las actividades económicas fundamentales. A estos clientes es necesario mantenerles el suministro de energía eléctrica hasta el último momento, dando paso finalmente a la operación de la generación de emergencia con que estos cuentan. En el municipio Moa, no todos los clientes de primera categoría cuentan con grupos electrógenos de emergencia y no se cuenta con un procedimiento que permita la continuidad del servicio por más de una vía a estos clientes.

Hipótesis.

De contar con un procedimiento para garantizar la continuidad de servicio eléctrico a los clientes de primera categoría en el municipio Moa, se pueden mantener servicios vitales para la población y actividades económicas fundamentales en situaciones excepcionales.

Objetivo General.

Realizar procedimiento para prestar servicio eléctrico a los clientes de primera categoría del municipio Moa durante situaciones excepcionales.

Objetivos Específicos:

1. Identificar los tipos de configuraciones de redes de distribución.
2. Identificar los clientes de primera categoría.
3. Determinar la demanda de los clientes de primera categoría.
4. Realizar un procedimiento para la continuidad de servicio.

Tareas de la investigación.

1. Investigar las configuraciones de redes de distribución.
2. Documentar las situaciones excepcionales.
3. Identificar los componentes principales de las redes eléctricas.
4. Caracterizar los circuitos de distribución.
5. Identificar los clientes de primera categoría por circuitos.
6. Caracterizar los clientes de primera categoría.
7. Documentar los grupos electrógenos de emergencia instalados.
8. Establecer las manipulaciones a realizar para alimentar los clientes de primera categoría.

CAPÍTULO 1. Marco Teórico- Investigativo.

1.1 Introducción.

En el presente capítulo se presentan las bases teóricas que dan paso a esta investigación, se realiza la fundamentación de las situaciones excepcionales, la clasificación de los clientes según su categoría y los componentes de las redes eléctricas.

1.2 Ley 75 de la Defensa. Situaciones excepcionales.

Fundamentos de las situaciones excepcionales.

En la Ley 75 de la Defensa Nacional, en su **Capítulo Dos**, referido a las Situaciones Excepcionales, en su Sección Primera plantea las siguientes disposiciones generales:

ARTÍCULO 9: Las situaciones excepcionales constituyen estados de ese carácter que se establecen, de forma temporal, en todo el territorio nacional o en una parte de él, en interés de garantizar la defensa nacional o proteger a la población y la economía en caso o ante la inminencia de una agresión militar, de desastres naturales, otros tipos de catástrofes u otras circunstancias que por su naturaleza, proporción o entidad afecten el orden interior, la seguridad del país o la estabilidad del Estado.

Según La Constitución y la presente Ley 75, pueden declararse las situaciones excepcionales siguientes:

Estado de Guerra o la Guerra;

Movilización General; y

Estado de Emergencia.

ARTÍCULO 11: Las autoridades facultadas por el Consejo de Defensa Nacional pueden establecer, con carácter obligatorio, en dependencia de la situación excepcional que se declare y en el territorio en que esta se encuentre vigente, entre otras, algunas o la totalidad de las medidas siguientes:

a) las dirigidas a preservar el orden interior, reforzar la protección de las entidades y garantizar la vitalidad de la población y la economía;

- b) la evacuación de los ciudadanos de sus lugares de residencia, con el propósito de protegerlos contra los peligros de la guerra, de los desastres naturales u otros tipos de catástrofes, así como facilitar las condiciones necesarias para su supervivencia;
- c) las que tengan como objetivo la protección de los extranjeros que se encuentren en el territorio nacional, acorde con los tratados internacionales;
- d) las destinadas a la protección de los bienes que integran el patrimonio nacional;
- e) la evacuación de las cargas seleccionadas de los puertos, aeropuertos, depósitos y almacenes hacia lugares seguros;
- f) la regulación del oscurecimiento y enmascaramiento de la luz;
- g) el llamado a las filas del servicio militar o la movilización de los ciudadanos durante el tiempo que resulte necesario;
- h) la adopción de un sistema especial de identificación;
- i) la regulación de la circulación y los cambios de domicilio de las personas;
- j) las que regulen el funcionamiento de los medios de difusión y de comunicación, de manera ajustada a las condiciones del momento; y
- k) la implantación de un régimen especial de entrada y salida del territorio nacional.

En la Sección Segunda referida al Estado de Guerra o la Guerra, plantea:

ARTÍCULO 14: El estado de guerra o la guerra es la situación excepcional de mayor trascendencia que se declara en todo el territorio nacional, con el objetivo de emplear todas las fuerzas y recursos de la sociedad y el Estado para mantener y defender la integridad y la soberanía de la patria.

En la Sección tercera referida a la Movilización general, plantea:

ARTÍCULO 17: La movilización general es la situación excepcional que se establece en todo el territorio nacional para alcanzar, de forma gradual y progresiva, la completa disposición combativa del país y situarlo en condiciones de mantener su integridad y soberanía, mediante la realización de un conjunto de medidas y actividades en el que participan los órganos y organismos estatales, las entidades económicas, instituciones sociales y los ciudadanos.

En la Sección cuarta referida al Estado de emergencia, plantea:

ARTÍCULO 20: El estado de emergencia, de conformidad con el artículo 67 de la Constitución, se declara en caso o ante la inminencia de desastres naturales o catástrofes u otras circunstancias que por su naturaleza, proporción o entidad afecten el orden interior, la seguridad del país o la estabilidad del Estado, en todo el territorio nacional o en una parte de él y durante su vigencia se puede disponer la movilización de la población.

1.3 Categoría de los consumidores.

Al proyectar las redes, la apreciación de los consumidores en lo concerniente al proporcionamiento de la confiabilidad del abastecimiento de energía eléctrica se efectúa de acuerdo con ciertas categorías convencionales, establecidas en las Reglas de Estructuras de las Instalaciones Eléctricas (REIE). En el presente, a la 1^{ra} categoría corresponden los consumidores, cuya alteración del suministro de electricidad a los cuales puede traer consigo: peligro para la vida de las personas, un daño considerable a la economía nacional, el deterioro de la maquinaria, desechos en la masa de la producción, alteración de un proceso tecnológico complicado y alteración de elementos particularmente importantes de la economía urbana. Los consumidores de la 1^{ra} categoría deben ser abastecidos por **no menos de dos fuentes independientes de energía eléctrica**. El tiempo de interrupción del abastecimiento eléctrico puede tolerarse solo para el tiempo necesario para conectar automáticamente la alimentación de reserva. Fuente independiente se considera la fuente de alimentación de la unidad dada, la cual conserva el voltaje al desaparecer éste. Por ejemplo, fuentes independientes pueden ser las barras de dos centrales eléctricas o sub-centrales, dos secciones de barras colectoras de una central eléctrica o sub-central, con la condición de que cada una de las secciones se alimentan de una fuente independiente y dichas secciones no están ligadas entre sí, etc.

Para los grupos Receptores de Energía Eléctrica (REE) particularmente importantes, cuyas interrupciones imprevistas de suministro de energía eléctrica son peligrosas para la vida de las personas o que pueden provocar explosiones y destrucciones de los equipos tecnológicos básicos, además de las dos fuentes independientes de alimentación, hay que prever una tercera fuente independiente (de emergencia). Esta debe hallarse en constante

disponibilidad y se conecta automáticamente al desaparecer el voltaje en las dos fuentes principales de alimentación. Para esto puede emplearse centrales eléctricas ambulantes, baterías de acumuladores, pequeños motores diesel y otros motores, como asimismo las comunicaciones eléctricas con otras fuentes próximas, no empleadas normalmente para la unidad dada provistas de alimentación independiente y pertrechada con Entrada de Reserva Automática (ERA).

A la 2^{da} categoría pertenecen los consumidores, cuya interrupción de suministro de energía eléctrica a los cuales esta ligada al incumplimiento de producción en masa, a la inactividad de los obreros, mecanismos y transporte industrial, a la aceleración de la actividad normal de una gran cantidad de habitantes urbanos. Para esto consumidores puede haber interrupciones en el abastecimiento eléctrico por un período indispensable para la conexión de la alimentación de reserva por el personal de guardia o la brigada móvil. Por esto la alimentación de los consumidores de la 2^{da} categoría de LA de 6 kV y más, cuyo funcionamiento es relativamente fiable y los posibles deterioros se restablecen con rapidez, pueden emplearse líneas unitarias no reservadas. Para la alimentación de los consumidores de 2^{da} categoría por líneas de cables, las líneas no reservadas pueden emplearse con la condición de que la línea consta por lo menos de dos cables paralelos con conectadores en los extremos de cada uno de ellos. La conveniencia de reservación de abastecimiento eléctrico a los consumidores de la 2^{da} categoría se resuelve mediante la comparación del daño a la economía nacional, no habiendo reservación y las inversiones complementarias indispensables para su realización.

A la 3^{ra} categoría pertenecen todos los consumidores restantes. Para éstos se permiten interrupciones en el abastecimiento de la electricidad por un período indispensable para la reparación o sustitución del elemento deteriorado de la red, pero no mayor de un día.

1.4 Materiales y equipos de redes eléctricas.

Las redes eléctricas están constituidas por diferentes equipos y dispositivos encargados de garantizar el servicio eléctrico con calidad y estable a los clientes. Se fabrican teniendo en cuenta las posibles fallas y las perturbaciones que puedan ocurrir. A continuación se pueden

apreciar las características de las redes eléctricas de distribución y sus componentes de forma general y particular en el caso de estudio.

1.4.1 Tipos de redes.

Las redes, en dependencia de la distancia, potencia de transmisión eléctrica y cantidad de consumidores, son distintas por su grado de complejidad, versión del diseño, datos característicos (parámetros), etc. Esta relación frecuentemente es multietápica, con conversión intermedia de la energía eléctrica. Por esta razón es conveniente clasificar las redes según una serie de índices, los principales de estos son: versión del diseño, género de la corriente, naturaleza de los consumidores, tensión nominal, esquema de las conexiones.

Por la versión del diseño, existen líneas aéreas o de cables y tendidos interiores. Las líneas se llaman aéreas, si está hecha de conductores no aislados, que con ayuda de aisladores se suspenden encima de la tierra sobre postes o torres. Las redes exteriores (fuera de edificios) en la mayoría de los casos son aéreas, ya que éstas son más sencillas en la construcción y explotación y más baratas que las de cables. Pero las líneas aéreas se someten más a los deterioros.

Las redes se hacen de cables en el caso cuando por algunas causas es inadmisibles el empleo de las líneas aéreas: en las condiciones de una gran urbe, en el territorio de una empresa industrial, etc.

Por la naturaleza de los consumidores y en dependencia de la destinación del territorio por el que se tienden, se distinguen: redes en las ciudades, redes en las empresas industriales, redes rurales, redes de los sistemas energéticos o distritales: en el territorio de un distrito grande o de una región. Además, se emplean las nociones: redes de distribución, de alimentación, líneas de transmisión eléctricas y redes principales de los sistemas energéticos.

Se llaman redes distribuidoras tales redes, a las cuales se conectan directamente los REE. Las redes restantes deben considerarse de alimentación. Sin embargo, frecuentemente se llaman también distribuidoras las redes de mayores tensiones, si a ellas se acoplan un gran número de sub-centrales receptoras y son muy ramificadas.

Generalmente, la división de las redes según el esquema de conexiones se basa en la fiabilidad del suministro eléctrico de los consumidores. Se distinguen las redes: abiertas o radiales, cerradas o en anillo, y abiertas reservadas que garantizan mayor seguridad.

En las redes abiertas la alimentación de cada carga puede transcurrir sólo en una dirección. En caso de desconexión de cualquier elemento del circuito de esta tensión, cesa la alimentación (Figura 1.1).

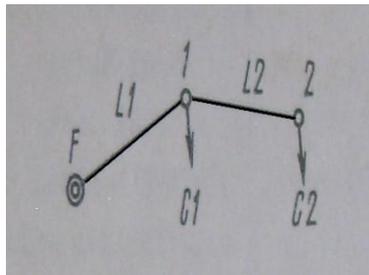


Figura. 1.1 Esquema de una red abierta.

En las redes cerradas la alimentación de los consumidores puede tener lugar por lo menos en dos direcciones (Figura 1.2).

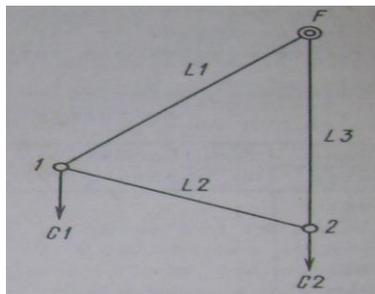


Figura. 1.2 Esquema de una red cerrada.

La desconexión de cualquiera de los elementos del circuito de una de las direcciones no conduce al cese de la alimentación. En las redes abiertas reservadas la alimentación de los consumidores pueden ser restablecidas mediante conmutaciones manuales o automáticas.

Por ejemplo, a régimen normal, la carga C1 se alimenta por la línea L1 de la fuente F1 (figura 1.3).

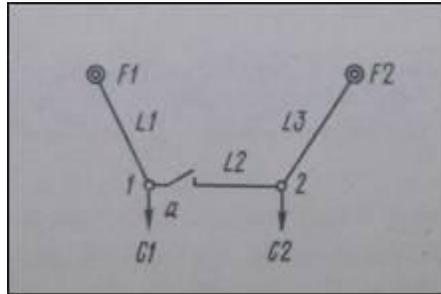


Figura. 1.3 Esquema de una red de mayor fiabilidad

Al desacoplar la línea L1, después de las conmutaciones en el punto a, la carga C1 recibe alimentación de la fuente F2 de la línea L2.

Al analizar el funcionamiento de una red hay que distinguir los parámetros de los elementos de la red y de su régimen de trabajo.

En la proyección y explotación de las redes eléctricas, en el análisis de su funcionamiento desempeñan un papel esencial los esquemas de conexiones de las líneas y sub-centrales. El abastecimiento infalible y económico de energía eléctrica con la calidad requerida depende en grado considerable de los esquemas de conexiones empleados en las líneas y sub-centrales. Al proyectar las líneas, deben elegirse los esquemas principales de las sub-centrales, y al proyectarse estas deben conocerse los esquemas de las líneas. Durante la explotación de los sistemas de abastecimiento de electricidad a los consumidores deben tomarse en consideración los esquemas de conexiones de las líneas y sub-centrales.

Las redes eléctricas están pertrechados con los aparatos desconectores siguientes: hasta 1000 V de voltaje – con interruptores de cuchilla, cortacircuitos fusibles y autómatas, para tensiones elevadas – interruptores, disyuntores, separadores y cortacircuitos fusibles. Los interruptores sirven para la conexión y desconexión operativa de los circuitos bajo corrientes de carga relativamente pequeñas (no más de varios amperios), por ejemplo, corrientes de marcha en vacío de los transformadores de alimentación.

Para reducir el precio de las redes eléctricas y las inversiones de metal no ferroso y acero, para su construcción se emplean esquemas más simples, provistos de dispositivos automáticos que elevan la fiabilidad de su funcionamiento. A continuación se someten a examen los esquemas de principio, más comunes para las redes eléctricas de diferentes tipos.

Los esquemas de redes eléctricas sin reservación abiertas son los más sencillos y baratos. En la figura 1.4, se da el esquema de una red semejante de 6-20 kV de tensión.

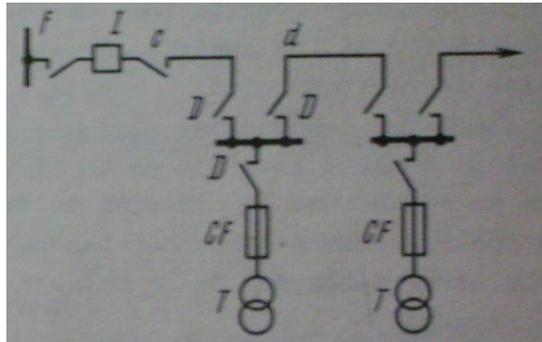


Figura. 1.4 Esquema de red distribución abierta sin reservación.

Del lado de la fuente de alimentación *F* está provista de un interruptor *I* con protección por relé. Los transformadores *T* están protegidos por cortacircuitos fusibles *CF*. Cada sector de la línea se acopla a través de disyuntores *D*. La desventaja sustancial de este esquema consiste en que al desconectar su sector de cabeza *cd*, los consumidores conectados a la línea dada pierden alimentación para el tiempo de eliminación de la avería.

Las redes abiertas sin reservación se emplean para el abastecimiento de electricidad a los consumidores menos importantes conectados a la línea: en las redes de distribución de los distritos rurales y urbanos con carga municipal-doméstica. Los esquemas abiertos sin reservación es más conveniente emplearlos en las redes aéreas que de cables. La reparación de las líneas aéreas se efectúa con relativa rapidez. La reducción del intervalo en el suministro de electricidad puede lograrse a cuenta de medidas no complicadas: la suspensión de cables metálicos, aplicación de conexión automática reiterada y la ejecución de los trabajos de reparación bajo tensión. En los casos de deterioro de una fase de línea aérea, es posible el funcionamiento temporal con dos fases.

Las redes abiertas sin reservación se emplean, asimismo, en las redes de alimentación de 110 kV y a veces de 220 kV.

Para las LA se emplean conexiones más baratas de los consumidores con ayuda de derivaciones de la línea. Un esquema semejante para las LA de 6-20 kV de tensión se muestra en la (figura 1.5).

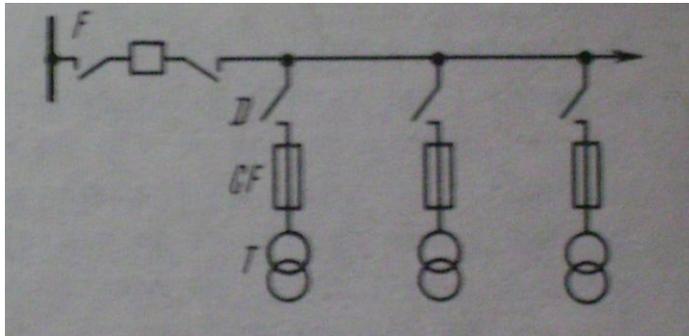


Figura. 1.5 Esquema de red distribución abierta sin reservación para líneas Aéreas.

En ésta el acoplamiento del transformador T se efectúa a través de un disyuntor en lugar de tres, como en el esquema de la figura 1.4. Sin embargo, la menor cantidad de aparatos trae consigo menor comodidad en la explotación. Al reparar cada uno de los sectores de la línea, por ejemplo, el sector a-b, hay que desconectar toda la línea. El empleo de este esquema en las redes de cables es infructuoso, puesto que la reparación de estas líneas será demasiado prolongada.

Los esquemas de redes eléctricas cerradas y abiertas con enlace se emplean para el suministro de electricidad de consumidores de importancia. La cuestión de si es conveniente la construcción de esquemas abiertos o cerrados se resuelve a base de los cálculos técnicos-económicos. El costo de las instalaciones de las sub-centrales y, ante todo, el costo de los interruptores influyen sustancialmente en la selección del esquema de la red.

Sin embargo, la aplicación de esquemas sencillos y aparatos de sub-centrales impone exigencias muy elevadas a los dispositivos de protección por relé y de automacia. En una serie de casos resulta que la protección y explotación de las redes con reservación con

esquemas sencillos de las sub-centrales se complican considerablemente, y baja la fiabilidad del abastecimiento de electricidad.

En el caso de redes eléctricas abiertas con reservación en una dirección generalmente se tienden dos líneas. En la figura 1.6 se muestran sencillos esquemas para la alimentación de una sub central, en la cual hay instalados dos transformadores. Normalmente las líneas y transformadores funcionan separadamente, cada circuito alimenta una carga.

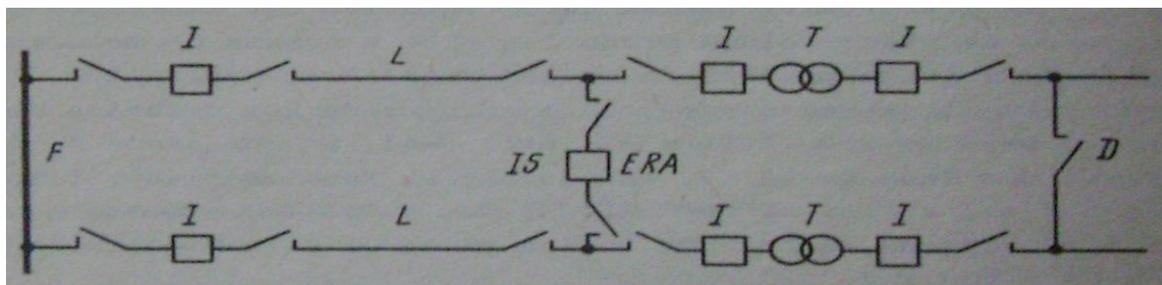


Figura. 1.6 Red abierta con reservación con ERA del lado de alta tensión.

Al deteriorarse uno de los circuitos, éste es desconectado por los interruptores I de los lados y la alimentación de la correspondiente carga cesa temporalmente. Responde inmediatamente el dispositivo de Entrada de Reserva Automática (ERA), el cual conecta el interruptor seccionador (IS) en la parte de tensión primaria o en la parte del voltaje secundario del transformador. Después de esto la alimentación de los consumidores se restablece totalmente (si es suficiente la potencia de los transformadores). El intervalo en el abastecimiento de electricidad equivale al tiempo de desconexión del circuito averiado con protección y de conexión del interruptor IS con el dispositivo de ERA, es decir, no más de 2-3 s. El esquema puede funcionar también sin el dispositivo de ERA. Entonces en lugar del interruptor IS se emplea un disyuntor normalmente abierto D. En este caso la alimentación de los consumidores es restablecida por el personal operativo a mano, lo que requiere considerablemente más tiempo, en particular, cuando falta personal de guardia en la sub central. La partida de la brigada operativa al lugar de la avería puede requerir hasta 1-2 h. El esquema de la red, representado en la figura 1.7 requiere menos aparatos en comparación con el esquema en la figura 1.6 y, por lo tanto, resulta más barato.

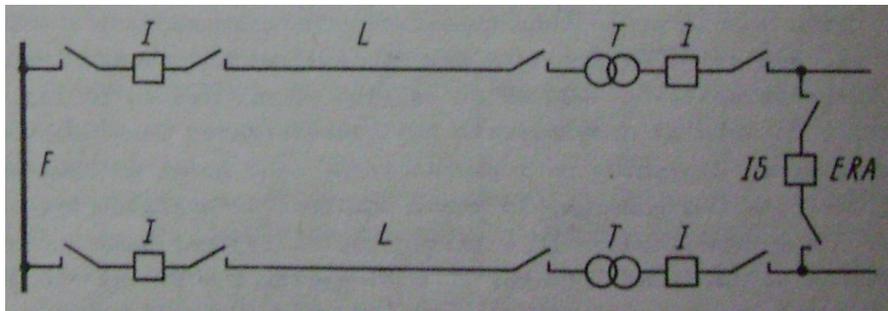


Figura. 1.7 Red abierta con reservación con ERA del lado de baja tensión.

Sin embargo la protección por relé de este sistema es más complicado; en una serie de casos para asegurar el funcionamiento confiable de la protección en el esquema de la figura 1.7, hay que conectar aparatos auxiliares cortocircuitadores, etc.

Para varias sub centrales, dispuestas en una dirección, se emplean esquemas de líneas principales pasantes.

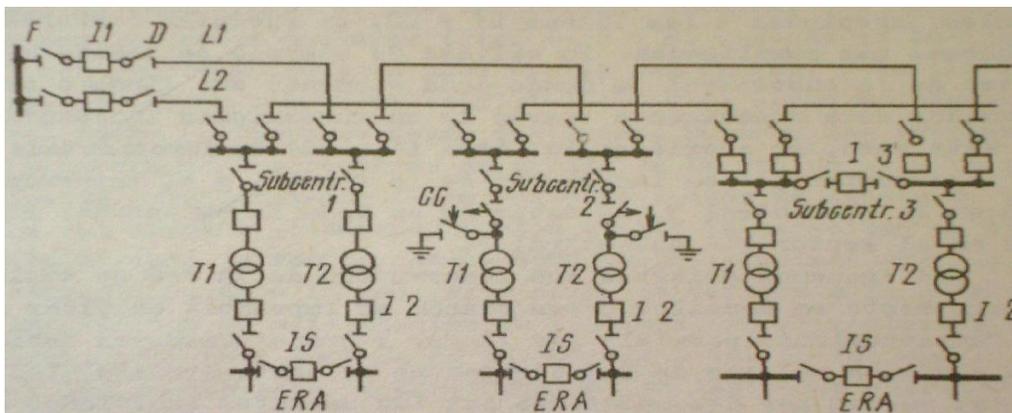


Figura. 1.8 Red con reservación, abierta. Para la alimentación de varios consumidores.

En la figura 1.8 se representan dos líneas de la red eléctrica que parten de las barras de la fuente de alimentación. A éstas van conectadas tres sub centrales reductoras. Con fines de ilustración todas las sub centrales tienen diferentes esquemas. Los transformadores de la sub central 1 están conectados a la red a través de los interruptores y transformadores de la sub central 2 conforme a un esquema más barato sin interruptores. Para asegurar el funcionamiento fiable de la protección por relé, en la sub central 2 hay instalados cortocircuitadores CC y separadores S.

Si esta averiada la línea, por ejemplo L1 ésta es desconectada por el interruptor I1 en las barras de la fuente de alimentación y los interruptores I2 del lado del voltaje secundario de todas las sub centrales. En el interruptor seccionador IS funciona el dispositivo ERA y se restablece la alimentación de todos los consumidores. Si la cantidad de sub centrales, conectadas a la línea conforme al esquema examinado, supera 2-3, entonces se dificulta la explotación de la red, y desciende la fiabilidad de su funcionamiento. Esto está ligado con el gran número de sectores de la red, los cuales pueden estropearse con mayor frecuencia. Además, deben repararse. Al mismo tiempo, durante la reparación o deterioro de cada uno de los sectores debe de estar desconectada totalmente la correspondiente línea. Esto aumenta la probabilidad de desconexión simultánea de ambas líneas y la total desenergización de los consumidores. Para evitar esto, una serie de sub centrales, acopladas a la línea L1 y L2, se ejecutan conforme a esquemas más complicados.

En la calidad de ejemplo se indica el esquema de la sub central 3, donde cada elemento sea línea o transformador está conectado a través de un interruptor independiente. En este caso, al averiarse la línea L1, ésta es desconectada por el interruptor I1 en la barra de la fuente, y el interruptor I3 en la sub central 3, es decir no en toda la extensión, sino que en el sector F – sub central 3.

Los esquemas abiertos con reservación de la red se emplean generalmente en aquellos casos cuando es imposible unificar para el funcionamiento paralelo las líneas y transformadores debido a los elevados valores de las corrientes de cortocircuito, las cuales no pueden ser desconectadas con los aparatos instalados en la red. Las desventajas de semejantes redes son:

- a) Pérdidas relativamente grandes de potencias y energía eléctrica en la red (en comparación con las pérdidas en los esquemas cerrados de la red, que funcionan con iguales tensiones de la fuente de alimentación).
- b) Considerable costo de la red, debido a la gran reserva de capacidad de transmisión, la cual se aprovecha solamente durante los regímenes de trabajo de emergencia.
- c) La existencia de un intervalo, lo que puede ser inaceptable para una serie de consumidores.

Los méritos de los esquemas abiertos con reservación son:

- Sencillez de la protección por relé;
- Evidencia del esquema;
- Posibilidad de acoplamiento de líneas aisladas a diferentes barras de la fuente de alimentación o incluso a diferentes fuentes;
- Fácil aplicación al desarrollar y reconstruir las redes existentes.

Las diferentes variantes de semejantes redes encuentran extensa aplicación a las redes de alimentación y de distribución.

Los esquemas de redes cerradas pueden ser sumamente variados en dependencia de las condiciones locales. Las más sencillas son las redes anulares (Figura 1.9) o el esquema de

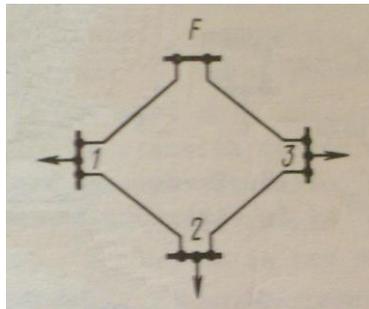


Figura. 1.9. Esquema de una red anular

las figuras 1.6, 1.7 con funcionamiento en paralelo de las líneas y la línea con aislamiento bilateral.(Figura 1.10)

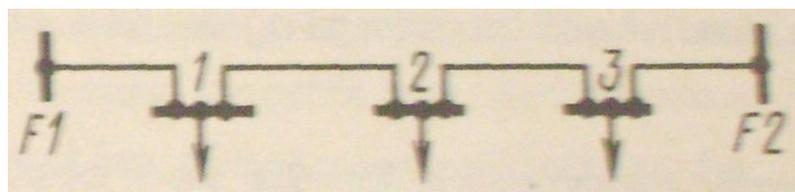


Figura. 1.10 Línea con alimentación bilateral.

Cada carga en régimen normal puede alimentarse desde dos lados. Durante las averías en cualquiera de los dos sectores de la cabeza no cesa la alimentación y la corriente fluye por otro sector de cabeza de la línea que sigue funcionando. Debido a esto la capacidad de transmisión de cada sector de cabeza debe de estar calculada para carga completa de toda la red. Eso mismo se refiere a la potencia de las fuentes de alimentación de la línea con alimentación bilateral. Todo esto aumenta el consumo del metal no ferroso en la red y los

Título Procedimiento para la continuidad de servicio eléctrico a los clientes de primera categoría del Municipio Moa. .

gastos para su construcción. En las redes cerradas, en régimen normal, cada carga puede alimentarse por el trayecto más corto. Por eso las pérdidas de potencia y energía en ellas, con los parámetros fijados de la red y de sus cargas, y con los mismos voltajes de las fuentes de alimentación, pueden ser mínimas.

La protección por relé de las redes cerradas es más complicada que de las abiertas. En casos aislados son posibles operaciones incorrectas, no selectivas de la protección en las redes cerradas. Los esquemas más complicados de las redes cerradas son menos claros, lo que a veces dificulta la localización por personal del lugar de deterioro en la red. Para simplificar la protección, las redes cerradas de distribución (industriales, urbanas) se explotan con frecuencia según los llamados esquemas abiertos bucles.

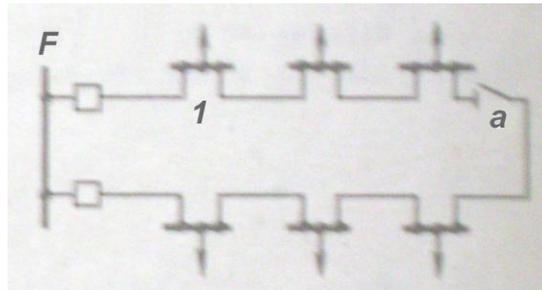


Figura. 1.11 Esquema en bucle de la red de distribución.

En la (figura 1.11) se muestra un red de distribución de 6-10 kV de tensión, construida en esquema anular. En régimen normal el disyuntor en el punto (a) está desconectado y la red funciona en circuito abierto. Para reducir las pérdidas de potencia y energía eléctrica, hay que tratar de coincidir el punto de interrupción de la red con el punto de división de la corriente, que tiene lugar al funcionar la red en esquema cerrado. Esto no siempre se logra conseguir. Al averiarse el sector de cabeza, por ejemplo el sector F – 1, la alimentación de los consumidores en el sector F – 1 – a cesa durante el tiempo indispensable para efectuar el personal las conmutaciones operativas. Para los consumidores que admiten semejante inervalo de alimentación, es posible el empleo de de esquemas de bluces. Para mejorar el régimen de voltaje y reducir las pérdidas de potencia y energía eléctrica, se puede instalar en el lugar de división de la línea en buce un cortacircuitos para una corriente nominal relativamente pequeña y trabajar con esquema cerrado. Al averiarse cualquier sector de la

Título Procedimiento para la continuidad de servicio eléctrico a los clientes de primera categoría del Municipio Moa. .

red, Primero se funde el cortacircuito, instalado en el lugar de división de la línea, y luego se desconecta el interruptor, instalado en el sector de cabeza de la línea, el más próximo al lugar de la avería.

Los esquemas cerrados, lo mismo que los abiertos con enlaces, tienen amplia aplicación en las redes de alimentación. En Cuba se emplean con frecuencia asimismo en las redes de distribución. En el presente no se puede recomendar un esquema de red único, apto para todas las posibles condiciones. La utilidad de elección de uno u otro esquema de la red depende del valor y lugar de situación de las cargas, de la categoría de los consumidores, de la estructura de la red empleada, etc. La elección del esquema de la red para condiciones concretas asignadas se efectúa sobre la base de la comparación técnico.-económica de las variantes de los esquemas, las cuales pueden ser útiles en condiciones dadas.

1.4.2 Transformadores.

Durante el transporte de la energía eléctrica se originan pérdidas que dependen de su intensidad. Para reducir estas pérdidas se utilizan tensiones elevadas, con las que, para la misma potencia, resultan menores intensidades. Por otra parte es necesario que en el lugar donde se aplica la energía eléctrica, la distribución se efectúa a tensiones más bajas y además se adapten las tensiones de distribución a los diversos casos de aplicación. La preferencia que tiene la corriente alterna frente a la continua radica en que la corriente alterna se puede transformar con facilidad. La utilización de corriente continua queda limitada a ciertas aplicaciones, por ejemplo, para la regulación de motores. Sin embargo, la corriente continua adquiere en los últimos tiempos una significación creciente, por ejemplo para el transporte de energía a tensiones elevadas. Para transportar energía eléctrica de sistemas que trabajan a una tensión dada a sistemas que lo hacen a una tensión deseada se utilizan los transformadores. A este proceso de cambio de tensión se le "llama transformación".

El transformador es un dispositivo que convierte energía eléctrica de un cierto nivel de voltaje, en energía eléctrica de otro nivel de voltaje, por medio de la acción de un campo magnético. Está constituido por dos o más bobinas de alambre, aisladas entre sí eléctricamente por lo general y arrolladas alrededor de un mismo núcleo de material

ferromagnético. El arrollamiento que recibe la energía eléctrica se denomina arrollamiento de entrada, con independencia si se trata de mayor (alta tensión) o menor tensión (baja tensión). El arrollamiento del que se toma la energía eléctrica a la tensión transformada se denomina arrollamiento de salida.

Para generar el flujo magnético, es decir, para magnetizar el núcleo de hierro hay que gastar energía eléctrica. Dicha energía eléctrica se toma del arrollamiento de entrada. El constante cambio de magnetización del núcleo de hierro origina pérdidas. Estas pérdidas pueden minimizarse eligiendo tipos de chapa con un bajo coeficiente de pérdidas. Además, como el campo magnético varía respecto al tiempo, en el hierro se originan tensiones que dan orígenes a corrientes parásitas, también llamadas de Foucault. Estas corrientes, asociadas con la resistencia óhmica del hierro, motivan pérdidas que pueden reducirse empleando chapas especialmente finas, de unos 0.3 mm de espesor, aisladas entre sí (apiladas). En cambio, en un núcleo de hierro macizo se producirían pérdidas por corrientes parásitas excesivamente grandes que motivarían altas temperaturas.

Principio de la transformación:

El flujo magnético, periódicamente variable en el tiempo, originado por la corriente que pasa a través del arrollamiento de entrada induce en el arrollamiento de salida una tensión que varía con la misma frecuencia. Su magnitud depende de la intensidad y de la frecuencia del flujo así como del número de vueltas que tenga el arrollamiento de salida, como se ve en la siguiente fórmula.

$$E = 4.44 * 10^{-8} * a_c * B * f * N \quad 1.1$$

Donde:

a_c : es la sección del núcleo en pulgadas cuadradas.

B : es la densidad máxima del flujo en líneas por pulgada cuadrada.

E : es la tensión eficaz.

F es la frecuencia en Hz y

N es el número de espiras del devanado,

o bien $10^{-9} * a_c * B * f * N$, expresando a_c y B en cm^2 . [Nessler H, 1988]

Conservación.

Las impurezas químicas atacan el tanque del transformador, la suciedad y sedimentos incrementan la viscosidad y tienden a tupidar los conductos y la contaminación (agua, etc.) y partículas en suspensión disminuyen seriamente la rigidez dieléctrica.

La rigidez dieléctrica se expresa por el voltaje a que se produce la ruptura de un dieléctrico por unidad de longitud kV/pulg.

De acuerdo con la norma NRIB- 468 de 1982, deben ser observados los siguientes valores de rigidez dieléctrica.

Tabla 1.1 Valores de rigidez dieléctrica por nivel de tensión.

Tensión de Transf.	Aceite nuevo	Aceite operado
15 kV	30	25
35 kV	40	35
35 kV	50	45

Estos aceites dieléctricos son conocidos bajo el nombre de Piranol y Silicone.

Designación de los voltajes nominados de los enrollados.

Los transformadores de distribución son usualmente muy flexibles en los voltajes primarios a los cuales ellos pueden ser conectados y en el voltaje secundario los cuales pueden ser obtenidos.

Un transformador en particular puede conectarse entre las fases de un suministro primario o desde una fase a tierra sobre un sistema Y con el mismo enrollado y es posible dos o más voltaje por su lado secundario.

La forma de designar los voltajes nominales primarios y secundarios está basada en la utilización de los símbolos (-), (/), (x).

(-) Se utiliza para separar los voltajes nominales de ambos enrollados.

(/) Para separar los voltajes que son obtenidos de o aplicados a un mismo enrollado.

(x) Es usado para designar voltajes separados los cuales pueden ser obtenidos por la reconexión de las bobinas por un enrollado serie o combinaciones múltiples.

Por ejemplo: 7200/12470 Y – 240 x 480

Terminales y marcas de polaridad.

Los terminales del transformador son los puntos a los cuales es conectado el circuito externo. Los enrollados de un transformador de dos enrollados se distinguen uno del otro por la designación HV o V (High voltaje) y LV o X (Low voltaje). Los transformadores con más de dos enrollados tienen los terminales designados con H y en orden de decrecimiento x, y, z.

Los terminales externos están distinguidos unos de otros por marcas en cada Terminal con una letra mayúscula seguida de un número como subíndice. H1, H2, X1, X2, etc.

En transformadores monofásicos los terminales de los enrollados que salen del transformador son numerados 1, 2, 3, etc.

El número menor y mayor son los extremos del enrollado completo y los números intermedios marcan las fracciones del enrollado o taps. El incremento de los números representa el incremento de la diferencia de potencial entre ese Terminal y el Terminal numerado por el número menor.

El terminal H, está localizado a la extrema derecha de los terminales de alto voltaje (de frente para el transformador) y los otros son números de derecha a izquierda.

Cuando el enrollado de alto voltaje tiene una sola salida, se denomina con la H2.

Polaridad de los Transformadores.

La polaridad es aditiva si el voltaje a través de los otros dos lados del enrollado en cuestión es mayor que el enrollado de alto voltaje solo.

La polaridad es sustractiva si el voltaje a través de los otros lados del enrollado en cuestión es menor que el enrollado de alto voltaje solo.

“Lo estándar en la industria es que todos los transformadores de distribución de 200 kVA y menores con voltajes de 8660 V y menores tendrán polaridad aditiva. Todos los otros monofásicos tendrán polaridad sustractiva”. [www.ffddf.com]

Cuando la polaridad es aditiva, se marca con X1 el Terminal de bajo voltaje de la derecha y en los de polaridad sustractiva el Terminal X1 de bajo voltaje está a la izquierda.

Tipos de Transformadores de distribución.

Transformadores Herméticos de Llenado Integral

Transformadores Rurales

Transformadores Subterráneos

Transformadores Auto Protegidos

1.4.3 Pararrayos.

A la hora de diseñar una instalación, se pueden considerar tres niveles básicos de protección a tener en cuenta (protecciones clásicas):

1º Nivel de protección primaria, contra la caída directa del rayo. Tradicionalmente incluye el terminal aéreo, el bajante y la toma de tierra.

2º Nivel de protección secundaria, contra la sobretensión producida por el impacto cercano de un rayo. Incluye sistemas limitadores de tensión.

3º Nivel de protección terciaria, para la protección específica de los equipos contra acoplamientos inductivos.

4º nivel de protección o protección de las tomas de tierra contra perturbaciones eléctrico-atmosféricas de origen tormentoso.

Para las líneas de distribución, es de vital importancia.

En general el principio fundamental es ofrecer al trazador descendente un camino predeterminado a tierra que permita la descarga de la intensa corriente eléctrica del rayo, sin que ocasione efectos destructivos. Existen diversos sistemas de protección basados en técnicas diferentes.

El primer sistema es pasivo y se basa en la aplicación de las leyes de **Faraday**. Se limita a envolver el edificio que se desea proteger con una densa jaula metálica a través de la cual, el rayo, en caso de caer sobre el edificio, se disipará a tierra sin causar perjuicios (perjuicios en la estructura, pero no pueden desdeñarse los destructivos efectos de las inducciones en los aparatos electrónicos).

Los demás sistemas son activos, porque en ellos se incentiva la caída del rayo facilitando, mediante la ionización de la punta del pararrayos, la aparición de los efluvios ascendentes. Estos sistemas activos se basan en el llamado **modelo electro-geométrico**. Dicho modelo parte de la certeza experimental de que el avance del trazador del rayo no se produce de forma continua sino que lo hace de forma discontinua, avanzando una cierta distancia, parando, avanzando otra vez, parando..., y en una dirección imprevisible.

Según este modelo el punto de impacto del rayo es el primer punto de tierra que se encuentre a distancia límite del trazador descendente. Esta distancia límite, **R**, es la que separa la cabeza del efluvo eléctrico descendente del punto de impacto, en el momento en que se crea un efluvo eléctrico ascendente, y depende en parte de la intensidad máxima de la corriente del rayo. Por tanto se puede suponer que la punta del trazador está envuelta por una esfera imaginaria de radio **R**, que la acompaña en su trayectoria. Al aproximarse a tierra, el primer punto que entre en contacto con la esfera determinará el punto de impacto del rayo.

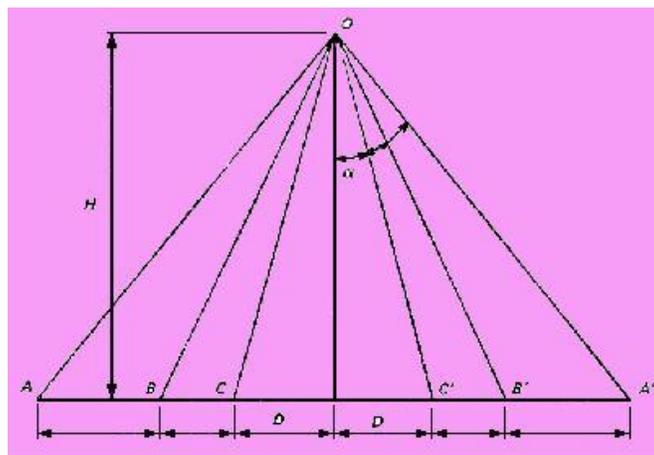


Figura 1.12 Distancias de apantallamiento según el tipo de protección requerida.

El sistema de punta se basa en las consideraciones siguientes: el gradiente de campo eléctrico aumenta alrededor del pararrayos a causa de su diseño geométrico (**efecto punta**). Cuando se le acerca un efluvio descendente (fase 1), el gradiente del campo eléctrico alrededor del vértice toma un valor superior al mínimo requerido para que se produzca la descarga. Esta, pues, se inicia desde la punta, dando lugar a un efluvio ascendente que sale al encuentro del efluvio descendente (fase 2). El resultado final es la unión entre ambos y el drenaje de la corriente del rayo (fases 3 y 4) a través del sistema de puesta a tierra.

El campo eléctrico influye en el desarrollo del rayo en dos componentes simultáneos: por el lento crecimiento del campo en función de la carga espacial localizada en la nube, y por el rápido crecimiento del campo asociado al efluvio descendente que se dirige a tierra. Como no es posible controlar el efluvio descendente, una forma de mejorar la eficacia de estos sistemas es promover la creación y propagación del efluvio ascendente.

El primer pararrayos de este tipo que se utilizó fue el **pararrayos de Franklin**, que consiste en una punta (actualmente de cobre con el extremo de acero inoxidable) que puede estar rodeada de unas aristas que aumentan la ionización del aire alrededor de la punta central. El radio de protección del pararrayos se calcula aproximadamente multiplicando su altura por 1,7.

Otro tipo de pararrayos, actualmente prohibido en España, es el **radioactivo**, en el cual la ionización se obtiene mediante la emisión de partículas de un elemento radioactivo colocado en el extremo del pararrayos.

Finalmente, el tipo más frecuente en la actualidad es el **pararrayos ionizante**, que funciona básicamente mediante el incremento de la tensión en la punta cuando el ambiente está cargado, de forma que se produce un incremento del "efecto corona" (formación de iones alrededor de la punta en forma de corona), el cual incrementa la formación del efluvio ascendente.

1.4.4 Desconectivo en aire.

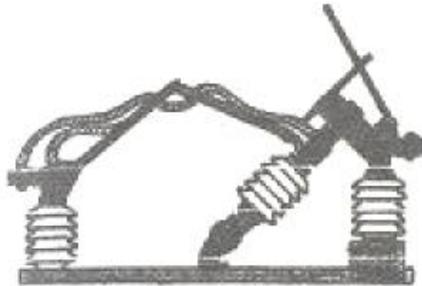


Figura 1.13 Desconectivo en aire en estado cerrado.

Estos dispositivos empleados en las líneas para seccionar circuitos tienen los siguientes datos en su chapa.

Corriente nominal continua.

- ✚ Tensión máxima de diseño.
- ✚ Frecuencia nominal.
- ✚ Capacidad interruptiva.

La corriente nominal está en el rango de 200 a 400 amperes y la línea de fuga para 17.5 kV y 36 kV es de 375 y 620 mm respectivamente.

1.4.5 Desconectivo rígido individual.

Su aplicación es indispensable en sistemas de **electrificación rural**. Se transforma en seccionador bajo carga utilizando la herramienta loadbuster, con capacidad de corte de 600 A. Todas sus partes conductivas son de cobre electrolítico y estañado en sus puntos de contacto. Su anilla articulada posee un seguro de apertura que opera, únicamente, cuando se maniobra con una pértiga. Los aisladores son de porcelana, con amplia línea de fuga, de color gris cielo. Posee una robustez eléctrica de 40 kA instantáneos.

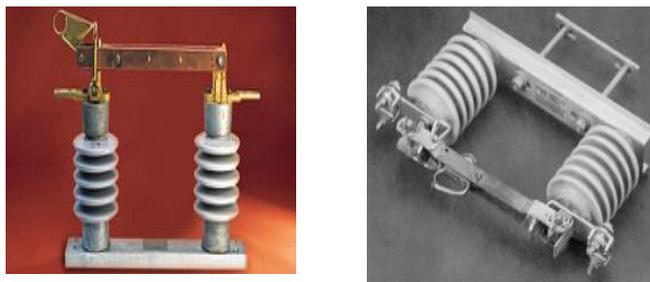


Figura. 1.14 Desconectivo rígido individual.

1.4.6 Seccionadores.

Clasificación de Seccionadores-

+ Interior o intemperie

La diferencia entre interior e intemperie esta en los elementos mecánicos y en los soportes aislantes.

Difiere el grado de protección superficial que tienen los elementos mecánicos de accionamiento, y de contactos. El tipo de soporte aislante difiere constructivamente, para soportar las condiciones climáticas para intemperie.

+ De acuerdo al nivel de tensión que manejan:

1. Para Baja Tensión - BT
2. Para Media Tensión - MT
3. Para Alta Tensión - AT
4. Para Muy Alta Tensión – MAT

Descripción de seccionadores

El seccionador **no ha sido diseñado para interrumpir corrientes de carga**. Si puede abrir circuitos de alimentación a transformadores sin carga.

Si se opera el aparato con carga se produce un arco por las características inductivas y capacitivas de la carga.

El seccionador que puede manejar una “ I_n ” determinada., en el elemento de unión fijo y móvil, el Δt que se origina no debe superar los 30°C. Si se produce calentamiento el seccionador no es apto. Un falso contacto eleva la temperatura, o también por fatiga, error de diseño, acumulación de material extraño en el contacto, oxidación en los puntos de contacto o la corriente supere la “ I_n ” de diseño.

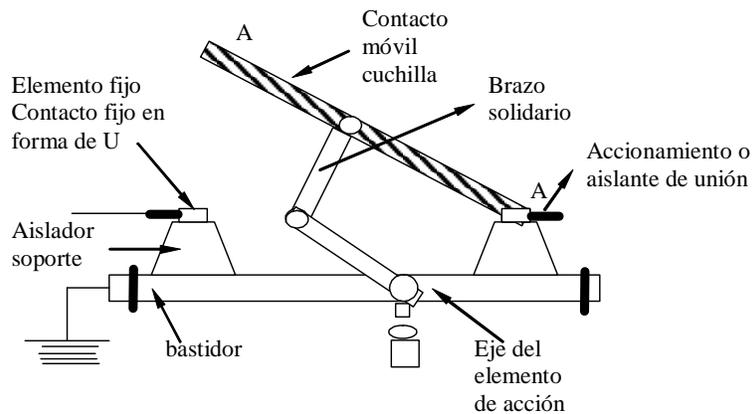


Figura. 1.15 Esquema básico de un seccionador

Todos los elementos mecánicos no sometidos a tensión deben ser conectados a tierra.

Generalmente se tienen dos bornes, uno fijo y otro móvil (es el que produce la apertura mecánica). El móvil tiene dos puntos de contacto: uno en la base y otro en la punta de contacto.

Rotativo de dos apoyos.

La denominación de dos apoyos hace referencia a la cantidad de aisladores soportes que sostienen el conjunto. (Dos aisladores)

Están montados sobre un bastidor de chapa de acero con protección superficial de galvanizado en caliente. Las patas que lo sostienen suelen ser del mismo material que el bastidor o de hormigón armado.

La forma constructiva dependerá del nivel de tensión de servicio del aparato, (66- 132- 220 o 500 kV)

Son del tipo unipolares, que se convierten en tripolares vinculando el accionamiento individual de cada polo.

El accionamiento es mecánico y puede girar todo el conjunto (aislador y cuchilla)

El contacto se hace en el medio del seccionador, con dos contactos móviles, el mecanismo de accionamiento del seccionador se encuentra en el interior de los aisladores de apoyo.

Algunos aparatos tienen seccionadores de puesta a tierra.

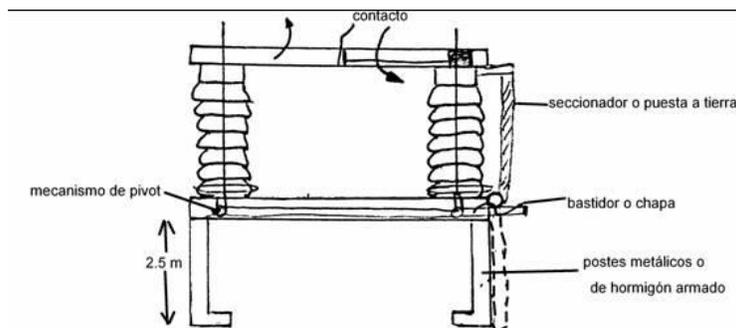


Figura. 1.16 Seccionador Rotativo de dos apoyos.

Rotativo de tres apoyos.

La parte del bastidor es igual al de dos apoyos, la diferencia es que tiene tres apoyos, de los cuales uno es el que realiza el movimiento, manteniendo fijos los otros dos. El dispositivo de accionamiento está ubicado en el aislador central.

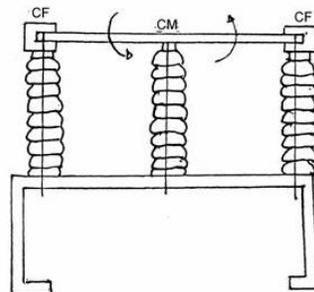


Figura. 1.17 Seccionador Rotativo de tres apoyos.

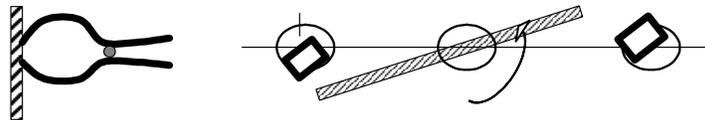


Figura. 1.18 Formas de contacto.

Seccionador fusible.

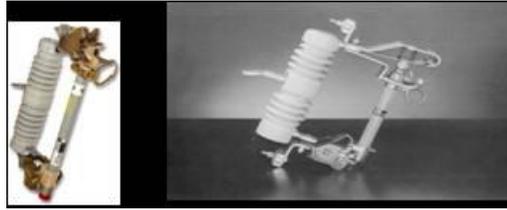


Figura. 1.19 Seccionador autodesconectador portafusible.

El seccionador fusible es un aparato de maniobra y de “protección” que como seccionador no opera con corriente de carga o corriente de falla.

El que actúa ante una falla es el fusible que está puesto como elemento de unión entre los dos polos, interrumpiendo el circuito.

Es un elemento de maniobra porque permite abrir un circuito en forma visible, sin carga y es un elemento de protección porque tiene un fusible.

El seccionador es un aparato de maniobra que sirve para interrumpir un circuito sin carga y en forma visible; es necesario y en caso de mantenimiento, (normativo) emplear seccionadores para interrumpir un circuito en forma visible, normalmente se suelen utilizar, en forma independiente o como respaldo de interruptores.

Posee aislador soporte de porcelana vitrificada color gris nube. El soporte cabezal superior fijo es de planchuela de acero y la lámina de conexión es de cobre plateada autoajustable mediante un resorte tipo espiral de acero inoxidable.

El cabezal inferior es de bronce con guías autoalineantes y los contactos son de cobre plateado con respaldo tipo resorte de acero inoxidable.

El tubo portafusible es de resina epoxi con fibra de vidrio revestido interiormente con material gasificable para permitir la extinción del arco. Los cabezales del tubo son de bronce.

El tubo portafusible puede ser reemplazado por una cuchilla rígida (plateada en la zona de contactos) hasta 300 A.

Los conectores de conexión son de bronce estañados, aptos para la conexión directa de conductores de cobre o aluminio de 10 hasta 120 mm² de sección.

El equipo viene provisto con ganchos para accionamiento con herramienta Loadbuster y ojales para operación y montaje a pértiga.

Seccionador fusible bajo carga.

Algunos aparatos están preparados para interrumpir circuitos con corrientes nominales de carga, recibiendo el nombre de Seccionadores fusibles bajo carga, Tiene elementos en su construcción que permite manejar el arco eléctrico cuando se interrumpe la corriente

El seccionador fusible bajo carga es una mezcla de interruptor y seccionador, con un elemento de protección fusible, actúa con corriente de carga nominal, la diferencia está en la forma constructiva de sus contactos. El fusible está como elemento de unión entre los contactos del seccionador.

Se construyen seccionadores unipolares, tripolares y tetrapolares, este último caso el cuarto polo produce la apertura del neutro.

El accionamiento de estos aparatos de maniobras es manual.

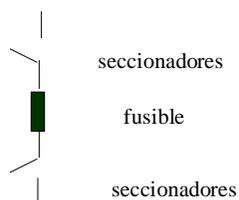


Figura. 1.20 forma constructiva de sus contactos.

Seccionador bajo carga.

Es un elemento de maniobra que permite interrumpir circuitos con carga nominal la diferencia con el interruptor es que la apertura es visible, tiene elementos constructivos en sus polos que permiten manejar la interrupción del circuito con carga nominal y el arco eléctrico.

El seccionador bajo carga tiene elementos que puede manejar el arco eléctrico, cámara apaga chispa, dispositivos que enfrían el arco eléctrico por camino del arco, (Una de las forma de enfriar el arco eléctrico es desviándolo).

1.4.7 Desconectivo.

El desconectivo es un equipo de maniobra y protección, compuesto por un seccionador fusible bajo carga con un mecanismo de apertura automático, que se activa después de actuar algunos de los fusibles.

Los fusibles que se utilizan son de alta capacidad de ruptura y los mismos tienen un elemento percutor que cuando el fusible ha actuado este percutor acciona un mecanismo que produce la apertura de las tres fases. Se utilizan en media tensión.

Se utilizan como elemento de maniobra y protección en media tensión de alimentadores de media tensión y de transformadores.

Es económico, en relación a un interruptor automático, con la ventaja de la visibilidad de apertura del circuito. Se puede accionar localmente o a distancia.

1.4.8 Estribos.

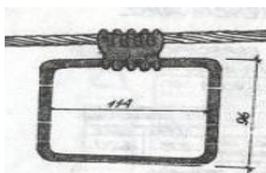


Figura 1.20. Estribo.

Especificaciones:

Material: Alambre de cobre No. 2 AWG. (8 mm de diámetro)

Se emplea para conectar la grampa de conexión en caliente. La unión estribo-conductor puede ser a través de una grampa de tornillo, un entorchado o grampa ampac.

1.4.9 Grapa de conexión en caliente.



Figura 1.21 Grapa de conexión en caliente.

Especificaciones:

Material: Bronce o aluminio.

Se emplea para el trabajo en caliente en los ramales, transformadores y pararrayos. Se selecciona en función del diámetro del estribo y del conductor en derivación.

1.4.10 Conductores.

El metal más utilizado en la confección de los conductores eléctricos es el cobre, aunque en algunos casos también se utiliza el aluminio. El cobre es mejor conductor de la electricidad, mientras que el aluminio es menos pesado y en ocasiones puede ser muy sustancial. Los valores del cobre como los del aluminio son los más generales del mercado por lo que cada sector del país debe ajustarse a los que tienen a su disposición. El uso de uno y otro material como conductor, dependerá de sus características eléctricas (capacidad para transportar la electricidad), mecánicas (resistencia al desgaste, maleabilidad), del uso específico que se le quiera dar y del costo. Estas características llevan a preferir al cobre en la elaboración de conductores eléctricos para interiores, no así para líneas aéreas de transporte.

Los conductores eléctricos se dividen en dos tipos fundamentales, denominados alambres y cables.

Los alambres se construyen con su sección transversal de metal macizo, mientras que la sección transversal de los cables está formada por varios alambres retorcidos, los que les permite mayor flexibilidad. A continuación en la figura.1.22 A) y B) se muestran las vistas de las secciones transversales correspondientes a un alambre y a un cable respectivamente, a fin de observar más claramente su diferencia.

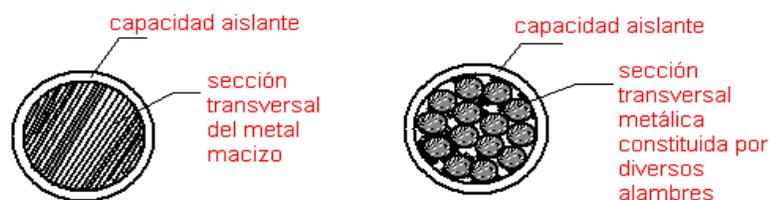


Figura. 1.22 Estructura de alambre y cable eléctrico.

Entre las principales denominaciones de conductores están las siguientes:

- ACSR Conductor de aluminio cableado desnudo, reforzado con alma de acero galvanizado.
- AAAC Conductores de aleación de aluminio, cableado desnudo.
- AAC Conductor todo aluminio cableado, desnudo.
- ACAR Conductor de aleación de aluminio cableado desnudo, reforzado con alma de acero galvanizado.
- Cobre Conductor de cobre desnudo del tipo semi-duro, estirado cableado.
- Cable tensor Conductor de acero galvanizado cableado, 7 hilos.

1.5 Conclusiones del Capítulo.

1. Se deja explícito el concepto de situaciones excepcionales y se define cada una de ellas.
2. Se relacionan las distintas configuraciones de las redes de distribución y sus principales componentes.

CAPÍTULO 2. Caracterización de los clientes de primera categoría por circuitos.

2.1 Introducción.

En el presente capítulo se realiza una caracterización del sistema de distribución municipal, enfocado en la identificación de los clientes de primera categoría, determinándose su demanda promedio mediante la consulta de las facturas de la compañía eléctrica, la presencia de grupos electrógenos de emergencia. Se especifican las distintas formas de alimentar los clientes de primera categoría para diferentes casos de estudio.

2.2 Características de los circuitos residenciales del municipio Moa.

La U.E.B. situada en el municipio de Moa, al noreste de la provincia de Holguín, cuenta con dos sub-centros, tres sucursales, una subestación de 110 kV y dieciséis de distribución, tiene instalados 764 transformadores de distribución y una red de líneas eléctricas con 57.08 km de transmisión, 88 km de subtransmisión y más de 88 km de distribución. Se atienden 37 grupos electrógenos de emergencia instalados en objetivos importantes del territorio moense, los cuales solo entran en funcionamiento cuando el sistema es incapaz de satisfacer la demanda y se procede a la desconexión de los circuitos donde se encuentren estos grupos de emergencia.

De las seis líneas principales se derivan las subestaciones encargadas de la distribución hacia los circuitos residenciales, las que cuentan con los datos que se muestran en la tabla 2.1 partir de la subestación Moa 110 kV, las subestaciones Moa Vieja, Vivienda Checa y Rusky, encargadas de los principales circuitos residenciales, cuentan con una alimentación simple circuito y una configuración de barra simple.

De estas líneas se alimentan las subestaciones principales de distribución, y de ellas parten los circuitos residenciales más significativos desde el punto de vista de consumo de energía y de presencia de clientes de primera categoría. Las características de estas subestaciones y circuitos aparecen en la tabla 2.2. El principal tipo de conductor es el ACSR (Aluminio cableado desnudo, reforzado con alma de acero), aunque además se emplea el AAAC (Aleación de Aluminio Cableado Desnudo)

Tabla 2.1 Características de las líneas de distribución.

Int	Línea	Long (km)	Tipo/Cond	R (Ω/km)	X (Ω/km)	Re (Ω/km)	Xe (Ω/km)	Xo (Ω/km)
6160	Moa 110-Moa Vieja	2.5	ACSR150	0.227	0.418	0.5675	1.0450	2.09000
6155	Moa 110-Rusky	12.001	ACSR-150	0.227	0.418	2.7242	5.0164	0.80465
6525	Moa 110 kV-Cabonico	78.27	ACSR-150	0.227	0.418	17.7673	32.7169	16.8541
6150/6515	Moa 110 kV-Comb Mecánico	4.65	ACSR-150	0.227	0.418	1.0556	1.9437	3.25892
6515/6155	Moa 110 kV-Potabilizadora	10.2	ACSR-150	1.227	1.418	12.5154	14.4636	0.98075
6520	Moa 110 kV-V. Checa	4.854	ACSR-150	0.227	0.418	1.1019	2.0290	4.05794

Tabla. 2.2 Calibre y longitud de las líneas de los 10 circuitos del municipio.

Subestaciones	Nombre de la Línea	Voltaje (kV)	Int	Long km)	Calibre
Moa Vieja	Circuito 1 (Moa)	13.2	H-4525	21.53	ACSR (70.150). AAAC (78)
	Circuito 2 (Caribe)	13.2	H-030	12.555	ACSR (35,70), AAAC (78)
Rusky	Circuito 3 (Vegueta ,P. Gorda)	13.2	H-140	14.895	ACSR (35. 70). AAAC (78)
	Circuito 6 (Rolo Monterrey)	13.2	H-136	13.03	ACSR (35. 70), AAAC.(78)
Punta Gorda Nueva	Circuito 8 (Quemado Negro)	13.2	H-1778	29.493	ACSR (35. 70). AAAC (78)
Vivienda Checa	Circuito 9 (Vivienda Checa)	13.2	H-545	7.805	AAAC(35, 70, 78, 150)
	Circuito 21 (Miraflores)	13.2	H-945	6.85	ACSR (35, 70)
Farallones	Circuito 10 (Farallones)	4.16	H-1853	16.285	ACSR (35.70)
Miraflores	Circuito 7 (Centeno)	4.16	H-1777	31.666	ACSR (35. 70). AAAC (78)
Cayo Chiquito	Circuito 5 (Cayo Chiquito)	2.4	6525	0.55	ACSR (35,70),AAA (78)

Cada uno de estos circuitos es delimitado a continuación.

2.2.1 Localización y límites.

Circuitos residenciales del municipio Moa.

Circuito 1. Es alimentado por la Subestación Moa Vieja, comprende el centro de la ciudad, los repartos Armando Mestre, Los Mangos, Haití Chiquito, La Laguna, Pueblo Nuevo y La Playa. Este cuenta con 226 transformadores para una capacidad de 9 220 kVA. El mismo posee conexión con el circuito 2 a través de los desconectivos 2030 y 1791, y con el circuito 9 a través de los desconectivos 1791 y 2050. También es posible la interconexión con el circuito 6 cerrando el desconectivo 2078. En él se encuentran la sede del gobierno municipal, la UJC y La Productora de Alimentos Moa.

Circuito 2. Energizado por la Subestación Moa Vieja. El mismo se extiende por todo el reparto Caribe, una porción al este noreste de la Avenida Mariana Grajales. Integrado por 106 transformadores para un total de 4 975 kVA. Este se puede conectar con los circuitos 1 y 9 a través de sus desconectivos y con el 21 cerrando enlace en el edificio 6 del Reparto Caribe. En este circuito se encuentra el Hospital Guillermo Luís.

Circuito 3. El mismo está encargado de alimentar el sector residencial de Punta Gorda, La Veguita y los pozos de agua potable, es energizado por la Subestación Rusky posee un total de 15 transformadores, haciendo entrega de 622,5 kVA de capacidad de distribución. A través del enlace H1770 es posible la conexión con el interruptor que alimenta al circuito 6.

Circuito 5. A través de la Subestación de Cayo Chiquito es alimentado el poblado del mismo nombre, donde se utilizan 4 transformadores que entregan una potencia de 137,5 kVA. Toma su energía del interruptor 6525 en la subestación Moa 110 kV.

Circuito 6. La Subestación Rusky es la encargada de energizar el reparto Rolo Monterrey muy cercano a objetivos económicos de gran importancia como son la fábrica Moa Níquel SA y el Puerto, con las cuales tienen una conexión a través del circuito especial OH2, que se extiende por las calles principales del reparto, prestando la posibilidad de conexión por medio del desconectivo 6080. El circuito 6 cuenta con 85 transformadores para una capacidad de 2

967,5 kVA. Compreendido también por lugares de importancia social como el Hospital Pediátrico y el Policlínico integral, que cuentan con generación propia para casos de emergencia.

Circuito 7. Alimentado por la Subestación Miraflores, suministrándole energía eléctrica a los poblados de Centeno y Pueblo Nuevo. Para lo que se emplean 72 transformadores para un total de 2 747.5 kVA. Alimentando a la Torre de comunicaciones de Miraflores. Toma su energía del interruptor 6525 en la subestación Moa 110 kV.

Circuito 8. Se alimenta por medio de la Subestación del Punta Gorda Nueva, cercana al Comando 30, la que está encargada de hacer llegar la energía eléctrica a los pueblos de Punta Gorda y de Yamanigüey, a través de 83 transformadores para una potencia de 4 079 kVA.

Circuito 9. Se extiende por los repartos Atlántico, Vivienda Checa, una parte de las Coloradas Nuevas y desde las Coloradas Viejas hasta la Empresa Pesquera. La Subestación Vivienda Checa es la encargada de alimentar a este circuito. Encontrándose en el mismo 85 transformadores para una capacidad de 3 215,5 kVA. Se conecta entre sí con el circuito 21, el 1 y el 2. Cerrando puente en Avenida 7 de Diciembre esquina con Avenida Flor Crombet, es posible la interconexión con el circuito 9.

Circuito 10. Comprende los territorios de Cayo Grande y Farallones, se alimenta desde la Subestación de Farallones, para lo cual emplea 9 transformadores que suman un total de 220.0 kVA. Toma su energía del interruptor 6525 en la subestación Moa 110 kV.

Circuito 21. Este circuito es energizado por la Subestación Vivienda Checa. Cuenta con 98 transformadores, cuyas potencias alcanzan los 5 472.5 kVA, estos se reparten por todo el reparto Miraflores así como también el ISMM y comunales, y una porción del reparto Coloradas Nuevas, llegando una de sus ramificaciones hasta el Hospital Guillermo Luis Fernández, que además posee generación propia para casos de emergencia. También comprende el Triángulo del Caribe y posee conexión con los circuitos 2, 9 y 1.

La red de distribución actual aún es radial, sin embargo poco a poco se ha trabajado logrando crear las condiciones para enlazar a la mayor parte de los circuitos residenciales, para ello se han instalado desconectivos en diferentes partes de los circuitos como veremos a continuación.

2.2.2 Enlaces y puentes.

Teniendo en cuenta la carga admisible de los transformadores de las subestaciones de subtransmisión, es posible alimentar circuitos pertenecientes a otras empleando los enlaces y puentes disponibles.

Los circuitos residenciales principales del territorio tienen en su mayoría la posibilidad de ser alimentados por diferentes subestaciones.

En el circuito 1 se encuentra el desconectivo rígido individual 2078, en el desvío de la Avenida Primero de Mayo a la calle Rolando Monterrey, que permite dar energía al circuito 6 del reparto Rolo como se muestra a continuación.

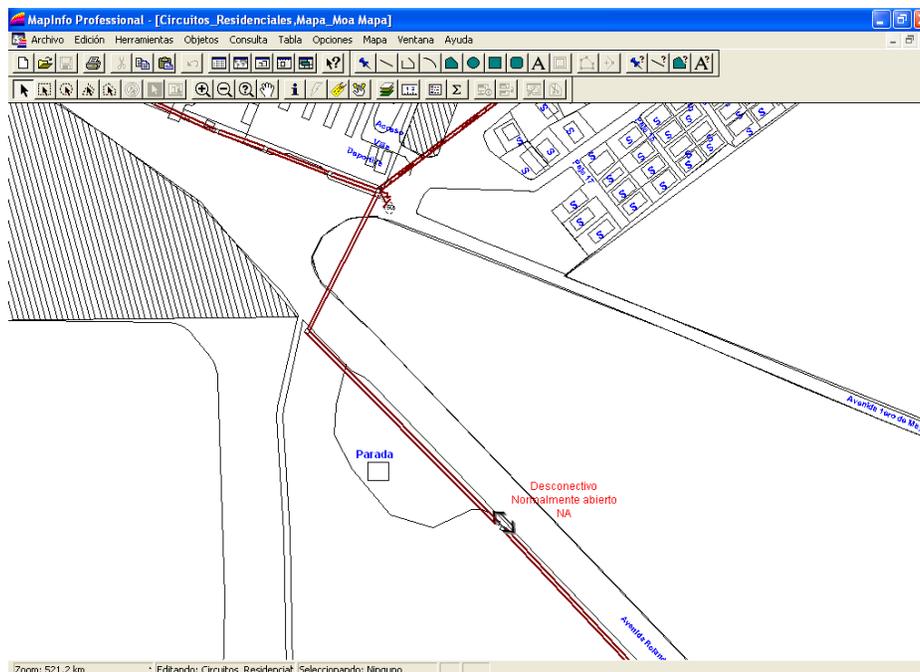


Figura 2.1 Enlace 2078 entre los circuitos 1 y 6.

De esta misma forma se tiene otro enlace en el puente posterior a la funeraria (H1791), en calle Nguyen Van Troy, que permite alimentar al circuito 9 de la subestación Vivienda Checa,

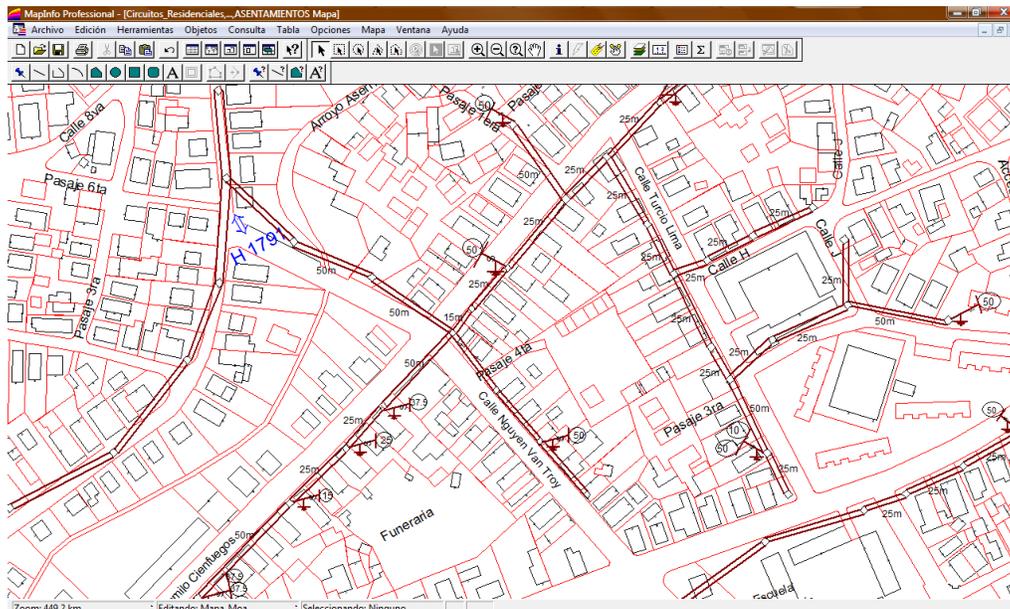


Figura 2.2 Enlace H1791 entre los circuitos 1 y 9.

Teniendo cerrado el siguiente enlace y el ubicado en la calle Ángel Romero (2030),

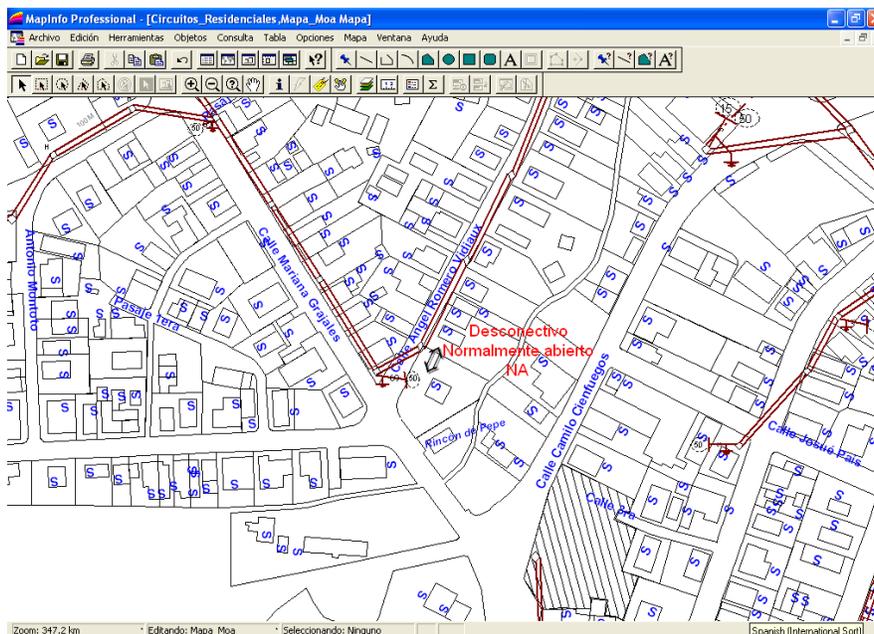


Figura 2. 3 Enlace 2030, entre circuitos 2 y 9.

Se puede alimentar el circuito 2 manteniendo cerrado el desconectivo de la calle Renato Guitart.

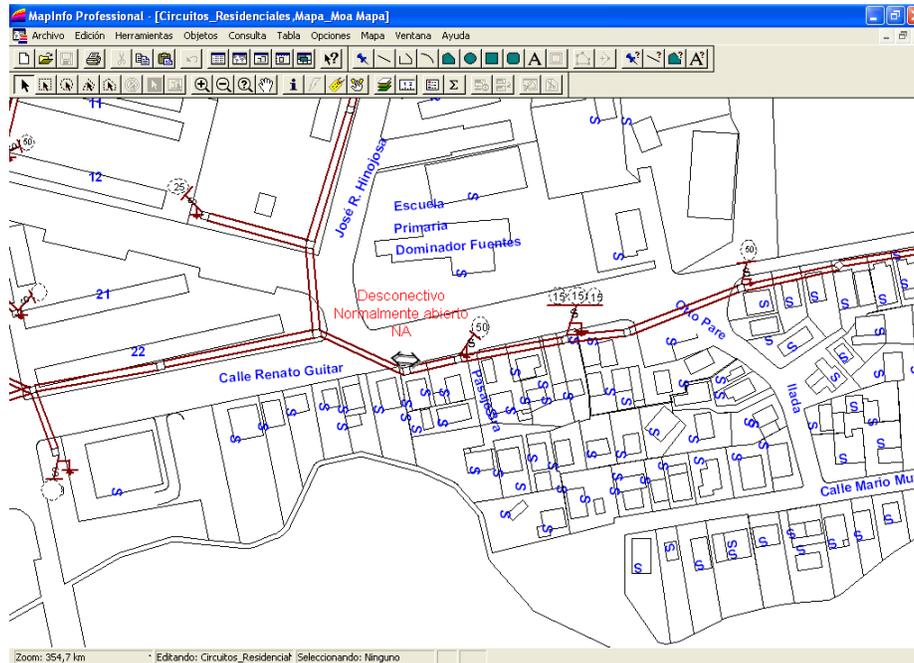


Figura 2.4 Enlace entre circuitos 2-9-1-6.

En el circuito 2 están además del desconectivo antes mencionado, el puente del Edificio 6 del Reparto Caribe, que lo enlaza con el circuito 21 al igual que la copa del Hospital Guillermo Luís, aunque esta opción es solo tomada cuando el puente del edificio 6 no es posible.

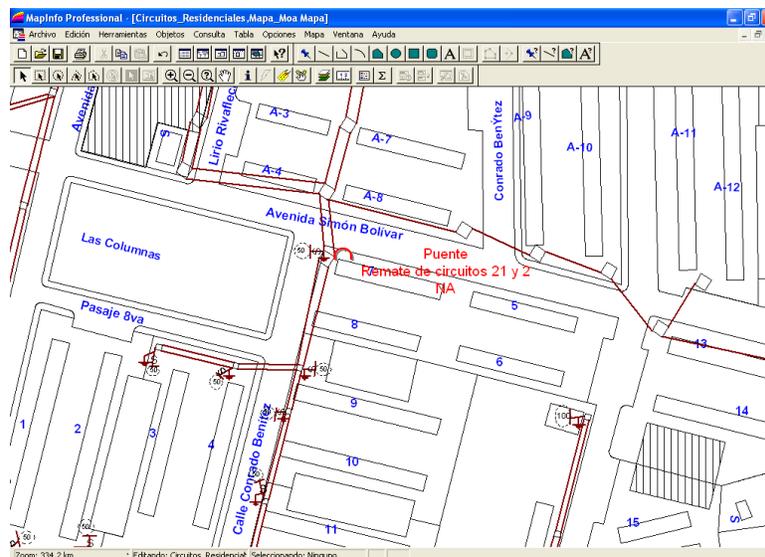


Figura 2.5 Puente de enlace. Edificio 6 Caribe.

En el circuito 3 se tiene la posibilidad de enlace con el circuito 6 por medio del desconectivo H1770. Manteniendo cerrados los desconectivos 2078 y el H1770, es posible alimentar este circuito desde el 1, dejando abierto H1710 se energiza la barra de 13.8kV de la subestación Rusky y con ello, este circuito.

Al circuito 5 se le puede alimentar solamente por el interruptor 6525.

El circuito 7 se alimenta a 4.16 kV desde la subestación Moa 110 kV.

El circuito 8 que es alimentado por la subestación Punta Gorda Nueva, próxima al Comando 30, para enlazar este circuito con otro es necesario un cambio de voltaje abriendo en el 6515 y calentando con 13.8 kV y evitando el paso por el transformador.

En el circuito 9 de la subestación Vivienda Checa están las posibilidades de enlace con el circuito 21, cerrando el puente de la Avenida 7 de Diciembre esquina Flor Crombet.

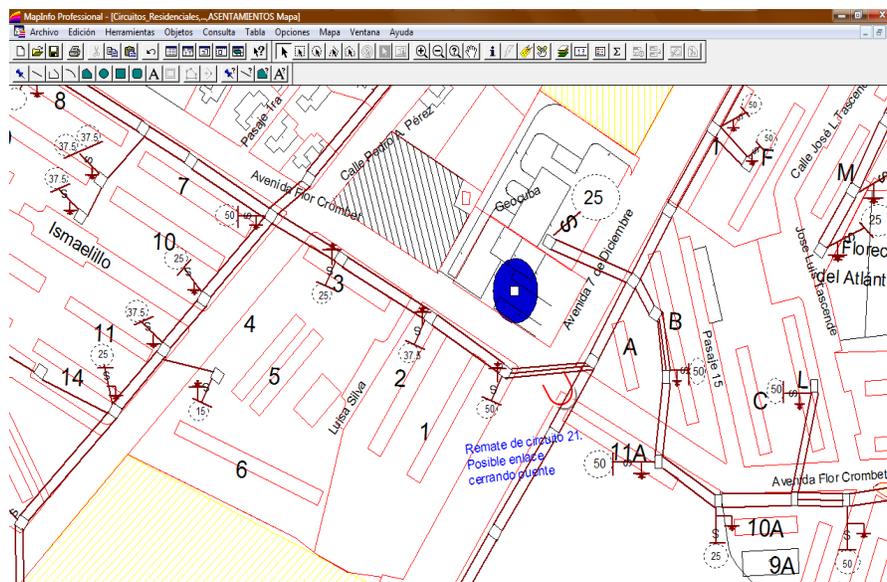


Figura 2. 6 Puente de enlace. Circuitos 9-21.

Con el circuito 2 en el edificio 6 del Reparto Caribe y con el 1 en el desconectivo H1791 de la funeraria. Para operatividad de este circuito existe el desconectivo 2050, frente a la Empresa Pesquera normalmente cerrado.

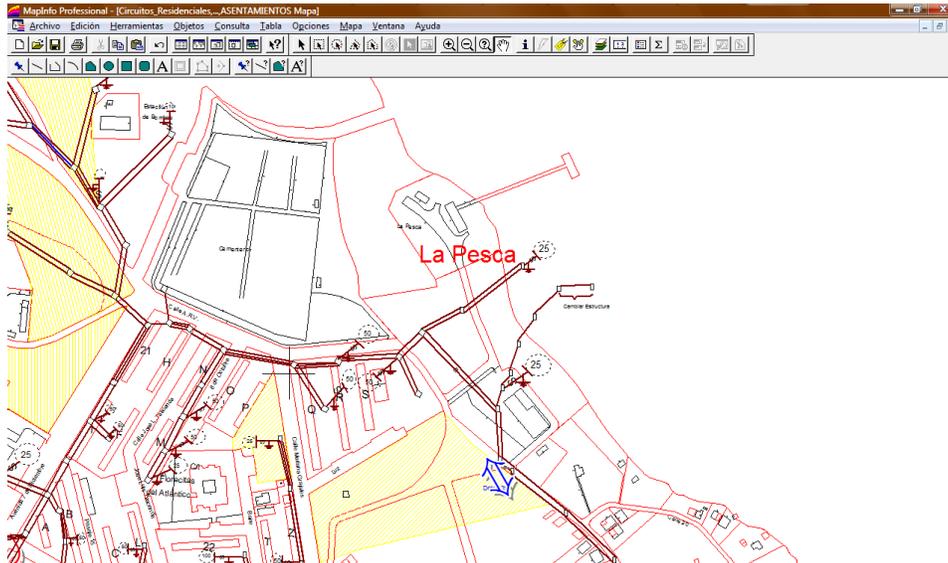


Figura 2. 7 Enlace 2050. La Pesca.

El circuito 21 se interconecta con el 2, el 9 y el 1, como se ha dicho anteriormente.

2.3 Clientes de primera categoría.

Como ya se dijo anteriormente a la 1^{ra} categoría corresponden los consumidores, la alteración del suministro de electricidad a los cuales puede traer consigo: peligro para la vida de las personas, un daño considerable a la economía nacional, el deterioro de la maquinaria, desechos en la masa de la producción, alteración de un proceso tecnológico complicado y alteración de elementos particularmente importantes de la economía urbana, en el municipio existen 20 clientes de primera categoría, que en situaciones normales se les debe mantener el suministro de electricidad con doble fuente y tener disponible su Grupo Electrónico de Emergencia en situaciones excepcionales. En la tabla que se muestra a continuación se muestran escogidos.

Tabla 2.3 Clientes de primera categoría finales				
Denominación	Dirección	Cto #	Subestación	Potencia (kVA)
Bombeo Río Moa (Che Guevara)	Veguita		Bombeo Che G. 6515 y 6155	2x10000
Combinado Mecánico	km 3 ½ Carretera a Holguín		CMN 6150 y 6515	2x10000
Combinado Lácteo	Ave. 7 de Diciembre		6515 LÁCTEO	1x1000
Puerto Moa	Carretera a Baracoa		PSA	2x1000
Hospital Guillermo Luis	Caribe	CTO 9 CTO 2	V. CHECA MOA VIEJA	1x1000
Hospital Pediátrico	Rolo	CTO 6	RUSKY	1x160
Policlínico Rolo	Rolo	CTO 6	RUSKY	2x37,5
Policlínico Las Coloradas	Las Coloradas	CTO 9	V.CHECA	2x37,5
Bombeo Veguita	Veguita	CTO 3	RUSKY	2x10000
Bombeo Punta Gorda	Punta Gorda	CTO 8	Punta Gorda Nueva	2x25
Fábrica Productora de Alimentos ESUNI	Rolo	CTO 6	RUSKY	1x100
Productora de Alimentos	UMI Vivienda	CTO1	MOA VIEJA	1x50/1x25
Sector Militar	Rolo	CTO6	RUSKY	1x50/1x10
Radio Cuba	Rolo Caribe	CTO 6 CTO 21	RUSKY Vivienda Checa	2x25 3x25
Tele Centro Municipal	Caribe	CTO 21	V.CHECA	3X50
Aeropuerto	Rolo	CTO6	OH2 PSA	3X25
Transmisor TV	Alto Miraflores	CTO 7	MIRAFLORES	3x37,5
Cupet	Puerto Moa	CTO6	OH2 PSA	2x15
Minint	Caribe	CTO 21	V.CHECA	1x75/1x50
Almacenes ESUNI	Rolo	CTO 6	OH2 PSA	1x100

Los clientes: bombeo veguita, sector militar, aeropuerto, Cupet, Minint, almacenes de la ESUNI, carecen hasta el momento de generación de emergencia, situación que pone en riesgo la continuidad del servicio ante una avería en las dos fuentes de alimentación.

El bombeo Río Moa es el encargado del suministro de agua a las empresas, se alimenta por los interruptores 6515 y 6155 desde la subestación de 110 kV de Centeno, con una tensión de 34,5 kV/480 V. La línea que parte del 6515 tiene una longitud de 19.256 km, terminando en una cuchilla normalmente cerrada, mientras que la línea que parte del interruptor en 6155 tiene una longitud de 12.001 km, y se encuentra normalmente abierta por el desconectivo 6826.

La Empresa Mecánica del Níquel (Combinado Mecánico), se alimenta por los interruptores 6150 y 6515 desde la subestación de 110 kV de Centeno, con una tensión de 34,5 kV. La línea que parte del 6150 tiene una longitud de 4.560 km, terminando en una cuchilla normalmente cerrada, mientras que la línea del 6515 se encuentra normalmente cerrada.

El Combinado Lácteo es el encargado de producir y distribuir el yogurt y helado en el municipio, se alimenta por el interruptor 6515 desde la subestación de 110 kV de Centeno, con una tensión de 34,5 kV.

El Puerto de Moa es el encargado del embarque y desembarque de mercancías de la economía cubana y la exportación de níquel, recibe su alimentación desde la subestación de la empresa Pedro Soto Alba con una tensión de 13,8 kV, por el circuito especial OH2. En calle 1era del Reparto "Rolo" por el desconectivo 6080 que opera normalmente abierto es posible alimentar al circuito OH2 y viceversa.

El Hospital Guillermo Luís es el encargado de la atención médica a la población, radica en el Caribe y recibe su alimentación desde el circuito 2 de la subestación de Moa Vieja. La cual termina en una copa para el suministro soterrado. Existe además en el mismo poste la posibilidad de alimentación desde el circuito 21 de la subestación de Vivienda Checa, siendo más ventajoso cerrar el puente en el edificio 6 del Reparto Caribe.

Título Procedimiento para la continuidad de servicio eléctrico a los clientes de primera categoría del Municipio Moa. Pág. 43

El Hospital Pediátrico de Rolo es el encargado de la atención médica a los menores de 16 años, recibe su alimentación por el circuito 6 desde la subestación de Rusky. Por el desconectivo rígido individual 6080 es posible la alimentación desde el circuito de la empresa Pedro Sotto Alba, OH2.

El Policlínico de Rolo es el encargado de la atención médica a la población y centro docente para los trabajadores de la salud en formación, recibe su alimentación por el circuito 6 desde la subestación de Rusky. Por el desconectivo rígido individual 6080 es posible la alimentación desde el circuito de la empresa Pedro Sotto Alba, OH2.

El Policlínico Las Coloradas es el encargado de la atención médica a la población, recibe su alimentación por el circuito 9 desde la subestación Vivienda Checa, pudiendo ser alimentado además desde la subestación Moa Vieja por el circuito 1 y el circuito 2.

El Bombeo Veguita es el encargado de suministrar el agua a la empresa Comandante Ernesto Che Guevara y a la población, recibe su alimentación por el circuito 3 desde la subestación Rusky. Necesita la presencia de un grupo electrógeno de emergencia.

El Bombeo Punta Gorda es el encargado del suministro de agua a la población del reparto del mismo nombre, recibe su alimentación por el circuito 8 desde la subestación Punta Gorda Nueva.

La Fábrica Productora de Alimentos ESUNI radica en el edificio 200 del Reparto Rolando Monterrey (Rolo) y es la principal encargada de elaborar los alimentos para las empresas del níquel, con capacidad y condiciones para garantizar de conjunto con los demás centros la alimentación del territorio en situaciones excepcionales. Recibe su alimentación por el circuito 6 desde la subestación Rusky. Por el desconectivo rígido individual 6080 es posible la alimentación desde el circuito de la empresa Pedro Sotto Alba, OH2.

La Productora de Alimentos Calle Boizán Pasaje A adyacente a la Dirección Municipal de Vivienda, es la encargada de elaborar comidas y meriendas para los centros escolares y en Título Procedimiento para la continuidad de servicio eléctrico a los clientes de primera categoría del Municipio Moa.

situaciones excepcionales para la población en general, recibe su alimentación por el circuito 1 desde la subestación Moa Vieja, con posibilidades de enlace con los circuitos 2 y 9.

El Sector Militar recibe su alimentación por el circuito 6 desde la subestación de Rusky.

Radio Cuba cuyas estaciones se encuentran distribuidas con dos unidades en Rolo y una en el Caribe, además de la emisora La Voz del Níquel, tiene el objeto social de mantener informado al pueblo ante cualquier situación. La alimentación es garantizada por los circuitos 6 y 2 desde las subestaciones Rusky y Moa Vieja, respectivamente.

El TeleCentro Municipal – radican la emisora radial “La Voz del Níquel” y el canal de televisión “MoaTV”, alimentados por el circuito 21, cuyo objeto social es promover la cultura del territorio y mantener informado al pueblo, sobre todo en situaciones de emergencia, se puede alimentar por el circuito 1, 2 y 9.

El Aeropuerto en Avenida del Puerto es el encargado del transporte de pasajeros y materiales, de vital importancia ante situaciones de emergencia, recibe su alimentación por el desconectivo rígido individual 6080 desde el circuito de la empresa Pedro Sotillo Alba OH2, es posible su alimentación desde el circuito 6.

El Transmisor de TV del Alto de Miraflores es el encargado de mantener y llevar las señales de radio, televisión y comunicaciones, recibe su alimentación por el circuito 7 desde la subestación Miraflores que se energiza por el interruptor 6525 desde Moa 110 kV.

El Cupet de Puerto Moa es el encargado de almacenar elevados niveles de combustible, recibe su alimentación desde el circuito OH2 de la empresa Pedro Sotillo Alba, con la posibilidad de suministro desde el circuito 6.

El Minint recibe su alimentación por el circuito 21 desde la subestación de Vivienda Checa. Con posibilidades de alimentación desde el circuito 2 por el enlace del edificio 6 del Reparto Caribe.

Los Almacenes de la ESUNI de Rolo son los encargados de recibir y guardar materiales y alimentos de la empresa de servicios, recibe su alimentación desde el circuito OH2 de la empresa Pedro Soto Alba.

2.3.1 Clientes de primera categoría por circuitos. Demanda.

En la siguiente tabla se muestra la distribución por circuitos de los clientes de primera categoría tratados anteriormente.

Tabla 2.4 Clientes de primera categoría. Demanda y ubicación.

Clientes	Demanda Promedio kW	Cto #
Bombeo Río Moa (Che Guevara)	1122,42	
Combinado Mecánico	910,83	
Combinado Lácteo	245,17	
Puerto Moa	458,08	
Hospital Guillermo Luís	124,42	2
Hospital Pediátrico	49,08	6
Policlínico Rolo	59,17	6
Policlínico Las Coloradas	43,08	9
Bombeo Veguita	268,67	3
Bombeo Punta Gorda	230,00	8
Fábrica Productora de Alimentos ESUNI	14,50	6
Productora de Alimentos Moa	239,50	1
Sector Militar	6,17	6
Radio Cuba-Voz del Níquel	430,92	6
Tele Centro Municipal	720,33	21
Aeropuerto	8,50	6
Transmisor TV	56,83	7
Cupet	8,17	6
Minint	4,42	21
Almacenes ESUNI	58,67	6

2.4 Grupos electrógenos de emergencia.

No todos los clientes de primera categoría son asistidos por la generación de emergencia. Esta fuente de respaldo solo entra en funcionamiento cuando la energía no es entregada por el sistema tradicional o por la Batería de Grupos Electrógenos Diesel.

En la siguiente tabla se especifican los clientes de primera categoría que cuentan con grupos electrógenos de emergencia.

Tabla 2.5 Grupos electrógenos de emergencia.

GEE DE EMERGENCIA	Potencia Aparente (kVA)	Factor de Potencia F.P
Combinado Mecánico	618	0.8
Hospital Guillermo Luís	2*600	0.8
Combinado Lácteo	300	0.8
CTV Miraflores	150	0.8
Derivadora Moa	150	0.8
Hospital Pediátrico	120	0.8
Policlínico Rolo	60	0.8
Policlínico Las Coloradas	60	0.8
Puerto Moa	100	0.8
Panadería Centeno	75	0.8
Gasificador oxígeno Combinado	60	0.8
Empresa Cubana de Pan	45	0.8
SUB 220 kV Punta Gorda	125	0.8
Centro Superv y control (R. Cuba)	25	0.8
Centro Trans. O. Media (R. Cuba)	25	0.8
Panadería La Melba	25	0.8
Centro Elaborac Alimentos (ESUNI)	20	0.8
Emisora La Voz del Níquel	20	0.8

Comunitaria TV (Radio Cuba)	10	0.8
Estación Sismología	6	0.8
Panadería Moa	75	0.8
Panadería Miraflores	94	0.8
Bombeo Punta Gorda	45	0.8
Hotel Miraflores	425	0.8
Tele Centro Moa	20	0.8
La Melba	100	0.8
Calentura	45	0.8
Servi-Centro Moa	41	0.8
Torre de Miraflores	33	0.8
Cubacel Vigía	22	0.8
CT Punta Gorda	28	0.8
Centro Técnico (Etecsa)	45	0.8
OM Caribe (Radio Cuba)	18	0.8
Centro Comercial Moa	45	0.8
Tienda Los Mineros	45	0.8
Tienda Mayorista Moa	45	0.8
Total	4.3 MVA	

Como se puede apreciar en la tabla anterior, no todos los clientes de primera categoría cuentan con generación de emergencia, sin embargo existen varios grupos en entidades con menor importancia económica y social. A continuación se muestra la ubicación de los grupos de emergencia en el municipio de Moa utilizando el Mapinfo.

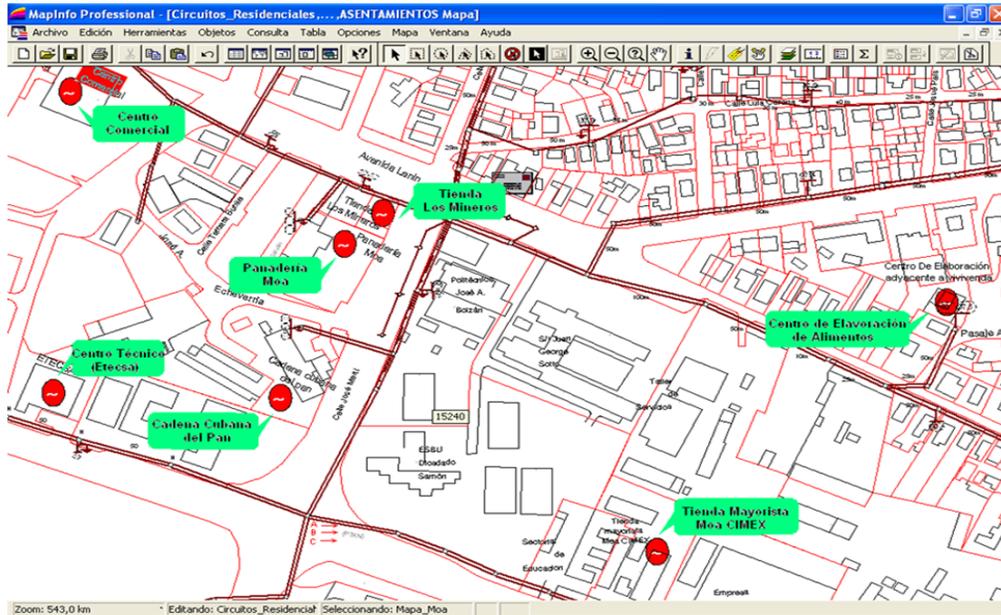


Figura 2.8 GEE Moa Centro.

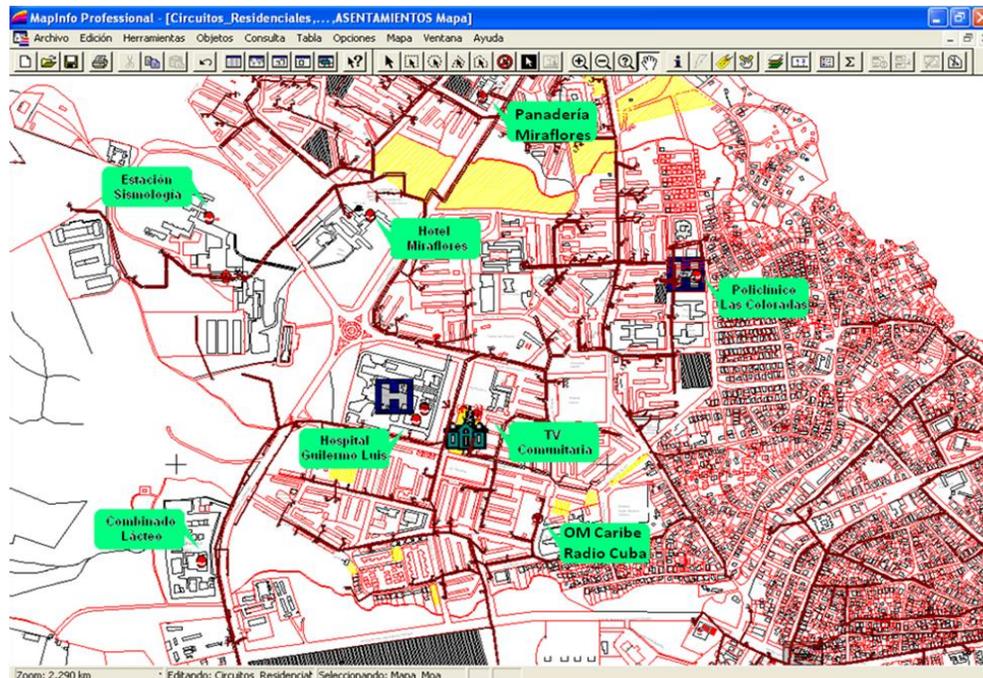


Figura 2.9 GEE Caribe-Miraflores-Colorada.

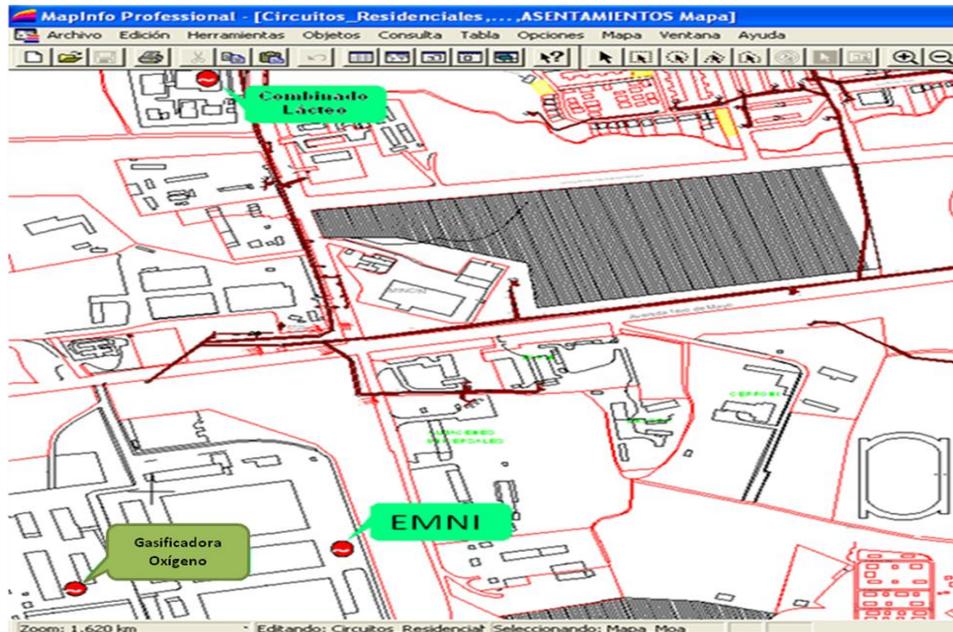


Figura 2.10 GEE EMNI-C. Lácteo.

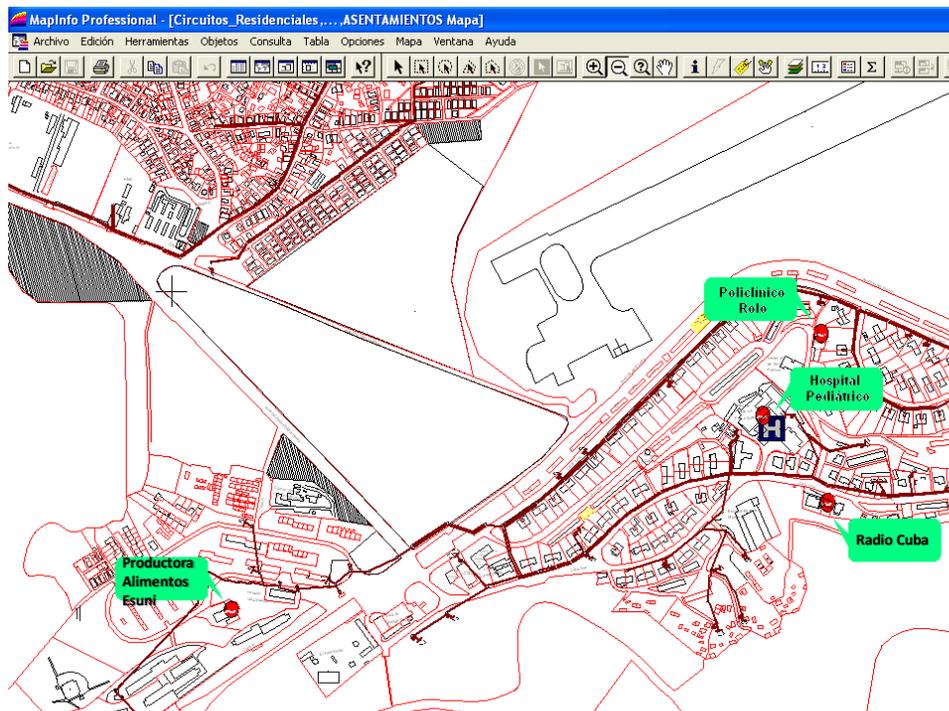


Figura 2.11 GEE Centro de Rolo.

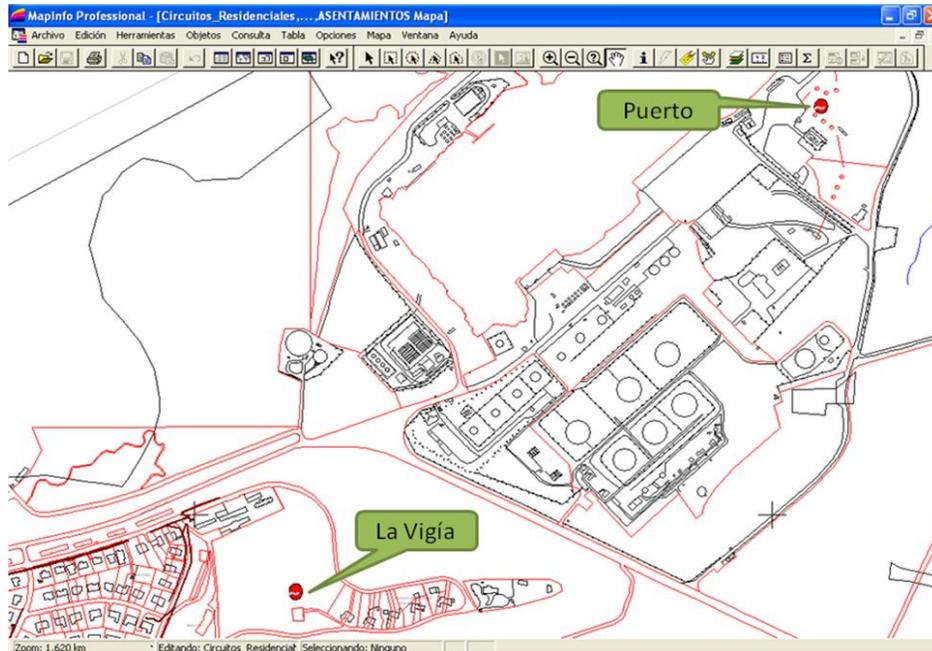


Figura 2.12 Puerto-Vigía

2.5 Manipulaciones.

El servicio a los clientes de primera categoría debe ser mantenido por todas las vías posibles, de no ser así entran entonces a funcionar los grupos de emergencia instalados. Como se mostró anteriormente existen algunos de estos clientes que no poseen generación de emergencia, por lo que garantizarles un servicio eléctrico continuo es de vital importancia ante una situación de emergencia.

En este estudio se tendrán en cuenta situaciones de emergencia que ocasionen:

1. Salida de las subestaciones de distribución por averías en las líneas de 34,5 kV que alimentan a cada una de ellas.
2. Salida de servicio de las líneas de alta tensión que alimentan a la subestación Moa 110 kV.
3. Salida de servicio de la subestación Moa 110 kV.

2.5.1 Caso de estudio 1. Salida de servicio de la Subestación Moa Vieja.

Al salir de servicio la subestación Moa Vieja, cuya capacidad es de 6.3 MVA, todos los clientes residenciales y pequeños estatales quedan desenergizados, existe la posibilidad de alimentar estas cargas desde las subestaciones restantes por medio de los enlaces disponibles entre circuitos. Todo depende de la capacidad de los transformadores y de la distancia de las subestaciones a las cargas.

En dependencia de la situación de emergencia que se presente se puede prescindir de dar suministro a los clientes residenciales y garantizar solamente a los clientes de primera categoría.

En el circuito 1 está ubicado el centro de elaboración de alimentos Moa, adyacente a la Dirección de Vivienda Municipal con una demanda promedio de 239.50 kW.

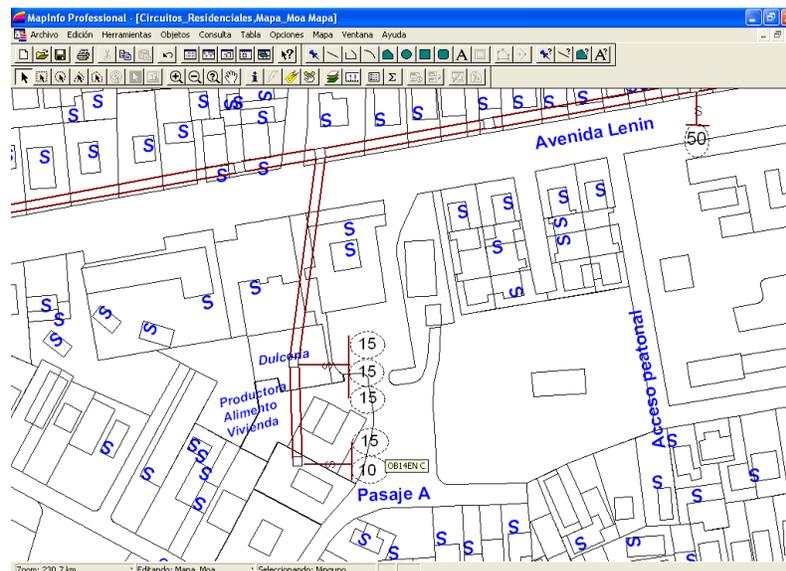


Figura. 2. 13 Ubicación de Productora de Alimentos Moa.

Alimentando desde la subestación Rusky se utiliza el desconectivo 2078 ubicado en la Calle Rolando Monterrey, desvío de Avenida Primero de Mayo para interconectar los circuitos 6 y 1. Energizando la línea del reparto Haití Chiquito que recorre todo Moa Centro y alimenta al cliente.

En el circuito 2 que como se dijo, también se alimenta desde la subestación Moa Vieja, se encuentra el hospital Guillermo Luís Hernández con una demanda de 124.42 kW. Para garantizar su energía desde la subestación Rusky es necesario cerrar además del desconectivo antes mencionado, el H1791 en el puente de la funeraria, enlazando los circuitos 6, 1 y 9 y luego cerrar el que se ubica en Calle Renato Guitar, esquina José R Hinojosa.

De esta forma se garantiza a través de la subestación Rusky, el suministro a los dos clientes de primera categoría de la subestación Moa Vieja ante su salida de servicio.

Desde la subestación Vivienda Checa, llega hasta el Hospital la otra línea que lo suple por el circuito 21, pues es un cliente con alimentación doble circuito, de existir alguna situación con esta línea se puede alimentar desde el circuito 9 de la misma subestación cerrando el desconectivo 2030. Para llegar a la productora de alimentos del circuito 1, es necesario mantener cerrado el desconectivo 2050 ubicado frente a la empresa pesquera y posteriormente el H1791.

Operativamente y técnicamente la alimentación debe provenir de la subestación más cercana, siempre que su capacidad permita asumir la carga que se desea alimentar.

2.5.2 Caso de estudio 2. Salida de servicio de la Subestación Vivienda Checa.

A la subestación Vivienda Checa que alimenta los circuitos 9 y 21, pertenecen los clientes siguientes:

-  Policlínico de Las Coloradas.
-  Telecentro Municipal.
-  Minint.

Para alimentar el policlínico desde la subestación más cercana, es decir, la subestación Moa Vieja, se procede a cerrar el puente frente al edificio 6 del Reparto Caribe, Avenida Simón Bolívar, energizando la alimentación del Telecentro Municipal y el Minint con el circuito 2 a través de las líneas del circuito 21.

El policlínico de Las Coloradas es posible alimentarlo con el circuito 2 cerrando el desconectivo 2030 o con el circuito 1, por medio del H1791.

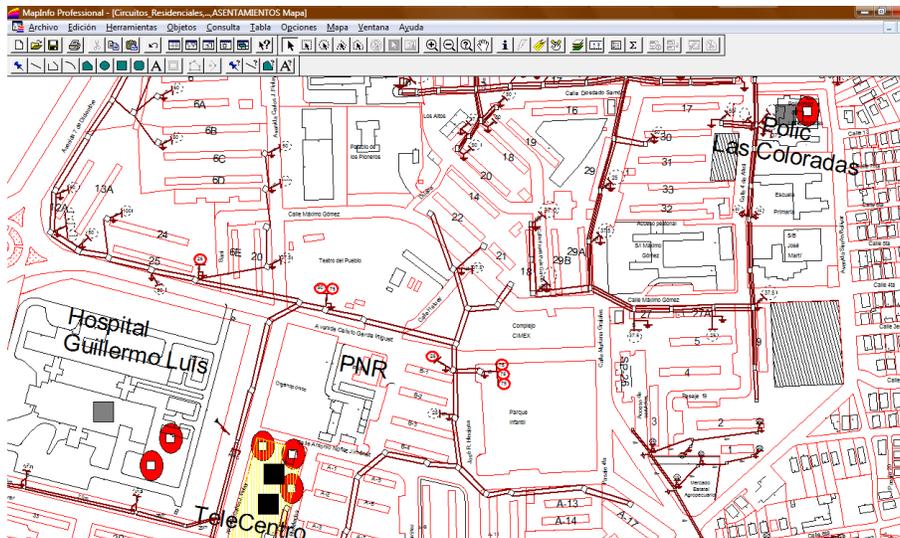


Figura. 2. 14 Ubicación de Hospital, Telecentro, PNR, Policlínico de Las Coloradas.

2.5.3 Caso de estudio 3. Salida de servicio de la Subestación Rusky.

El caso más crítico para los clientes de primera categoría es la salida de la subestación Rusky a la cual pertenecen nueve objetivos:

- ✚ Hospital Pediátrico.
- ✚ Policlínico.
- ✚ Productora de alimentos ESUNI.
- ✚ Sector Militar.
- ✚ Radio Cuba.
- ✚ Aeropuerto.
- ✚ Cupet Puerto Moa.
- ✚ Almacenes ESUNI.
- ✚ Puerto Moa.
- ✚ Bombeo Veguita.

La demanda de estos clientes es de 1 361.92 kW. La subestación Moa Vieja es la idónea para alimentar a estos clientes, por su capacidad y cercanía, además las manipulaciones son mínimas, solo es necesario cerrar el desconectivo 2078, para calentar el circuito 6 y el 6080 para energizar el circuito OH2 y con ello a todos los clientes. Para hacer llegar esta energía al circuito 3 para el Bombeo Veguita se puede cerrar en la Rusky el H1770 o cerrando el H1772 calentar la barra y al circuito 3 por medio del H140.

2.5.4 Caso de estudio 4. Salida de servicio de las líneas de alta tensión que alimentan a la subestación Moa 110 kV.

De existir una avería en la subestación Punta Gorda 220 kV o en las líneas que alimentan la subestación Moa 110 kV, solo se contaría para suplir al sector residencial y de primera categoría con la generación de la Batería de Grupos Electrónicos Diesel, cuya capacidad instalada es de 15.104 MW.

Si se considera la operación de este microsistema quedando intactas las líneas de 34.5 kV, es posible proceder normalmente, con cada subestación alimentando su propia carga, de fallar alguna de estas líneas, se procede como en los casos de estudio 1, 2 y 3.

Si todas las líneas de 34.5 kV son afectadas, entonces se procede a desconcentrar la Batería destinando el número de grupos necesario para suplir los clientes de cada subestación. En el caso de la subestación Moa Vieja puede contar con la operación de 2 grupos electrónicos y la generación propia del hospital Guillermo Luís. Por las posibilidades de enlace entre los circuitos 1, 2, 9 y 21, la subestación Vivienda Checa solo necesitaría 1 grupo electrónico diesel.

De no ser posible utilizar las subestaciones, se destinan dos grupos electrónicos diesel para el desconectivo H1791 y el otro en el edificio 6 del Reparto Caribe, quedando alimentados los clientes de primera categoría de los circuitos pertenecientes a estas subestaciones.

Para los clientes de la subestación Rusky es necesario conectar dos grupos diesel.

2.5.5 Caso de estudio 5. Alimentación desde las Industrias.

Si no es posible contar con el SEN y la Batería, los clientes de primera categoría tienen que ser suplidos por la generación de las empresas del níquel y los grupos de emergencia del hospital Guillermo Luís.

La generación de la empresa che Guevara cerrando los desconectivos 6977 y O-187 alimenta la subestación Punta Gorda Nueva, garantizando el bombeo de agua y el interruptor 6515 por medio del 6383 que opera normalmente cerrado, dándole energía al Combinado Mecánico y a la barra de la subestación Moa 110 kV cerrando 6513 y 6512, desde la que parten las demás subestaciones por los interruptores 6150 (Rusky), 6155 Potabilizadora, 6160 (Moa Vieja), 6520 (Vivienda Checa).

La generación de la empresa Pedro Sotto Alba puede ser enviada a la barra de la subestación Moa 110 kV.

2.6 Conclusiones del Capítulo.

En el capítulo:

1. Se caracterizaron los circuitos de distribución del territorio identificando a los clientes de primera categoría y su demanda.
2. Se ubican los enlaces entre circuitos y los grupos electrógenos de emergencia por objetivo.
3. Se establecen las posibles manipulaciones a realizar para mantener el servicio a los clientes de primera categoría.

CAPÍTULO 3. Procedimientos.

3.1 Introducción

En el siguiente capítulo se realizan los procedimientos para cumplir con la necesidad de suplir a los clientes de primera categoría, teniendo en cuenta las posibilidades de distribuir la generación de la Batería Moa y la generación de las empresas. Además se realiza la valoración social del trabajo.

3.2 Procedimiento para la operación conjunta SEN o Batería de Grupos Electrónicos Diesel.

En la UEB Moa, bajo condiciones normales, se mantendrán dando servicio las siguientes líneas y subestaciones:

Líneas:

- ✚ 220 kV Cueto – Felton – Moa.
- ✚ 110 kV Punta Gorda – Centeno.
- ✚ 110 kV Punta Gorda – P 304 D/C.

Subestaciones:

- ✚ S/E Punta Gorda 220 kV.
- ✚ S/E Centeno 110 kV.
- ✚ S/E 33 kV Moa Vieja.
- ✚ S/E 33 kV Miraflores.
- ✚ S/E 33 kV Rusky.
- ✚ S/E 33 kV Vivienda Checa.
- ✚ S/E 33 kV Farallones.
- ✚ S/E 33 kV Punta Gorda Nueva.
- ✚ S/E 33 kV Combinado Mecánico del Níquel.

Líneas de 34.5 kV

- ✚ Línea 4470
- ✚ Línea 6470
- ✚ Línea 6150
- ✚ Línea 6155
- ✚ Línea 6160
- ✚ Línea 6515
- ✚ Línea 6520
- ✚ Línea 6525

En las subestaciones de 34.5 kV se mantendrán cerradas las salidas de los circuitos de 13,8 kV y 4,16 kV.

Tabla 3.1 Circuitos que ofrecen servicio en Moa

Cto 1 Moa	Cto 7 Moa
Cto 2 Moa	Cto 8 Moa
Cto 3 Moa	Cto 9 Moa
Cto 6 Moa	Cto 21 Moa

Orden De Ejecución

- El comienzo de los trabajos de adecuación de redes se realizará a partir de recibida la señal del Grupo de Energía y Combustible.
- El plazo de cumplimiento del mismo será desde las S+ hasta el D+.

Se empleará la figura siguiente para complementar las manipulaciones.

Alimentación del circuito 1.

✚ Se alimenta de la Subestación Moa Vieja (6300 kVA, 33/13.8 kV).

1. Comprobar cerrado interruptor 6160 (Moa 110 kV)
2. Comprobar cerrado interruptor 4525 (Cto #1)
3. Abrir Desconectivo 1801 (Desc. EMA)
4. Abrir puentes primarios del ramal MINCIN (OB-2)
5. Abrir puentes primarios del ramal Terminal (OB-4)
6. Abrir puentes primarios del ramal Almacenes Universales (OB-443) – Unecamoto (OB-577)
7. Abrir puentes primarios del ramal ECI 3.
8. Abrir puentes primarios del ramal Pre Níco López – ENSUMA
9. Abrir puentes primarios del ramal ECI 3.
10. Abrir puentes primarios del ramal del OB-338, (Entrada A. Mestre).
11. Abrir puentes primarios del ramal Mantenimiento Constructivo.
12. Abrir puentes primarios del ramal Calle 13, Armando Mestre.
13. Abrir puentes primarios del ramal Calle 7, Armando Mestre.
14. Abrir puentes primarios al final de la Calle B, Armando Mestre.
15. Abrir puentes primarios del ramal 26 de Junio, en la calle A. Biozán, antes del OB-12.
16. Abrir puentes primarios después del OB 14 en la Avenida Lenin.
17. Abrir puentes primarios del ramal calle Luis Corona.
18. Abrir puentes primarios del ramal calle Refugio.
19. Abrir puentes primarios del ramal calle Josué País.
20. Abrir puentes primarios del ramal calle Turcios Lima.
21. Abrir puentes primarios del ramal calle Manuel Terrero.
22. Abrir puentes primarios del ramal calle Fito Maceo, La Playa.
23. Abrir puentes primarios del ramal calle D, La Playa.
24. Abrir puentes primarios del ramal calle Nguyen. Van. Troy.
25. Abrir los siguientes bancos de transformadores:

Tabla 3.2 Bancos de clientes de menos categoría

OB3	OB56	OB490	OB50	OB338	OB28
OB64	OB7	OB495	OB51	OB363	OB49
OB6	OB539	OB497	OB33	OB549	OB29
OB74	OB71	OB52	OB369	OB11	OB5
OB8	OB551	OB575	OB543	OB596	
OB13	OB1	OB24	OB27	OB26	
OB484	OB332	OB31	OB32	OB66	

✚ Mantener cerrados los siguientes bancos de transformadores:

Tabla 3.3 Bancos de clientes importantes.

OB556	OB65	OB553
OB14	OB548	OB34
OB57		

Alimentación del circuito 2.

✚ Se alimenta de la Subestación Moa Vieja (6300 kVA, 33/13.8 kV).

1. Comprobar cerrado interruptor 6160 (Moa 110 kV)
2. Comprobar cerrado interruptor H-030 (Cto #2)
3. Abrir Desconectivo 2030 (Desc. Calle Ángel Romero V.)
4. Abrir los siguientes bancos de transformadores:

Tabla 3.4 Bancos de clientes de menos categoría

OB80	OB93	OB97	OB105	OB110	OB337
OB89	OB94	OB102	OB106	OB111	OB349
OB90	OB95	OB103	OB107	OB112	OB371
OB92	OB96	OB104	OB109	OB334	OB385
OB425	OB426	OB434	OB443	OB453	OB454
OB455	OB464	OB465	OB466	OB468	OB477
OB478	OB479	OB480	OB488	OB502	OB509
OB510	OB511	OB523	OB524	OB525	OB526
OB527	OB559	OB577	OB588	OB594	OB595
OB605	OB611	OB421	OB422	OB423	OB424
OB391	OB420	OB611	OB660	OB661	OB669

✚ Mantener cerrados los siguientes bancos de transformadores:

Tabla 3.5 Bancos de clientes importantes.

OB104	OB81
OB84	OB607

Alimentación del circuito 3.

✚ Se alimenta de la Subestación Rusky (4000 kVA, 34.5/13.8 kV).

1. Comprobar cerrado interruptor 6155 (Moa 110 kV)
2. Comprobar cerrado interruptor H-140 (Cto # 3)
3. Abrir Desconectivo 1773 (Desc. Veguita).
4. Abrir el banco de transformador OB-126.

- ✚ Mantener cerrados los siguientes bancos de transformadores:

Tabla 3.6 Bancos de clientes importantes.

OB134	OB327
OB138	OB328
OB140	

Alimentación del circuito 5.

- ✚ Se alimenta de la Subestación Cayo Chiquito (50 kVA, 33/2.4 kV).

1. Abrir el desconectivo por alta de la subestación (6118)

Alimentación del circuito 6.

- ✚ Se alimenta de la Subestación Rusky (4000 kVA, 33/13.8 kV).

1. Comprobar cerrado interruptor 6155 (Moa 110 kV)
2. Comprobar cerrado interruptor H-136 (Cto #6)
3. Abrir puentes primarios del ramal Cabaña
4. Abrir puentes primarios del ramal calle 1^{ra} de Rolo
5. Abrir los siguientes bancos de transformadores:

Tabla 3.7 Bancos de clientes de menos categoría.

OB155	OB156	OB159	OB160	OB161	OB162
OB163	OB164	OB165	OB166	OB168	OB169
OB170	OB173	OB175	OB176	OB177	OB178
OB179	OB180	OB182	OB184	OB185	OB73
OB187	OB382	OB503	OB587	OB501	OB585
OB188	OB402	OB560	OB612	OB364	OB442
OB189	OB403	OB580	OB620	OB584	OB638
OB645	OB647	OB663	OB664	OB665	OB666
OB670					

✚ Mantener cerrados los siguientes bancos de transformadores:

Tabla 3.8 Bancos de clientes importantes.

OB167	OB186
OB171	OB646

Alimentación del circuito 7.

✚ Se alimenta de la Subestación Miraflores (1000 kVA, 33/4.16 kV).

1. Comprobar cerrado interruptor 6525 (Moa 110 kV)
2. Comprobar cerrado interruptor 1777 (Cto #7)
3. Abrir puentes primarios del ramal del Barrio La Granja
4. Abrir puentes primarios del ramal Pueblo Nuevo de Centeno.
5. Abrir puentes primarios del ramal Los Pinos – La Piedra de Centeno
6. Abrir puentes primarios del ramal Yagüaneque (a partir del Porcino de Yagüaneque)
7. Abrir los siguientes bancos de transformadores:

Tabla 3.9 Bancos de clientes de menos categoría.

OB210	OB217	OB619
OB213	OB218	OB623
OB214	OB219	OB624
OB215	OB216	OB617

✚ Mantener cerrados los siguientes bancos de transformadores:

Tabla 3.10 Bancos de clientes importantes.

OB205	OB207	OB637
-------	-------	-------

Alimentación del circuito 8.

✚ Se alimenta de la Subestación Quemado del Negro (1000 kVA, 33/13.8 kV).

1. Comprobar cerrado interruptor 6470 (Pta Gorda 220 kV).
2. Comprobar cerrado interruptor 1778 (Cto #8).
3. Abrir puentes primarios del ramal del Poblado de Yamanigüey.
4. Abrir puentes primarios del ramal Cupey.
5. Abrir puentes primarios del ramal Cayo Grande de Yamanigüey.
6. Abrir puentes primarios del ramal Aserrío Quemado del Negro.
7. Abrir puentes primarios del ramal Punta Gorda Abajo.
8. Abrir puentes primarios del ramal Base de Apoyo.
9. Abrir puentes primarios del ramal Secundaria Punta Gorda.
10. Abrir puentes primarios del ramal Barrio Cromita.
11. Abrir los siguientes bancos de transformadores:

Tabla 3.11 Bancos de clientes de menos categoría.

OB142	OB236	OB347	OB144	OB372
OB241	OB243	OB348	OB145	OB397
OB245	OB246	OB600	OB146	OB550
OB215	OB346	OB601	OB147	OB639
OB640				

✚ Mantener cerrados los siguientes bancos de transformadores:

Tabla 3.12 Bancos de clientes importantes.

OB234
OB242
OB140

Alimentación del circuito 9.

✚ Se alimenta de la Subestación Vivienda Checa (4000 kVA, 33/13.8 kV).

1. Comprobar cerrado interruptor 6520 (Moa 110 kV)
2. Comprobar cerrado interruptor H545 (Cto #9)
3. Comprobar abierto desconectivo 2050 La Pesca (Cto #9)
4. Abrir puentes primarios del ramal Vivienda Checa a partir del banco del bombeo (OB298)
5. Abrir los siguientes bancos de transformadores:

Tabla 3.13 Bancos de clientes de menos categoría.

OB271	OB 283	OB 293	OB 335	OB 429	OB 473
OB 272	OB 284	OB 294	OB 367	OB 430	OB 474
OB 273	OB 285	OB 295	OB 380	OB 431	OB 561
OB 274	OB 286	OB 297	OB 388	OB 434	OB 554
OB 275	OB 287	OB 298	OB 392	OB 435	OB 475
OB 276	OB 608	OB 299	OB 457	OB 444	OB 482
OB 277	OB 288	OB 301	OB 428	OB 445	OB 483
OB 609	OB 289	OB 302	OB 399	OB 446	OB 498
OB 278	OB 290	OB 303	OB 408	OB 448	OB 499
OB 279	OB 472	OB 304	OB 409	OB 427	OB 505
OB 280	OB 291	OB 305	OB 410	OB 449	OB 281
OB 282	OB 292	OB 306	OB 411	OB 452	OB 608
OB 609	OB 636	OB 652	OB 654		

✚ Mantener cerrados los siguientes bancos de transformadores:

Tabla 3.14 Bancos de clientes importantes.

OB474	OB298	OB392
-------	-------	-------

Alimentación del circuito 10.

- ✚ Se alimenta de la Subestación Farallones (1500 kVA, 33/4.16 kV).
 1. Comprobar cerrado interruptor 6525 (Moa 110 kV).
 2. Comprobar cerrado interruptor 1858 (Cto #10).
 3. Abrir puentes primarios a partir del banco OB321 de Cayo Grande de Farallones.
 - Mantener cerrado el banco de transformadores OB321 (Cayo Grande de Farallones).

Alimentación del circuito 21.

- ✚ Se alimenta de la Subestación Vivienda Checa (4000 kVA, 33/13.8 kV).
 1. Comprobar cerrado interruptor 6520 (Moa 110 kV)
 2. Comprobar cerrado interruptor H955 (Cto #21)
 3. Abrir puentes primarios del ramal Miraflores.
 4. Abrir los siguientes bancos de transformadores:

Tabla 3.15 Bancos de clientes de menos categoría.

OB98	OB 309	OB 319	OB 335	OB 396	OB 405	OB 461
OB 99	OB 310	OB 320	OB 365	OB 571	OB 406	OB 462
OB 100	OB 312	OB 314	OB 438	OB 572	OB 407	OB 463
OB 101	OB 313	OB 315	OB 439	OB 573	OB 433	OB 467
OB 494	OB 476	OB 316	OB 441	OB 493	OB 437	OB 470
OB 653	OB 655					

- + Mantener cerrados los siguientes bancos de transformadores:

Tabla 3.16 Bancos de clientes importantes.

OB481	OB317
-------	-------

Alimentación de la línea del interruptor 6525.

1. Comprobar cerrado Int. 6525
2. Comprobar cerrada S/E Miraflores
3. Abrir S/E Farallones
4. Abrir S/E Cayo Chiquito
5. Abrir S/E Los Indios

Alimentación de la línea del interruptor 6160.

1. Comprobar cerrado Int. 6160
2. Comprobar cerrada S/E Moa Vieja

Alimentación de la línea del interruptor 6520.

1. Comprobar cerrado Int. 6520.
2. Abrir S/E Ferroníquel Minera SA.
3. Comprobar cerrada S/E Vivienda Checa.

Alimentación de la línea del interruptor 6150.

1. Comprobar cerrado Int. 6150.

Alimentación de la línea del interruptor 6515.

1. Comprobar cerrado Int. 6515
2. Comprobar cerrado S/E Combinado Mecánico del Níquel
3. Comprobar cerrado S/E Pasteurizadora
4. Comprobar cerrado S/E Ceproníquel
5. Comprobar cerrado S/E Comando 30

Alimentación de la línea del interruptor 6155.

1. Comprobar cerrado Int. 6155
2. Comprobar cerrado S/E Rusky
3. Comprobar cerrado S/E Potabilizadora.
4. Abrir S/E Bombeo Moa, alimentar por Potabilizadora.

3.3 Procedimiento para la alimentación desde la termoelectrica de la Empresa Che Guevara.

1. A través de un transformador de 2500 kVA, $V_p = 10500$ V y $V_s = 34.5$ kV, alimentar a la línea de 34.5 kV del 6515.
2. Abrir 6515
3. Abrir 6155
4. Abrir Desconectivo del 6515 (Puente de la Che Guevara).
5. Cerrar 6977 (Desconectivo de la línea de la Che Guevara que enlaza con el 6515).
6. Abrir Desconectivo 6383 del 6515.
7. Cerrar Desconectivo 6826 (Queda energizada la SE Rusky).
8. Realizar las manipulaciones cuando la alimentación es normalmente por el SEN.
9. Abrir Recerradores (NULEC): H4525 (Cto 1), H030 (Cto 2), H545 (Cto 9), H955 (Cto 21), H136 (Cto 6), H140 (Cto 3).
10. Abrir Int. 6520, 6160, 6155.
11. Abrir desconectivo H-548 por 13 kV en la SE Vivienda Checa.

12. Cerrar desconectivo 2078, en el Reparto 5 de Diciembre (Enlace de los circuitos 6 y 1).
13. Cerrar H- 1791 (Desconectivo en el puente de la Funeraria Moa).
14. Comprobar cerrado 2030 (Desconectivo del Ramal Angel Romero V).
15. Cerrar 2050 (Desconectivo de la Pesca).
16. Abrir puentes en la estructura frente al Hotelito del Níquel en el Caribe, (Cto 2).
17. Abrir puentes en la estructura frente al Combinado Cárnico, (Cto 2).
18. Cerrar H-545 (Cto 9).
19. Cerrar H-955 (Cto 21).
20. Cerrar H4525 (Cto 1).
21. Cerrar H030 (Cto 2).
22. Cerrar H136 (Cto 6), H140 (Cto 3) y Comprobar cerrados H-1771 y H-1772.

3.4 Procedimiento para la alimentación desde la termoeléctrica de la Empresa Pedro Sotto Alba.

A través de la línea del OH2 a 13.8 kV (Circuito de la Fábrica Pedro Soto Alba) enlazar con el circuito 6 mediante el desconectivo 6080.

Realizar las manipulaciones cuando la alimentación es normalmente por el SEN.

1. Abrir Recerradores (NULEC) : H4525 (Cto 1), H030 (Cto 2), H545 (Cto 9), H955 (Cto 21), H136 (Cto 6), H140 (Cto 3).
2. Abrir Int. 6520, 6160, 6155.
3. Abrir 6266 (Desconectivo por 33 kV de la SE Rusky).
4. Abrir desconectivo H-548 por 13 kV en la SE Vivienda Checa.
5. Cerrar desconectivo 2078 en el Reparto 5 de Diciembre (Enlace de los circuitos 6 y 1).
6. Cerrar H- 1791 (Desconectivo en el puente de la Funeraria Moa).
7. Comprobar cerrado 2030 (Desconectivo del Ramal Angel Romero V).
8. Cerrar 2050 (Desconectivo de la Pesca).
9. Abrir puentes en la estructura frente al Hotelito del Níquel en el Caribe, (Cto 2).

10. Abrir puentes en la estructura frente al Combinado Cárnico, (Cto 2).
11. Cerrar H-545 (Cto 9).
12. Cerrar H-955 (Cto 21).
13. Cerrar H4525 (Cto 1).
14. Cerrar H030 (Cto 2).
15. Cerrar H136 (Cto 6), H140 (Cto 3) y Comprobar cerrados H-1771 y H-1772.
16. Cerrar 6080 (Desconectivo de enlace entre los circuitos 6 y OH2).

En este circuito único que se forma, el interruptor principal no será uno del SEN, sino uno de la fábrica Pedro Soto Alba.

3.5 Procedimiento para la alimentación desconcentrando la Batería Moa.

Para aumentar operatividad se procede a dividir la carga en dos circuitos.

Con los circuitos: 1, 3 y 6 hacer un primer circuito (Circuito "A") y con los circuitos 2, 9 y 21 un segundo circuito (Circuito "B").

1. Instalar un Grupo Electrónico (GE) de la Batería ($S = 2\ 360\ \text{kVA}$ y un transformador de $2\ 500\ \text{kVA}$, $U = 0.480/13\ \text{kV}$) en la barra de $13.8\ \text{kV}$ en la Subestación Moa Vieja para el circuito 1.
2. Instalar un Grupo Electrónico (GE) de la Batería (1 Máquina de $2360\ \text{kVA}$ y un Transformador de $2500\ \text{kVA}$, $U = 0.480/13\ \text{kV}$) por el lado de baja tensión en la Subestación Rusky para los circuitos 3 y 6.

Con estos dos GE del SEN hacer un circuito único (Circuito "A").

1. Instalar un Grupo Electrónico (GE) de la Batería (1 Máquina de $2360\ \text{kVA}$ y un Transformador de $2500\ \text{kVA}$, $U = 0.480/13\ \text{kV}$) por el lado de baja tensión ($13\ \text{kV}$) en la Subestación Moa Vieja, en el circuito 2.

2. Instalar un Grupo Electrónico (GE) de la Batería (1 Máquina de 2360 kVA y un Transformador de 2500 kVA, $U = 0.480/13$ kV) por el lado de baja tensión (13 kV) en la Subestación Vivienda Checa, en el circuito 21.

Con estos dos GE del SEN hacer un circuito único (Circuito “B”).

Manipulaciones para configurar el circuito “A” del municipio Moa, con los circuitos 1, 6 y 3.

1. Abrir Recerradores (NULEC) : H4525 (Cto 1), H030 (Cto 2), H136 (Cto 6), H140 (Cto 3).
2. Abrir 6266 (Desconectivo por 33 kV de la SE Rusky).
3. Abrir Int. 6160.
4. Abrir puentes por 33 kV a la entrada de la SE Moa Vieja.
5. Comprobar abierto el H-1791 (Desconectivo en el puente de la Funeraria Moa).
6. Comprobar abierto el H-1770 (Desconectivo en la SE Rusky).
7. Cerrar desconectivo 2078 en el Reparto 5 de Diciembre (Enlace de los circuitos 1 y 6).

* Cuando funciona el GE ubicado en el circuito 1 de la SE Moa Vieja, hacer las siguientes manipulaciones:

1. Cerrar H4525.
2. Comprobar cerrados H-1771 y H-1772.
3. Comprobar abierto H-1770.
4. Cerrar H136 (Cto 6).
5. Cerrar H140 (Cto 3).

* Cuando funciona el GE ubicado en la SE Rusky en la barra de 13 kV, hacer las siguientes manipulaciones:

1. Comprobar cerrados H-1771 y H-1772.
2. Comprobar abierto H-1770.
3. Comprobar abierto H4525.
4. Cerrar H136 (Cto 6).
5. Cerrar H140 (Cto 3).

Manipulaciones para configurar el circuito “B” del municipio Moa, con los circuitos 2, 9 y 21.

1. Realizar las manipulaciones cuando la alimentación es normalmente por el SEN para los circuitos 2, 9 y 21.
2. Abrir Recerradores (NULEC) : H545 (Cto 9), H955 (Cto 21) y H030 (Cto 2).
3. Abrir H-548 (Desc. en la barra de 13 kV en la SE Viv. Checa).
4. Comprobar abierto 2050 (Desconectivo de la Pesca).
5. Comprobar abierto el H-1791 (Desconectivo en el puente de la Funeraria Moa).
6. Cerrar puentes en la estructura frente al Edificio 6 del Caribe, (Puentes de enlace entre los circuitos 2 y 21).
7. Abrir Int. 6160.
8. Comprobar abiertos puentes por 33 kV a la entrada de la SE Moa Vieja.
9. Abrir 2030 (Desconectivo del Ramal Angel Romero V).

* Cuando funciona el GE ubicado en el circuito 9 de la SE Vivienda Checa, hacer las siguientes manipulaciones:

1. Comprobar abierto H-030 (Cto 2).
2. Cerrar H-545 (Cto 9).
3. Cerrar H-955 (Cto 21).

* Cuando funciona el GE ubicado en el circuito 2 de la SE Moa Vieja, hacer las siguientes manipulaciones:

1. Cerrar H-030 (Cto 2).
2. Cerrar H-955 (Cto 21).
3. Cerrar H-545 (Cto 9).

Hacer un circuito único (1, 2, 3, 6, 9, 21).

1. Instalar un Grupo Electrónico (GE) del SEN (1 Máquina de 2160 kVA y un Transformador de 2500 kVA, $U_n=480/34.5$ kV) por el lado de alta tensión (34.5 kV) en la Subestación Moa Vieja.
2. Instalar un Grupo Electrónico (GE) del SEN (1 Máquina de 2160 kVA y un Transformador de 2500 kVA, $U_n=480/34.5$ kV) por el lado de alta tensión (34.5 kV) en la Subestación Vivienda Checa.
3. Manipulaciones para hacer un solo circuito en la zona urbana del municipio Moa, (Con los circuitos 1, 2, 9, 21, 6 y 3).

Realizar las manipulaciones cuando la alimentación es normalmente por el SEN.

1. Abrir Recerradores (NULEC) : H4525 (Cto 1), H030 (Cto 2), H545 (Cto 9), H955 (Cto 21), H136 (Cto 6), H140 (Cto 3).
2. Abrir Int. 6520, 6160, 6155.
3. Abrir 6266 (Desconectivo por 33 kV de la SE Rusky).
4. Abrir O-250 (Desconectivo por 33 kV del Campamento de Los Chilenos).
5. Abrir puentes por 33 kV a la entrada de la SE Vivienda Checa.
6. Cerrar puentes en el Reparto 5 de Diciembre (Enlace de los circuitos 1 y 6).
7. Cerrar H136 (Cto 6), H140 (Cto 3) y Comprobar cerrados H-1771 y H-1772.
8. Comprobar cerrado H-548 (Desc. en la barra de 13 kV en la SE Viv. Checa)
9. Cerrar H- 1791 (Desconectivo en el puente de la Funeraria Moa).
10. Comprobar cerrado 2030 (Desconectivo del Ramal Angel Romero V).
11. Cerrar 2050 (Desconectivo de la Pesca).
12. Cerrar H-545 (Cto 9).
13. Cerrar H-955 (Cto 21).
14. Abrir puentes en la estructura frente al Hotelito del Níquel en el Caribe, (Cto 2).
15. Abrir puentes en la estructura frente al Combinado Cárnico, (Cto 2).
16. Cerrar H4525.
17. Cerrar H030.

3.6 Procedimiento para la alimentación desde los grupos de emergencia del Hospital Guillermo Luís.

Existen 2 máquinas de 600 kVA cada una para una capacidad total de 1200 kVA. Se cuenta además con un transformador de 1 000 kVA, $U_n=13.8/0.480$ kV.

1. Abrir Recerradores (NULEC): H4525 (Cto 1), H030 (Cto 2), H545 (Cto 9), H955 (Cto 21), H136 (Cto 6), H140 (Cto 3).
2. Cerrar Desconectivo 2085 del Hospital (Para alimentar el Cto 2).
3. Cerrar Desconectivo 9095 del Hospital (Para alimentar el Cto 21).
4. Abrir H-548 (Desconectivo por 13 kV en SE Vivienda Checa).
5. Cerrar H-955 (Se energiza la barra de 13 kV en SE Vivienda Checa).
6. Cerrar H-545 (Se energiza el circuito 9).
7. Abrir 6160.
8. Abrir puentes por el lado de 33 kV en la SE Moa Vieja.
9. Cerrar H-030 (Cto 2) (Se energiza la barra de 13 kV en SE Moa Vieja).
10. Cerrar H4525 (Cto 1).
11. Comprobar Abierto 2050 (Desconectivo de la Pesca).
12. Comprobar Abierto H- 1791 (Desconectivo en el puente de la Funeraria Moa).
13. Abrir 2030 (Desconectivo del Ramal Angel Romero V).
14. Comprobar Abierto desconectivo 2078 en el Reparto 5 de Diciembre (Enlace de los circuitos 1 y 6).

3.7 Procedimiento para la alimentación desde la generación de emergencia del Combinado Mecánico.

Existe 1 máquina de 494 kVA. Los transformadores del CMNI son 2 x 10 MVA, $U_n = 34500/480$ V.

1. Abrir Int. 6515
2. Abrir Int. 6150
3. Abrir Int. 6525
4. Abrir Int. 6520
5. Abrir Int. 6155
6. Abrir Int. 6160
7. En la Subestación del CMNI comprobar cerrados: Int. H-280, H-279, H-281, Cuchilla 6267, cuchilla 6270.
8. Sincronizar el Grupo
9. Cerrar Int. 6515
10. Cerrar Int. 6150
11. Cerrar Int. 6520
12. Cerrar Int. 6155
13. Cerrar Int. 6160

3.8 Procedimiento para la alimentación desde la generación de emergencia del la Potabilizadora.

Existe 1 máquina de 4640 kW. Los transformadores de la Potabilizadora Moa son 2 x 1000 kVA, $U_n = 34500/480$ V.

1. Abrir Int. 6515
2. Abrir Int. 6150
3. Abrir Int. 6525
4. Abrir Int. 6520
5. Abrir Int. 6155
6. Abrir Int. 6160
7. En la Subestación de la Potabilizadora Moa comprobar cerrados: Int. H-368, H-367, H-369, Cuchilla 6363, cuchilla 6364.
8. Sincronizar el Grupo
9. Cerrar Int. 6515
10. Cerrar Int. 6155
11. Realizar las manipulaciones cuando la alimentación es normalmente por el SEN.
12. Cerrar Int. 6520
13. Cerrar Int. 6160

3.9 Valoración social.

Ante las condiciones actuales donde cada día estamos más amenazados por nuestro principal enemigo es necesario, tomar todas las medidas para garantizar la continuidad de nuestro proceso social en condiciones de paz y de emergencia. El presente trabajo tributa a la adecuación de las redes del territorio para garantizar el suministro a los clientes de primera categoría, de vital importancia para la población y la economía del territorio y el país.

3.5 Conclusiones del Capítulo.

1. Se realiza el procedimiento para la alimentación desde la Batería Moa desconcentrada.
2. Se realiza el procedimiento para la alimentación desde la termoeléctrica de la empresa Che Guevara.
3. Se realiza el procedimiento para la alimentación desde la termoeléctrica de la empresa Pedro Sotto Alba.
4. Se realiza el procedimiento para la alimentación desde la generación de emergencia del Hospital Guillermo Luís.
5. Se realiza el procedimiento para la alimentación desde la generación de emergencia del Combinado Mecánico.
6. Se realiza el procedimiento para la alimentación desde la generación de emergencia de la Potabilizadora.
7. Se realiza la valoración social del trabajo.

CONCLUSIONES GENERALES

1. Se deja explícito el concepto de situaciones excepcionales y se define cada una de ellas.
2. Se relacionan las distintas configuraciones de las redes de distribución y sus principales componentes.
3. Se caracterizaron los circuitos de distribución del territorio identificando a los clientes de primera categoría y su demanda.
4. Se ubican los enlaces entre circuitos y los grupos electrógenos de emergencia por objetivo.
5. Se establecen las bases para las posibles manipulaciones a realizar para mantener el servicio a los clientes de primera categoría.
6. Se realiza el procedimiento para la alimentación desde la Batería Moa.
7. Se realiza el procedimiento para la alimentación desde la Batería Moa desconcentrada.
8. Se realiza el procedimiento para la alimentación desde la termoeléctrica de la empresa Che Guevara.
9. Se realiza el procedimiento para la alimentación desde la termoeléctrica de la empresa Pedro Sotto Alba.
10. Se realiza el procedimiento para la alimentación desde la generación de emergencia del Hospital Guillermo Luís.
11. Se realiza el procedimiento para la alimentación desde la generación de emergencia del Combinado Mecánico.
12. Se realiza el procedimiento para la alimentación desde la generación de emergencia de la Potabilizadora.

RECOMENDACIONES

1. Incluir la generación de la Pequeña Central Hidroeléctrica Moa, cuando esté en explotación como parte de este procedimiento.
2. Destinar el presente trabajo al departamento de Ingeniería de la UEB Moa.
3. Simular en software profesionales el comportamiento de los generadores ante el cierre de los desconectivos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Anderson & Fouad, Power System Control and Stability, edit. John Wiley & Sons, 2003.
2. Base de datos energéticos en las Baterías de Grupos Electrónicos Diesel. [Power Point]. Unión Nacional Eléctrica. Holguín. Cuba 2007. pp 28.
3. CADAFE. Normas para el diseño de subestaciones de distribución.
4. DE ARMAS, M. Temas especiales de Sistemas Eléctricos Industriales. Centro Estudio de Energía Medio Ambiente. Universidad de Cienfuegos. Cuba 2006. pp 63
5. DE ARMAS, M., TEYRA, A., GÓMEZ SARDUY, J.R. Características Operacionales y Despacho Económico de las unidades de Generación Distribuida. Taller de Generación Distribuida. Villa Clara. 2006.
6. Feodorov, A A. Suministro Eléctrico de Empresas Industriales. Pueblo y Educación. 1980.
7. Gómez Domínguez, Reinier. Suministro Eléctrico mediante grupos electrógenos al municipio Moa para Situaciones Excepcionales. Trabajo de diploma. Moa 2007.
8. I. M. Marcovich, Los regímenes de operación de los sistemas energéticos. La Habana, 1972.
9. Kostenko, M. Y Piotrovsky, L. Máquinas Eléctricas. Pueblo Y Educación, 1982.
10. Lamorú Matos, Nordis. Análisis del Sistema de iluminación viaria del Municipio Moa. Trabajo de diploma. Moa 2008.
11. NOA RAMÍREZ, A., GUERRERO ROJAS, Y. Impacto de la generación de energía eléctrica distribuida mediante grupos electrógenos Diesel en Moa. FIE'2008. Santiago de Cuba. Cuba. 2008.
12. Soldatkina, L A. Redes y sistemas Eléctricos. Moscú 1986.
13. Unión eléctrica. Manual de Redes de Distribución. 1996.
14. Unión Eléctrica. Reglamento Electrotécnico Cubano. 2008.

Sitios Web

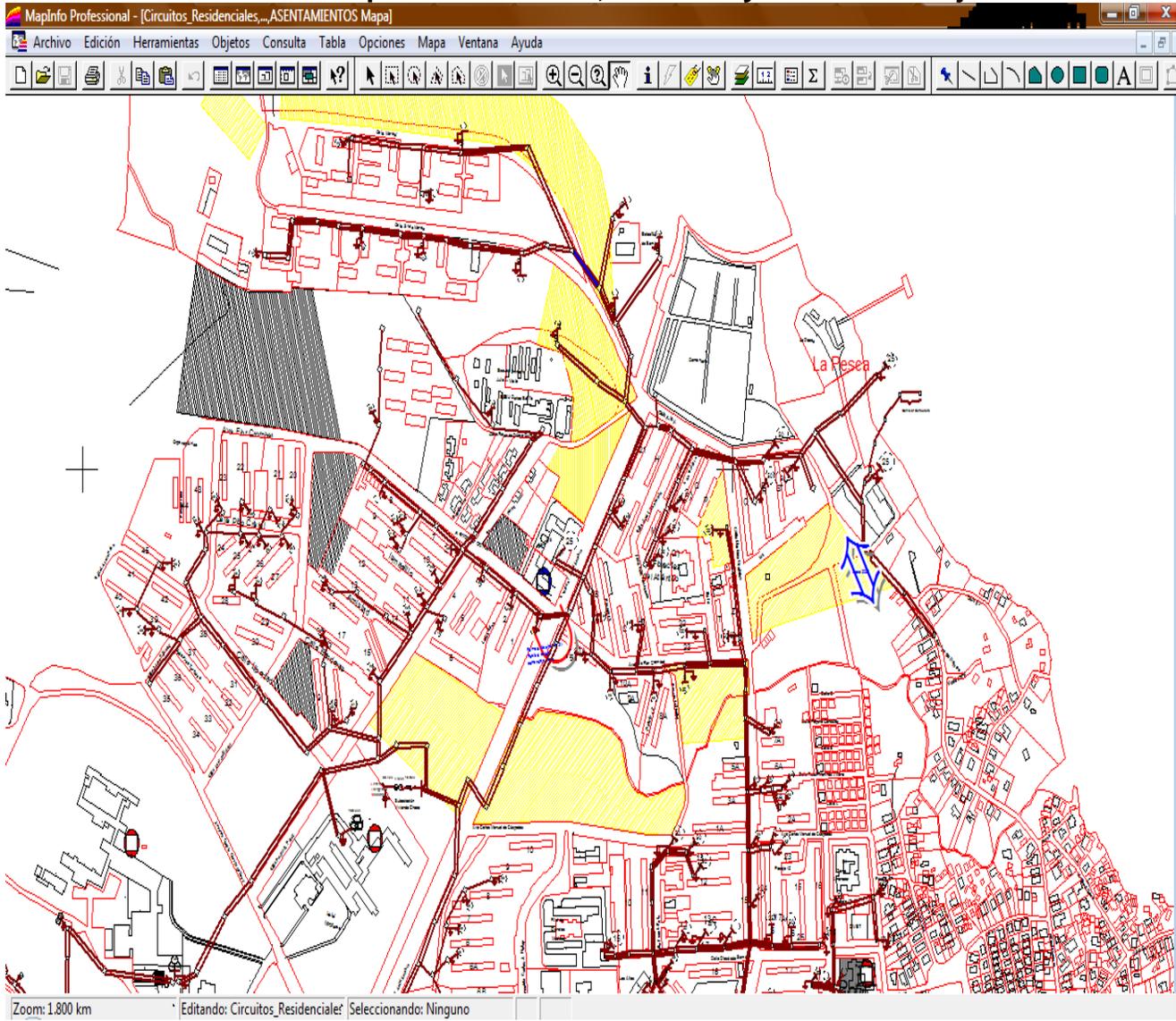
1. <http://www.google.com/translate/distributionsystems.htm>
2. http://www.wikipedia.org/wiki/electricidad/generacion_a_pequeña_escal.a.htm
3. http://www.emgister.com/redes_y_sistemas_distribucion.htm
4. <http://www.ffdfd.com>

Softwares utilizados

- Paquete de Microsoft Office.
- Sketch Up 5.0.
- WSOS 5.7.
- MapInfo 6.5.
- Autocad 2004.

ANEXOS

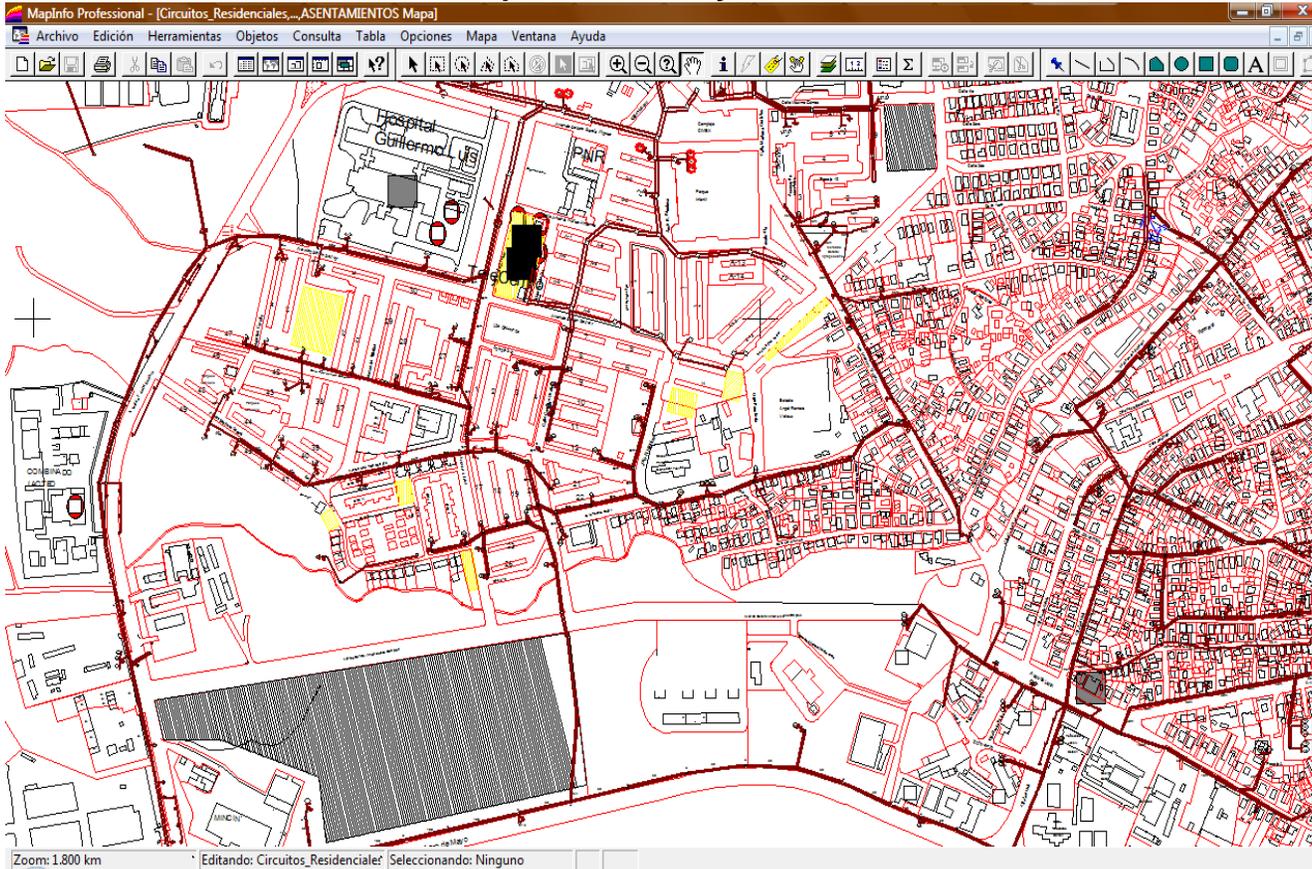
Anexo # 1: Repartos Miraflores, Atlántico y Coloradas Viejas.



Título Procedimiento para la continuidad de servicio eléctrico a los clientes de primera categoría del Municipio Moa.

Diplomante: Osvaldo Segura Breffe

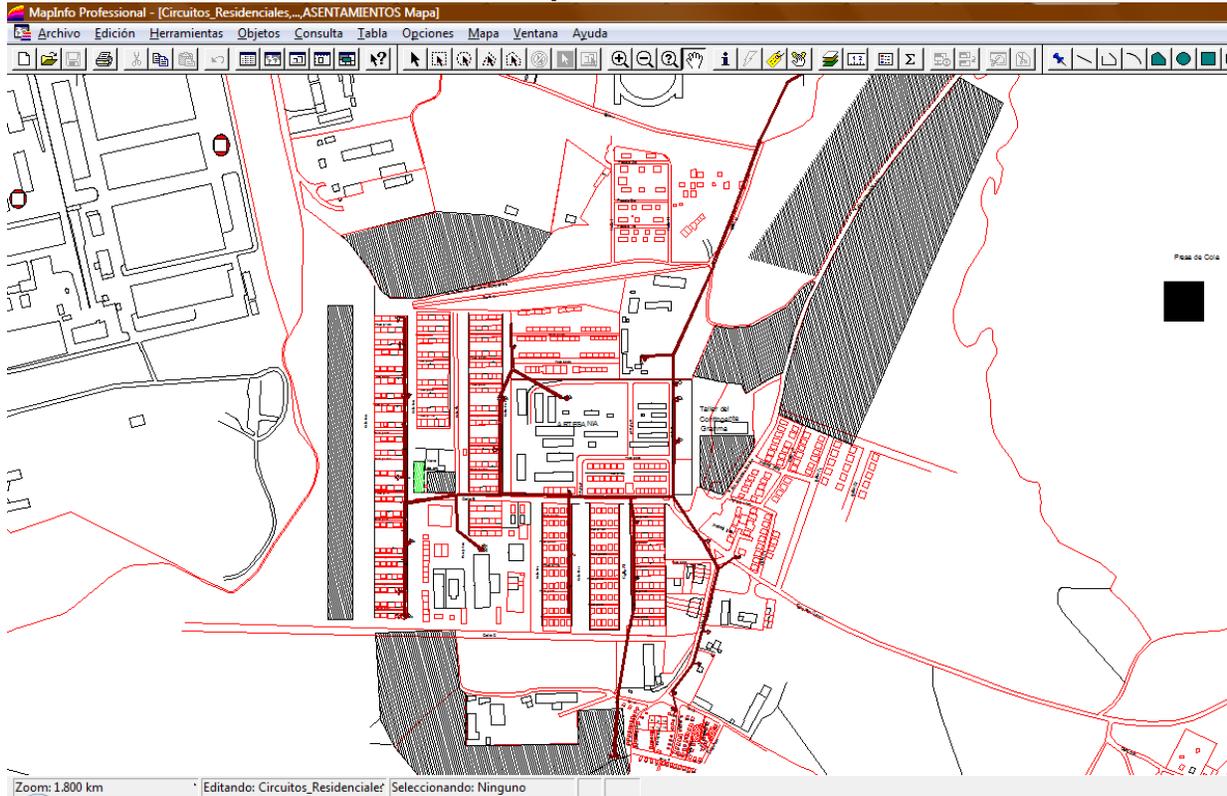
Anexo # 2: Repartos Caribe y Coloradas Nuevas.



Título Procedimiento para la continuidad de servicio eléctrico a los clientes de primera categoría del Municipio Moa.

Diplomante: Osvaldo Segura Breffe

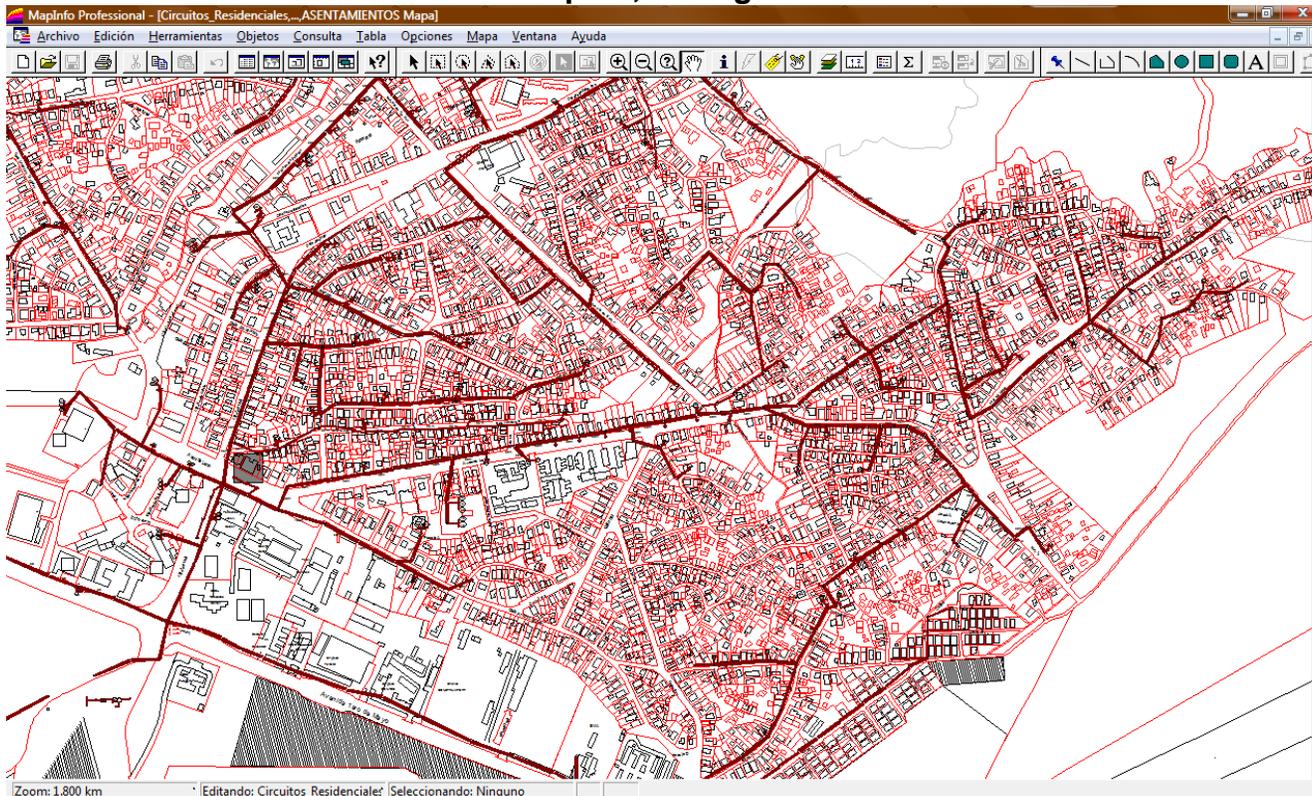
Anexo # 3: Reparto Armando Mestre.



Título Procedimiento para la continuidad de servicio eléctrico a los clientes de primera categoría del Municipio Moa.

Diplomante: Osvaldo Segura Breffe

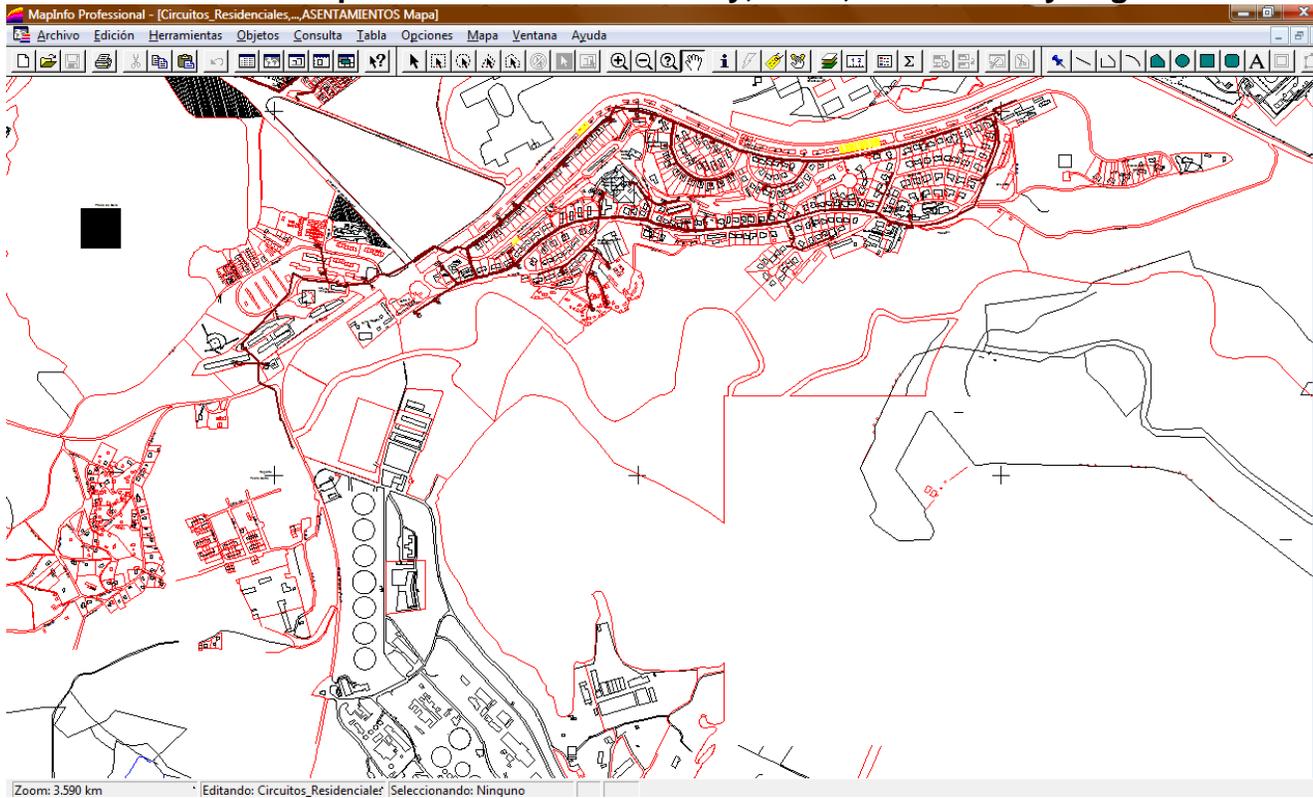
Anexo # 4: Repartos Moa Centro, Playa, Pueblo Nuevo, Los Mangos, Joselillo, Haití Chiquito, La Laguna.



Título Procedimiento para la continuidad de servicio eléctrico a los clientes de primera categoría del Municipio Moa.

Diplomante: Osvaldo Segura Breffe

Anexo # 4: Repartos Rolando Monterrey, Ecrín, 26 de Junio y Veguita.



Título Procedimiento para la continuidad de servicio eléctrico a los clientes de primera categoría del Municipio Moa.

Diplomante: Osvaldo Segura Breffe