

Universidad de Oriente
Facultad de Ingeniería Eléctrica
Departamento de Telecomunicaciones



TRABAJO DE DIPLOMA

Ampliación de la planta exterior del consejo popular Oscar Lucero en el municipio Palma Soriano.

Autor: Eric Arias García.

Tutor: MSc. Egberto Caballero Rosillo.

Ing. Neisy Danger Despaigne.

Santiago de Cuba

Junio, 2014

Universidad de Oriente
Facultad de Ingeniería Eléctrica
Departamento de Telecomunicaciones



TRABAJO DE DIPLOMA

Ampliación de la planta exterior del consejo popular Oscar Lucero en el municipio Palma Soriano.

Autor: Eric Arias García.

eric.arias@tle.fie.uo.edu.cu

Tutores: MSc. Egberto Caballero Rosillo.

Profesor Asistente, Departamento de Telecomunicaciones; ecaballero@fie.uo.edu.cu

Ing. Neisy Danger Despaigne.

Especialista de Planta Exterior, Empresa de Telecomunicaciones de Cuba S.A, Palma Soriano; neisy.danger@etecsa.cu

Santiago de Cuba

Junio, 2014



COMPROMISO DEL AUTOR

Hago constar que el presente trabajo de diploma es de mi autoría exclusivamente, no constituyendo copia de ningún trabajo realizado anteriormente y las fuentes usadas para la realización del trabajo se encuentran referidas en la bibliografía. Doy mi consentimiento a que el mismo sea utilizado por la Institución, para los fines que estime conveniente, tanto de forma parcial como total y que además no podrá ser presentado en eventos, ni publicados sin autorización del Tutor o Institución.

Firma del Autor

PENSAMIENTO

A las estrellas no se sube por caminos llanos.

José Martí.

DEDICATORIA

A mis padres:

Por todo el amor, ayuda y confianza que me han dado, por convertirme en la persona que soy y por enseñarme el valor del conocimiento, la perseverancia y el esfuerzo. A ellos les debo mi vida, y a ellos dedico todos mis éxitos.

A mi hermana:

Por el apoyo incondicional, la confianza y por ser el ángel que me inspira. Pero sobre todas las cosas por ser tan especial y única.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres; por darme la vida, por guiar mis pasos y enseñarme a escoger el camino.

A mi hermana; por su amor y por estar ahí cuando la he necesitado.

A mi novia; por su paciencia y comprensión, por su apoyo y por quererme como soy.

A mis amigos y compañeros de cuarto; que me han dado aliento y han compartido conmigo momentos de alegría, tristeza, ocio y sobre todo, los esfuerzos para llegar a la meta.

A mi tutor Egberto; por su colaboración y ayuda para realizar este trabajo.

A las compañeras Neisy y Yadelis; por su disposición y ayuda como especialistas de planta exterior.

Y a todos los que de una u otra forma han contribuido con la realización de este trabajo.

GRACIAS.

RESUMEN

En este trabajo se realiza una propuesta de ampliación de la planta exterior de la red de telecomunicaciones del consejo popular Oscar Lucero, perteneciente al municipio Palma Soriano de la provincia Santiago de Cuba; con el objetivo de mejorar la densidad telefónica y el estado técnico de la red existente. Para la concepción del mismo, primeramente se analizaron los principales conceptos, características, definiciones y normas a tener en cuenta para el diseño y explotación de la planta exterior. Posteriormente se realizó el levantamiento de la red, donde se caracterizaron los elementos que la componen teniendo en cuenta sus parámetros fundamentales y se detectaron los principales problemas existentes. Luego de procesar toda la información recopilada se realizó la actualización cartográfica de la red empleando los programas Mapinfo y AutoCAD. Se calculó la demanda de servicios esperada para el consejo popular y de acuerdo a ello se propuso el montaje de un gabinete inteligente en un área del mismo, y en otra área se instaló una red CON-DIR; para así satisfacer las demandas existentes. Por último se realizó la valoración económica del proyecto.

Palabras clave: planta exterior de telecomunicaciones, densidad telefónica, gabinete inteligente.

ABSTRACT

In this work comes true a proposal of enlargement of the outside plant of the net of telecommunications of the popular neighborhood Oscar Lucero, that belongs to the municipality Palma Soriano in the province Santiago of Cuba, in order to improve the phone density and the technical status of the existent net. For the conception of this, firstly it was examined the principal concepts, characteristics, definitions and standards to have into account for the design and exploitation of the outside plant. After processing all the uprising information of the net, where it was characterized the compound elements taking the fundamental parameters into account then it was detected the principal existent problems. Right after processing all of the compiled information it was made the cartographic bringing up to date of the net using programs Mapinfo and AutoCAD. It was calculated the request of services expected for the popular neighborhood and according to the results it was set-up of an intelligent cabinet in an area of this, and a net CON-DIR was installed in another area, in order to fulfilling the existent requests. Finally it was made the economic Assessment of the project.

Keywords: *Outside plant of telecommunications, phone density, intelligent cabinet.*

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO 1 . INTRODUCCIÓN A LA PLANTA EXTERNA.....	5
1.1 Definición de planta externa.....	5
1.2 Clasificación de las redes de distribución.....	6
1.3 Redes rígidas.....	6
1.4 Redes flexibles.....	7
1.4.1 Red primaria.....	9
1.4.2 Red secundaria.....	11
1.4.3 El armario o gabinete.....	11
1.5 Repartidor principal o distribuidor general.....	12
1.5.1 Funciones del MDF.....	14
1.5.2 Tipos de MDF.....	14
1.6 Infraestructuras de instalación para redes aéreas.....	14
1.6.1 Postes.....	14
1.7 Soterrados.....	16
1.7.1 Soterrados principales.....	16
1.7.2 Soterrados ligeros.....	17
1.7.3 Pozos o registros.....	17
1.8 Cables telefónicos.....	17
1.8.1 Cables telefónicos multipar.....	17
1.8.2 Cables autoportados.....	18
1.8.3 Cable telefónico bifilar.....	19
1.8.4 Cables para puentes.....	19
1.9 Empalmes.....	19
1.9.1 Conectores.....	20
1.9.2 Mangas de empalme.....	20
1.10 Cajas terminales.....	20
1.10.1 Tipos de cajas terminales.....	21
1.11 Red de abonados.....	21

CAPITULO 2 . LEVANTAMIENTO DE LA RED DEL CONSEJO POPULAR OSCAR LUCERO	24
2.1 Evaluación del escenario.....	25
2.2 Descripción de la documentación.	27
2.2.1 Cartografía base del área de la central.	27
2.2.2 Datos significativos de la ERD.....	29
2.3 Toma de datos	29
2.4 Dibujo de la red en formato digital	30
2.5 Levantamiento de la red	31
2.6 Problemas encontrados.....	35
2.6 Análisis de la red.....	37
CAPITULO 3 . PROYECTO DE PLANTA EXTERIOR PARA EL CONSEJO POPULAR OSCAR LUCERO	41
3.1 Actualización de la cartografía.....	41
3.2 Análisis de la demanda.....	43
3.3 Valoración de posibles soluciones	47
3.4 Propuesta de solución.....	50
3.4.1 Área básica de la central.	51
3.4.2 Red de acceso del Área 1	52
3.4.3 Red de Distribución de Cables del Área 1	56
3.4.4 Red de alimentación del Área 2.	59
3.4.5 Red de Distribución de Cables del Área 2.	60
3.5 Valoración económica de la propuesta	63
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	66
GLOSARIO DE TÉRMINOS	69
ANEXOS	70

INTRODUCCIÓN

La telefonía fija constituye uno de los servicios de telecomunicaciones que se ha introducido de manera importante en la vida de todas las personas. Desde sus inicios, marcó una revolución en la sociedad y tuvo una gran demanda. Su novedad consistía y consiste en la posibilidad de establecer una comunicación a gran distancia, de manera fluida y casi tan real como una conversación cara a cara. La comunicación se ha convertido en algo personal y ha cambiado muchas pautas en las relaciones de las personas.

Los servicios se garantizan a los usuarios con la calidad y oportunidad requerida mediante la adecuada explotación de la planta externa, que es una parte del área de las telecomunicaciones que comprende el estudio, administración, gestión y control de todo el tendido de redes externas, comprendido entre la central telefónica pública o privada y la caja terminal del abonado.

Las redes de planta exterior han ido evolucionando con el paso del tiempo, desde las primeras estructuras de redes rígidas, hacia diseños más sofisticados de redes flexibles de pares trenzados de cobre. El surgimiento de nuevos servicios que requieren anchos de banda mayores hizo necesario el empleo de cables de fibras ópticas, no sólo ya como cable de enlaces entre centrales, sino además formando parte de la red de acceso para la distribución de múltiples servicios a los abonados.

Las redes de planta externa no siempre fueron así, en sus inicio el soporte para la comunicación estaba constituido por un solo conductor aéreo totalmente de hierro con retorno por tierra; que después pasó a ser un circuito totalmente metálico de dos conductores instalados aéreos. El cobre sustituyó al hierro como conductor por sus mejores características de conductividad. Actualmente se utiliza cobre electrolítico recocido [1].

La red de abonados actual se compone normalmente de unos cables de elevado número de pares que partiendo del repartidor de la central se reparten por la población en otros de menor número de pares hasta llegar a los puntos de distribución a los que se conectarán las acometidas individuales a cada vivienda o local del abonado. El proceso normal consiste en instalar uno o varios cables cuyos pares cubran la demanda existente y atiendan la futura demanda que se prevea durante un determinado período de tiempo. Para

ello se necesita disponer de pares de reserva a los que se puede acceder fácilmente en ciertas partes de su recorrido, así como la colocación en lugares estratégicos, de elementos de distribución que cuenten con los suficientes pares para absorber la demanda actual y futura de su zona de servicio.

Teóricamente en una red de abonados se pueden considerar dos estados distintos y claramente diferenciados: un estado final y otro transitorio.

El estado final, es aquel en el que puede suponerse que el área geográfica servida por la central ha llegado a la saturación telefónica, es decir, ya han surgido todos los abonados posibles. En este estado la red estaría compuesta por una cantidad suficiente de pares que unirán el repartidor con cada abonado sin derivaciones ni pares de reserva para cubrir desarrollos futuros. Una red de este tipo, sería una red directa, que podría ser considerada como el caso límite.

Por su parte el estado transitorio, es aquel en el que el área geográfica servida por la central no ha llegado a la saturación telefónica y existe una constante demanda de servicio. En este estado se puede considerar que la red estaría evolucionando constantemente, tendiendo hacia el estado final antes mencionado.

Normalmente, las redes de abonado existentes siempre se encuentran en el estado transitorio, ya que el estado final no se alcanza en la práctica por existir siempre una demanda; debida al aumento del número de viviendas y locales en la zona, y al incremento de la densidad telefónica y de los nuevos servicios que demande la comunidad.

El estado transitorio se caracteriza por la utilización de un tipo de red en continua evolución hacia una red completamente directa. El procedimiento utilizado para evolucionar hacia el estado final de saturación diferencia los distintos tipos de diseño de redes que se puedan concebir para este estado transitorio [2].

En este contexto, sería conveniente proyectar una red de tal manera que, una vez instalada, sea capaz de atender la demanda durante un período de tiempo determinado donde y cuando surja con un mínimo de inversión, consiguiendo a la vez, que la próxima ampliación o arreglos de la red para cubrir otro período de tiempo se realice de una forma fácil y con los costos más bajos posibles.

Antecedentes del problema

En Palma Soriano la red de telecomunicaciones también ha sufrido cambios con el transcurso del tiempo, debido al aumento de la población y de las peticiones de servicio de los habitantes de este municipio. A medida que fue aumentando la cantidad de suscriptores la red fue transformada, no siempre con la responsabilidad, planeación y proyección correcta; por lo que los cambios han traído disímiles problemas en la red. De ahí que se hace necesario realizar cambios en la infraestructura de la red para garantizar que se cumplan las normas técnicas para el despliegue eficiente de la planta externa.

Por otro lado la planta exterior en el consejo popular Oscar Lucero es el instrumento fundamental para llevar los servicios de telecomunicaciones hasta las casas y oficinas. La densidad telefónica del poblado es baja debido a la insuficiencia de pares para la comercialización o instalación de nuevos servicios y al mal estado en que se encuentran los elementos principales que conforman la planta exterior.

Además el crecimiento del sector residencial, el aumento en la demanda de los servicios telefónicos y el avizorado aumento de solicitudes de nuevos servicios como consecuencia de la liberación de Internet a personas naturales, requieren de una planta externa capaz de soportar tales servicios de telecomunicaciones. Todo esto, unido a la baja densidad telefónica existente y a la falta de respuestas a varias demandas insatisfechas que subsisten, hizo necesario proyectar un crecimiento de la planta externa de dicho consejo popular.

Problema a resolver

Falta de respuesta a las demandas insatisfechas y baja densidad telefónica en el consejo popular Oscar Lucero.

Objeto de estudio

Planta exterior del consejo popular Oscar Lucero.

Objetivo general

Proponer mejoras a la planta exterior del concejo popular Oscar Lucero que permita aumentar la densidad telefónica y solucionar la situación de la demanda.

Objetivos específicos

- ✓ Analizar los fundamentos teóricos técnicos y normas para un despliegue eficiente de la red de planta externa.
- ✓ Realizar el levantamiento de la planta externa del consejo popular Oscar Lucero y representar la información recolectada, utilizando programas que permitan trabajar con datos georeferenciados.
- ✓ Realizar un proyecto de ampliación para la planta exterior en el consejo popular Oscar Lucero.

CAPITULO 1 . INTRODUCCIÓN A LA PLANTA EXTERNA

La planta externa constituye una parte importante del total de las inversiones en las instalaciones telefónicas y además resulta ser el más vulnerable de los elementos de dichas instalaciones, en el cual se producen la mayor parte de las averías que afectan al servicio.

En consecuencia, resulta imprescindible emplear en su construcción, materiales de buena calidad, que sean apropiados para las funciones a cumplir y de costo aceptable. Complementariamente y en un mismo nivel de importancia, aplicar los métodos y normas más adecuados para que las instalaciones finales resulten seguras y eficientes.

Tanto los materiales empleados como los métodos de construcción deben mantenerse actualizados, deben estar racionalizados y normalizados, a fin de que se logre una inversión económica y técnicamente eficiente, en procura de brindar una calidad de servicio lo más uniforme posible en todas las comunicaciones que puedan establecerse entre cualquiera de los usuarios de la red.

Por otra parte, se debe tener en cuenta que en las modernas y más avanzadas tecnologías se aplican y desarrollan sistemas específicos que implican, no solamente el empleo de determinados elementos, sino que incluyen necesariamente claros métodos de aplicación de tales elementos, sin los cuales estos no cumplen eficazmente el fin para el que se han desarrollado.

1.1 Definición de planta externa

Se denomina planta exterior o planta externa al conjunto de dispositivos, aditamentos y materiales que sirven de soporte a las telecomunicaciones, para brindar el servicio de telefonía, datos, video y otros. La planta exterior nace en la central telefónica y se extiende hasta el abonado que recibe los servicios de la central telefónica [3].

De otra forma, planta externa es todo lo que se encuentra entre el MDF (*Main Distribution Frame*) de la central telefónica y la casa del abonado, es toda la infraestructura por medio de la cual una empresa de telecomunicaciones o energía, puede llegar a brindar sus servicios a la persona que lo requiera, entre ellos se pueden mencionar: la caja terminal, el armario o gabinete, los soterrados, la postería y cableado, tal como se muestra en la Figura 1.1.

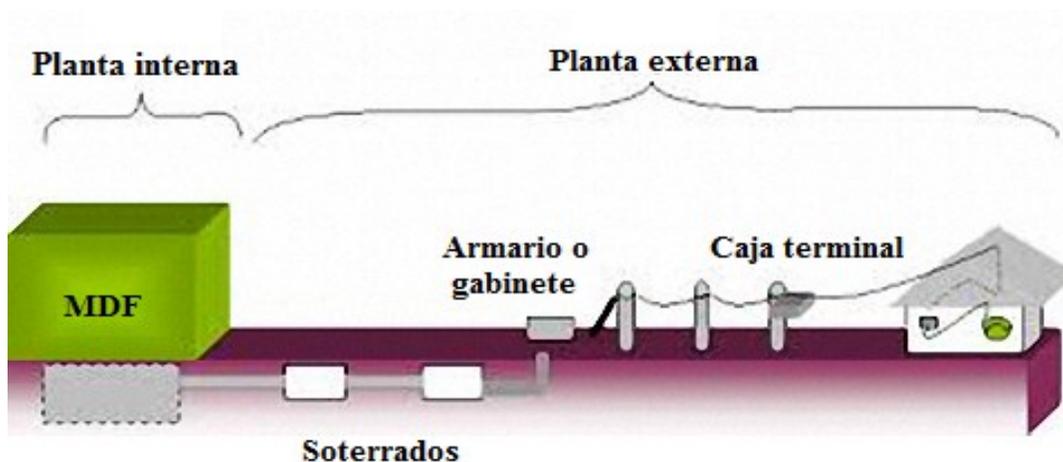


Figura 1.1. Partes de la planta externa telefónica. (Fuente: [4])

1.2 Clasificación de las redes de distribución

Una primera clasificación que puede hacerse de las redes es atendiendo a la continuidad eléctrica de los conductores, dicho de otro modo, de los puntos de fácil acceso en la red, las redes pueden ser: redes rígidas o redes flexibles. Además en cuanto a su estructura las mismas pueden ser aéreas o soterradas.

1.3 Redes rígidas

Una red rígida es aquella en que todos los conductores se prolongan eléctricamente desde el repartidor hasta el punto de distribución mediante empalmes cerrados; de este modo los únicos puntos fácilmente accesibles en la red son el repartidor y los puntos de distribución [4], como se muestra en la Figura 1.2.

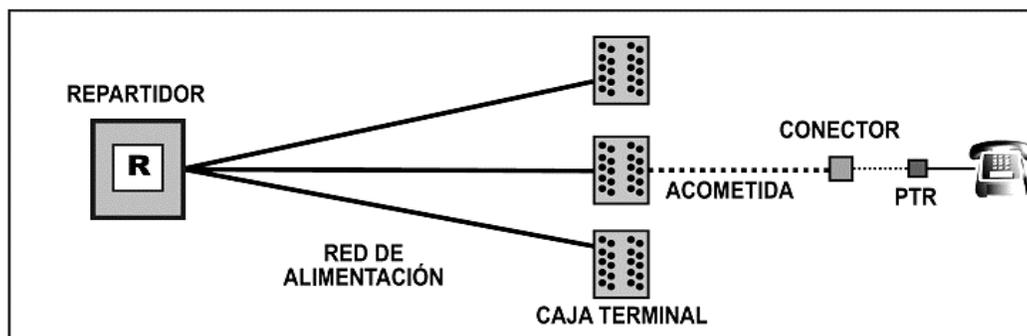


Figura 1.2. Red rígida.

Las cajas terminales pueden tener representados los mismos pares en varias de ellas, las cuales pueden estar ubicadas en lugares distantes unas de otras, con el propósito de

umentar la flexibilidad de las instalaciones. Estas cajas se dice que están múltiples y es un rasgo diferenciador característico de una red rígida. Para los servicios de voz esto es indiferente; pero no así para las transmisiones de datos que degradan su calidad y limitan su velocidad de transmisión.

Sin embargo, una red puede ser rígida sin tener pares o cajas en múltiple, basta que haya una conexión permanente entre los pares representados en el *rack* principal y la caja terminal asociada a esos pares para que la red sea rígida. Como conexión permanente se entiende que los pares tienen una continuidad eléctrica de extremo a extremo; pueden existir empates intermedios pero para modificar la continuidad es necesario abrir los mismos, es decir intervenir en la red.

Actualmente se diseñan redes rígidas sin que necesariamente tengan pares en múltiple. Un ejemplo es la llamada CON-DIR (conexión-directa), presente en áreas cercanas a las centrales telefónicas y URA.

Las redes de este tipo son económicas a condición que la densidad telefónica sea reducida o que las líneas de abonado sean cortas, de ahí que dichas redes sean casi siempre utilizadas para zonas rurales no dispersas y para zonas urbanas próximas a la central local (zona de servicio directo). Asimismo pueden emplearse para situaciones de elevada velocidad de crecimiento, no influyendo, en este caso, distancia a la central.

Las ventajas de la red rígida son la menor posibilidad de averías, la sencillez del proyecto y la simplicidad de la documentación.

Los inconvenientes radican principalmente que toda la reorganización de los pares empalmes entraña un trabajo considerable, es necesario, pues, prever un número elevado de pares de reserva sobredimensionando el número de pares asignados a cada zona, que no se utilizaran hasta que transcurra mucho tiempo con los consiguientes elevados costos de primera instalación.

Cuanto mayor sean las incertidumbres y la inexactitud de las previsiones, mayores serán estos inconvenientes. En otros términos, la red así descrita es no flexible y no elástica, pues su crecimiento conlleva nuevamente toda la longitud de la línea de abonado.

1.4 Redes flexibles

Esta red está constituida por un cable alimentador o primario instalado desde el MDF hasta uno más armarios donde se conectan los cables de distribución o secundarios que tienen a

su vez conectadas las cajas terminales, como se muestra en la Figura 1.3. A éstas se conectan los bajantes hasta el abonado [4]. En el armario se efectúan las conexiones del par alimentador hasta el par de distribución mediante los alambres puente (*jumper*).

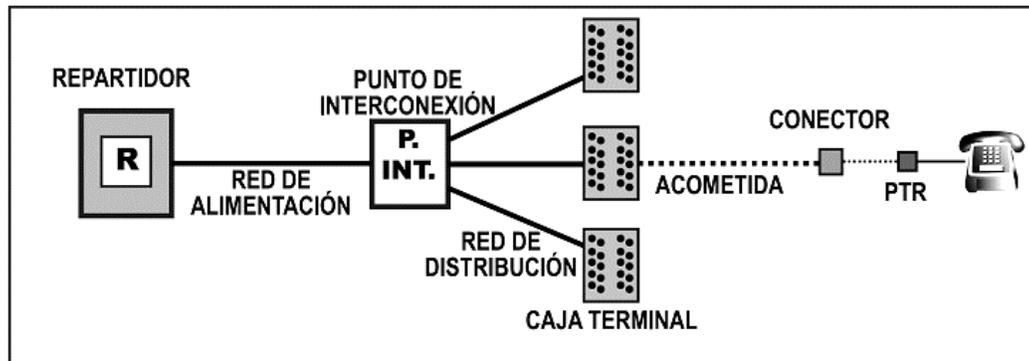


Figura 1.3. Red Flexible.

Ventajas en cuanto al cable alimentador (red primaria).

Los pares se aprovechan al máximo (98%) pues se deja el 2% para mantenimiento en el cable con el ahorro adicional de espacio en el MDF del centro telefónico.

- ✓ El cable solo requiere ser abierto en los puntos donde se extraen los pares alimentadores a los armarios, por lo que es posible no empatar el cable entre registros intermedios si las longitudes lo permiten, con el consiguiente ahorro de mano de obra, conectores y mangas de cierre.
- ✓ En cada armario es posible hacer mediciones al cable sin necesidad de abrirlo. Recordar que cuando se abre un cable se le “hiere” y es posible la pérdida de sus características.
- ✓ De existir interrupciones en el cable primario con la pérdida de la identificación de los pares desde el MDF, no es necesario identificar aquellos desde las cajas terminales, lo que sí es necesario ejecutar en la distribución rígida.
- ✓ Se dispone de un punto natural de bloqueo para la presurización y medición de ésta en los armarios.

Ventajas en cuanto a los cables de distribución (red secundaria).

- ✓ Permiten disponer de pares para todas las viviendas, negocios y otras dependencias de acuerdo a su clasificación.
- ✓ Su mantenimiento es más económico debido a que el recorrido y la cantidad de pares en ellos es menor que en los cables de la distribución rígida.

- ✓ Menor tiempo para restablecer las interrupciones por la seccionalización de los cables entre el armario y en la caja terminal.
- ✓ Si la falla está en el cable secundario se puede restablecer el servicio sin intervenir en el MDF del centro telefónico.
- ✓ El dejar un par disponible por terminal para mantenimiento no afecta los pares a distribuir en el alimentador desde el MDF.

Ventajas generales.

Al estar cubierta la demanda en la red secundaria (recordar que ésta cubre todas las viviendas de acuerdo a su clasificación) el servicio a nuevos suscriptores se resuelve con solo incrementar los pares en el alimentador. Es posible ampliar por separado los pares alimentadores hasta el armario (red primaria) y los pares de distribución desde el armario (red secundaria), esto último de ser necesario. Además, y lo más importante: se reducen los costos por conceptos de mantenimiento y la demora en la reparación de las interrupciones.

1.4.1 Red primaria

La red primaria está conformada por cables multipares de alta capacidad de hasta 2400 pares telefónicos a fin de ahorrar conductos en los soterrados principales, estos parten del distribuidor general o MDF de la central local y llegan a los armarios de distribución, como se muestra en la Figura 1.4. Los cuales no necesariamente alimentan exclusivamente a un armario, sino que en función de su ruta, alimentan a varios de ellos [5].



Figura 1.4. Red principal o primaria. (Fuente: [5])

Sin embargo, el concepto de red primaria no es exclusivo de la red flexible, también se aplica a la red rígida, siendo en este caso el conjunto de los cables que partiendo del MDF llegan hasta los puntos de distribución de 100 pares, llamados centros nodales.

Los centros nodales son los puntos a partir de los cuales comienzan a repartirse (a representarse en cajas terminales) los pares de un cables de 100 o 50 pares. El concepto de centro nodal es aplicado, por tanto, a la red primaria como a la secundaria.

Consideraciones de diseño.

Para el diseño de red primaria se deben tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- ✓ Hacer un levantamiento de los cables primarios existentes y de la ubicación de los armarios con su nomenclatura, verificando las reservas en el distribuidor, para proyectar su habilitación de ser necesario.
- ✓ Verificar el estado eléctrico y mecánico de los conductores existentes.
- ✓ Numerar las regletas primarias en grupos numéricos de cincuenta pares y en orden ascendente hacia el distribuidor.
- ✓ Se debe mantener una numeración consecutiva de las regletas en el armario, y en la medida de lo posible deberá ser alimentado por un mismo cable.
- ✓ Procurar reutilizar los cables existentes que se encuentran operando.
- ✓ Procurar que la red primaria sea totalmente canalizada, salvo que no lo permitan la topología del terreno, la configuración de calles, carreteras o las ordenanzas locales.
- ✓ Diseñar la red primaria hasta las regletas del distribuidor, verificando su existencia.
- ✓ Las reservas primarias no deben ser destinadas a salvar redes mal proyectadas.
- ✓ Para las redes primarias aéreas se deben cumplir los criterios dados para las redes secundarias aéreas en cuanto a tierras, herrajes y capacidad de cables aéreos permitidos. Se debe proyectar una tierra en cada armario.
- ✓ Las tierras en red primaria se les dibujará tanto en el plano de enrutamiento como en el esquema de red primaria.
- ✓ Si se reubican cables primarios operando, los distritos más alejados de la central serán alimentados con red primaria nueva, y los más cercanos con la red primaria existente, mejorando así la calidad de transmisión, lo que se denomina descongestión de red primaria.
- ✓ Se debe evitar el tendido de cable en cruce de vías, si no es posible se puede encontrar una solución enterrando el cable empleando el sistema de Topo.

1.4.2 Red secundaria

Es la red que sale desde el armario de distribución hacia las cajas de dispersión y que se distingue de la primaria porque los cables de esta red son de menor capacidad y son tendidos aéreos [6].

Consideraciones de diseño.

Para el diseño de la red secundaria se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- ✓ La distancia de una subida a poste, será igual tanto en el plano de la red secundaria como en el plano de canalización.
- ✓ La longitud de cable correspondiente a una subida a poste o pared, se establece en 8 m.
- ✓ Para desviar corrientes debidas a inducciones de energía eléctrica, de las emisiones de radio frecuencia, de las descargas atmosféricas, se debe proyectar una tierra por cada serie secundaria a la altura de una caja, por cada 500 m, en los cables de longitud superior a 1500 m cualquiera sea su capacidad.
- ✓ En lo posible evitar proyectar cajas en los postes con transformador, pero si es inevitable se consideraran cajas autoprotegidas.
- ✓ Las tierras en red secundaria se les dibujará tanto en los planos de la red secundaria como en los esquemas de empalmes.

1.4.3 El armario o gabinete

El Armario de distribución, como se muestra en la Figura 1.5, está ubicado en un determinado punto del distrito y es el lugar de conexión entre los cables primarios y los secundarios por medio de bloques de conexión de 50 o 100 pares. Permiten en forma separada las ampliaciones de red primaria y de red secundaria [2].



Figura 1.5. Armario o gabinete.

En el esquema del armario de distribución están representadas las terminaciones de los cables dentro del armario de distribución. Contiene, por cada cable entrante (red primaria), la correspondencia entre las posiciones de los pares terminales al armario con los del MDF, y por cada cable saliente (red secundaria), la correlación entre las decenas de terminación del armario con las cajas de distribución y con la reserva.

La red primaria se representa en las columnas del centro y la red secundaria en los laterales exteriores. El armario con capacidad de 1200 pares es el elemento interfaz entre la red primaria y la red secundaria. Normalmente, en el armario están terminados desde 100 hasta 400 pares primarios y desde 200 hasta 600 pares secundarios.

A través de los alambres de interconexión (*jumpers*) se provee la continuidad eléctrica entre los pares de la red primaria y los pares de la red secundaria.

1.5 Repartidor principal o distribuidor general

Se denomina Distribuidor General (MDF, *Main Distribution Frame*) al salón de la central telefónica donde se encuentran el conjunto de conexiones físicas de los equipos de conmutación montados en bastidores y a través de regletas debidamente identificadas denominadas horizontales [2]. Así mismo se encuentran los puntos iniciales de las redes de cobre, igualmente instalados en bastidores a través de regletas puestas ordenadamente y denominadas verticales.

Se encuentra ubicado en la planta baja de la central de conmutación, es el órgano que se encarga de realizar la conexión entre la planta exterior y el equipo de conmutación. Su función principal es la de hacer que cualquier par de la red de usuario se pueda interconectar con cualquier circuito de línea del equipo de conmutación.

En centrales grandes, existe normalmente debajo del repartidor y a todo lo largo del mismo, una sala denominada galería de cables, de dimensiones suficientes para manipular con ellos y en la que está instalado un armazón metálico especial sobre el que se apoyan los cables de alimentación que entran a través de conductos desde el exterior, los cuales se empalman a los cables terminales que suben al repartidor.

Cuando las centrales son de menor capacidad, la galería se contrae a una simple cavidad en el suelo de la sala donde está el repartidor, denominándose foso de cables. En algunos casos, y en centrales muy pequeñas, incluso puede prescindirse del foso de cables, de forma que los empalmes se realizan en el propio repartidor.

El distribuidor está conformado por las siguientes partes: armazón, lado horizontal, lado vertical y puentes.

El **armazón** es la estructura de metal que soporta las regletas del lado vertical y del lado horizontal y todos los elementos que conforman el repartidor.

El **lado horizontal** está constituido por las regletas que se instalan de forma horizontal, como se puede ver en la Figura 1.6, las cuales se conectan a los circuitos de línea de la central de conmutación. Cada circuito de línea es asociado con un número telefónico por lo que a estas regletas se las conoce como posición de número.

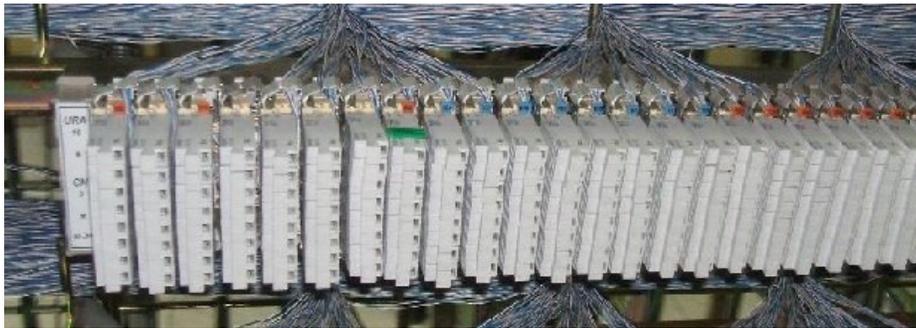


Figura 1.6. Regleta del lado horizontal.

El **lado vertical** está formado por las regletas instaladas en forma vertical y en columnas en el lado opuesto a las horizontales, donde irán conectadas las terminaciones de los pares de planta externa, como se muestra en la Figura 1.7.



Figura 1.7. Regletas pertenecientes al lado vertical.

Los **Puentes** están formados por un par de hilos de cobre que conectan a las regletas del lado horizontal con las regletas del lado vertical, lo que observa en la Figura 1.8, con esto se logrará conectar eléctricamente los circuitos de línea con su correspondiente par.



Figura 1.8. Puentes.

1.5.1 Funciones del MDF

Entre las funciones del MDF están: el mezclado, la protección y el corte y prueba. Con el mezclado se conectan las líneas de abonados a los equipos de conmutación; la cual es muy útil en la realización de instalaciones o traslados. La función de protección evita la entrada de sobre tensiones causadas por rayos o líneas de energía eléctrica, mediante fusibles y descargadores hacia equipos de conmutación. La función de corte y prueba es la que permite la inserción en las líneas para operación, gestión y mantenimiento.

1.5.2 Tipos de MDF

Los MDF pueden ser: de piso, para centrales telefónicas o URAS, en ellos el lado horizontal donde terminan los cables de conmutación y el lado vertical donde terminan los cables de planta exterior están situados en distintas caras de las columnas y de pared en algunos casos utilizado en URAS y, fundamentalmente, en PABX, en ellos el lado horizontal y el vertical se encuentran dispuestos uno arriba y otro abajo, o uno a continuación de otro en la misma pared, de acuerdo al puntal o ancho de esta.

1.6 Infraestructuras de instalación para redes aéreas

La infraestructura de instalación para redes aéreas es la que sirve de soporte principalmente para las redes secundarias, para ir desde el armario hasta el usuario en el área de dispersión [3]. Y sus elementos son: los postes, las riostras (anclas), herrajes y los sistemas de puesta a Tierra.

1.6.1 Postes

Los postes pueden ser de hormigón, metálicos o de madera. Los de maderas son tratados a presión con creosota, pentaclorofenol o sales para aumentar su resistencia a los agentes atmosféricos y microorganismos. Los de madera dura no son tratados. Fundamentalmente

existen dos tipos de postes de madera, de eucaliptus o pino de alta resistencia, con una vida útil promedio de 20 años. También pueden ser de maderas blandas como es el caso de las palmas, pero son de menor consistencia y vida útil.

Instalación de los postes.

La instalación de los postes se realiza en función de su longitud y las características del terreno, que pueden ser blandos, mixtos y duros, como se muestra en la Tabla 1.1.

Tabla 1.1. Profundidad mínima de colocación de los postes de madera. (Fuente: [7])

Longitud de los postes	Profundidad de enterrado en terrenos blandos y mixtos	Profundidad de enterrado en terrenos duros.
7.5 metros	1.40 metros	0.85 metros
9.0 metros	1.50 metros	0.90 metros
10.5 metros	1.75 metros	1.00 metros
12.0 metros	1.80 metros	1.05 metros

En cualquier tipo de terreno, la excavación para parar los postes se hace de forma cilíndrica o rectangular según el tipo de poste; ésta puede ser hecha a mano o con un medio motor. Y la dimensión de la excavación será de 0,1 metros alrededor del poste. Cuando el poste se entierra en terreno con pendiente, la profundidad del hueco mide desde el borde más bajo. Si la inclinación del terreno es superior a 30° se adoptará la profundidad de colocación mostrada en la tabla aumentada en 0,2 metros. En presencia de terrenos con estratos diferentes, la profundidad del hueco será la prevista para el terreno menos consistente; cuando el estrato del terreno menos consistente es superficial y tiene un espesor pequeño es suficiente excavar en el terreno más consistente con la profundidad prevista para el mismo. Antes de la colocación del poste el fondo del hueco se apisona fuertemente, cuando el poste se coloca en él se asegura que esté en la posición correcta y se chequea la alineación con la traza. El hueco se rellena con el material que se extrajo y concreto [7].

Para la instalación del poste se necesitan además otras herramientas como son: las anclas o riostras, herrajes para suspensión de cables y sistemas de puestas a tierra.

Riostras (Anclas), son el conjunto de elementos para fijar y reforzar la posición de un poste cuando la carga a que está sometido puede hacer peligrar su emplazamiento. Acción que conlleva la instalación de esos elementos. Las riostras se colocan con el propósito de

equilibrar la tensión que se genera sobre los postes, con cualquier curva, cambio de dirección o derivación lateral en la ruta que se lleva [6].

Herrajes para suspensión de cables, son accesorios de acero galvanizado que se utilizan para suspender o fijar los cables y equipos a los postes, cámaras o paredes de edificios.

Sistemas de puestas a tierra, se usan para reducir el nivel de ruido y proteger la red contra descargas eléctricas e interferencias electromagnéticas, se instalará sistemas de puesta a tierra en cada armario y a lo largo de todas las rutas tanto primarias como secundaria [7].

1.7 Soterrados

El soterrado telefónico es la infraestructura construida para canalizar a través de conductos de polietileno, asbesto cemento u otro material, cables telefónicos a través de ambientes urbanos principalmente y terminado en ambos lados por un registro. Existen básicamente dos tipos de soterrados telefónicos, los soterrados principales y los soterrados ligeros.

1.7.1 Soterrados principales

Los soterrados principales son las infraestructuras constituidas por más de 4 conductos, terminadas en ambos lados por un registro. Algunos datos de importancia de estos son:

Kilómetros trazados, suma de la longitud de los tramos individuales de canalización. Por ejemplo, para un tramo de conductos de 0,1 km formado por 2 conductos de 75 mm + 1 de 100 mm, y para un tramo de conductos de 0,1 km formado por un conducto de 75 mm, se reponen en conjunto 0,2 km trazado.

Kilómetros de conductos, suma del producto entre la longitud de cada tramo individual de canalización y el correspondiente número de conductos. Por ejemplo, para un tramo de conductos de 0,1 km formado por 2 conductos de 75 mm + 1 conducto de 100 mm, y para un tramo de conductos de 0,1 km formado por 2 conductos de 100 mm, se reponen en conjunto $(3 \cdot 0,1 + 2 \cdot 0,1) = 0,5$ km de conductos.

Kilómetros de conductos ocupados, suma de los productos entre la longitud en de cada tramo individual y el número correspondiente de conductos ocupados. Por ejemplo, para un tramo de 0,1 km formado por 3 conductos de 75 mm de los cuales 2 ocupados + un conducto de 100 mm ocupado, y para un tramo de 0,1 km formado por 2 conductos de 75 mm del cual 1 está ocupado, se reponen en conjunto $(3 \cdot 0,1 + 1 \cdot 0,1) = 0,4$ km de conductos ocupados.

1.7.2 Soterrados ligeros

Los soterrados ligeros son las infraestructuras de instalación no clasificados como soterrados principales, que en particular comprenden los tritubos y las infraestructuras compuestas por un número de conductos igual o inferior a 4. Se excluyen los tramos de cruce de las calles.

1.7.3 Pozos o registros

Los pozos son obras subterráneas destinadas a permitir la instalación, distribución y tendido de cables, así como alojar, proteger los empalmes y cables. Para determinar el tamaño de un pozo, se deben tomar en consideración varios aspectos como son: la cantidad de empalmes, cables que se alojarán en él de acuerdo a la dimensión de la red principal y secundaria, la proyección que se tenga para futuras ampliaciones en la red.

La selección adecuada del tamaño del pozo o registro asegura entre otras cosas la fácil ampliación de canalizaciones por etapas, facilidad para realizar actividades de mantenimiento, espacio suficiente para futuras ampliaciones. Además de esto, la ubicación del pozo nos debe ofrecer todas las garantías de durabilidad y seguridad de operación [8].

1.8 Cables telefónicos

Los cables telefónicos pueden ser considerados como una de las partes más importantes de la red telefónica ya que constituyen el enlace directo entre la central y el abonado a través del cual se transmite la información. Los cables utilizados en planta externa son cables multipar y cables bifilares.

1.8.1 Cables telefónicos multipar

Los cables multipar pueden tener capacidades de hasta 2400 pares, los hilos de cobre del cable pueden tener un calibre de 0,4 a 0,9 mm dependiendo del tipo de multipar que se utilice. Para la identificación del par telefónico debido a la gran cantidad de pares en el cable se utiliza un código de colores universal conocido como código REA, (*Rural Electrification Administration*) como se muestra en la Figura 1.9.

		COLORES SECUNDARIOS				
		AZUL	TOMATE	VERDE	CAFÉ	GRIS
COLORES PRIMARIOS	BLANCO	1	2	3	4	5
	ROJO	6	7	8	9	10
	NEGRO	11	12	13	14	15
	AMARILLO	16	17	18	19	20
	VIOLETA	21	22	23	24	25

Figura 1.9. Código REA. (Fuente: [9])

El código REA tiene establecido los colores: blanco, rojo, negro, amarillo y violeta como colores primarios; mientras que al azul, tomate, verde, café y gris como colores secundarios, de tal manera que los pares del cable ya vienen apareados.

A medida que aumenta el número de pares del cable estos vienen separados por cintas de 25 pares y la identificación del par se vuelve cíclica ya que el par 26 será de color blanco/azul y así sucesivamente.

El tipo de cable multipar a utilizar va a depender de la aplicación que se requiera, por ejemplo para instalaciones interiores se utiliza el cable EKKX y para instalaciones exteriores se utiliza el cable ELAL-JF [9].

1.8.2 Cables autoportados

Este tipo de cable es utilizado para tendidos aéreos ya que en su estructura posee un soporte conocido como mensajero lo cual le da al cable la forma de un número 8. Este mensajero le sirve para autoportar el peso del cable en la instalación. A diferencia de los cables canalizados, estos cables son de capacidades bajas (desde 10 hasta 200 pares). En la Figura 1.10 se muestran ejemplos de estos cables.

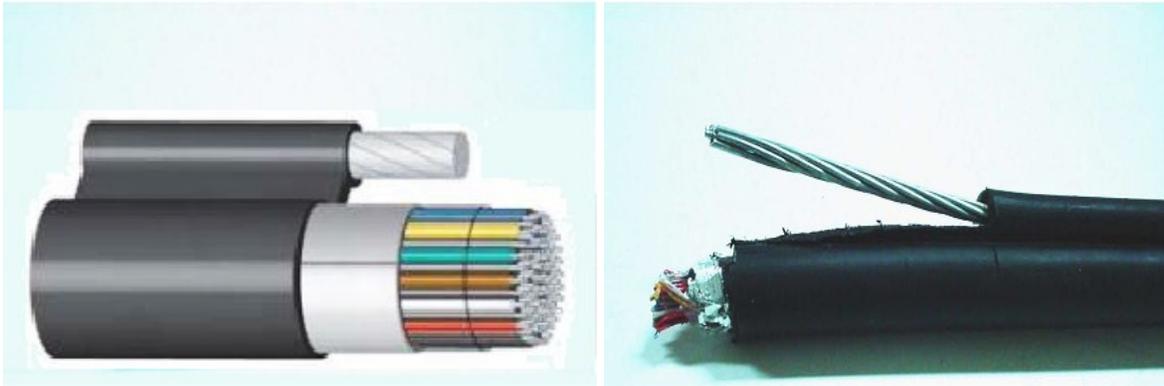


Figura 1.10. Cables autoportados.

La característica de estos cables son las siguientes:

- ✓ Conductor sólido suave de cobre de 0,4 mm.
- ✓ Posee un aislamiento de polietileno sólido.
- ✓ Su relleno es de petrolato y protegido por una cubierta estanca de aluminio-polietileno para instalación aérea.
- ✓ Chaqueta de polímero negro resistente a la intemperie.

1.8.3 Cable telefónico bifilar

Se trata de un cable compuesto por dos hilos de cobre paralelos recubiertos con una protección plástica. Este tipo de cable se utiliza para la red de abonado que va desde la caja de dispersión hasta el inmueble.

1.8.4 Cables para puentes

Es un cable formado por dos conductores trenzados de 0,6 mm de diámetro. Cada conductor está formado por un hilo de cobre electrolítico, aislado con una capa de Policloruro de Vinilo, (PVC, *Polyvinyl Chloride*).

1.9 Empalmes

Consiste en la unión de dos o más cables telefónicos utilizando para ello diversos tipos de conector. Existen diferentes tipos de empalmes:

- ✓ **Empalme directo**, se da entre cables con la misma capacidad.
- ✓ **Empalme con derivación**, se da entre un cable multipar y 2 o 3 de menor capacidad. Se debe tomar en cuenta que solo se permite un máximo de 3 derivaciones.
- ✓ **Empalme terminal**, es la unión de las regletas del distribuidor con la red primaria.

1.9.1 Conectores

Para facilitar el trabajo de empalmar los cables se utiliza conectores a presión cuyo sistema de conexión se da por desplazamiento del aislante. Cuando se quiere empalmar cables cuyos conductores tienen un aislamiento plástico se usan conectores rellenos de vaselina.

1.9.2 Mangas de empalme

Existen dos tipos de mangas de empalme: mangas de cierre mecánico y mangas termocontráctil. Estas se usan para proteger el empalme realizado, en la Figura 1.11 se muestran algunas de estas mangas de empalme.

El tipo de manga a usar va a depender de las especificaciones del fabricante. Se recomienda que para realizar cualquier tipo de empalme se consulte en las especificaciones del fabricante del cable para evitar fallas. Cada tres empalmes se debe ir revisando la continuidad de cada conductor ya que los errores se pueden ir acumulando y ocasionarán fallas en la construcción. Los empalmes aéreos siempre deberán ir antes del poste.



Figura 1.11. Tipos de mangas de empalmes.

1.10 Cajas terminales

Las cajas terminales son el soporte físico donde llegan los pares telefónicos del cable y a partir de ellas se conectan las redes de abonado, formadas por el bajante telefónico y la red de distribución interior que corresponde al abonado conectado a la central telefónica. La

capacidad de los terminales telefónicos, puede ser de 10, 15, 20, 25 o 30 pares y en casos excepcionales pueden llegar a los 50 pares. De acuerdo a las necesidades del servicio y a las características de la zona, las terminales se pueden ubicar en: poste, fachada, azotea, interior y miniposte.

1.10.1 Tipos de cajas terminales

En la actualidad existe en ETECSA una gran diversidad de cajas terminales, siendo las mismas clasificadas en dos grandes grupos; las conectadas directamente a los pares (cajas con cola) y los terminales de multiservicio.

Cajas terminales con cola (rabo).

Pueden ser de las capacidades mencionadas anteriormente y están provistas de una cola de 2,20 m, que se empata en el cable telefónico en los pares, que serán seleccionados para distribuirse en las mismas.

Cajas terminales multiservicio de 10 y 20 pares.

Estos terminales son los que se emplean actualmente en las redes de nueva instalación en la empresa, y mayormente para las distribuciones de cables de las redes secundarias en la red flexible. En la Figura 1.12 se muestran ejemplos de cajas terminales.



Caja terminal multiservicio



Caja terminal con cola

Figura 1.12. Ejemplos de cajas terminales.

1.11 Red de abonados

Es la sección de la red que permite establecer la conexión entre la caja terminal y el equipo del usuario. Está conformada por lo tanto por bajantes, herrajes de instalación, conector de entrada, alambre interior hasta la caja conectora del equipo terminal como se muestra en la Figura 1.13. Una red de abonados se divide en dos partes fundamentales:

- ✓ **Red exterior**, compuesta por el bajante exterior o acometida, conector exterior y elementos de retención o fijación (mordazas, argollas, presillas clip, ganchos, aisladores, travesaños con ordenador, etc.).

- ✓ **Red interior**, compuesta por el montaje o alambre interior, conectores interiores, elementos de fijación (grapa plástica, roseta plástica, etc.) y equipo terminal.

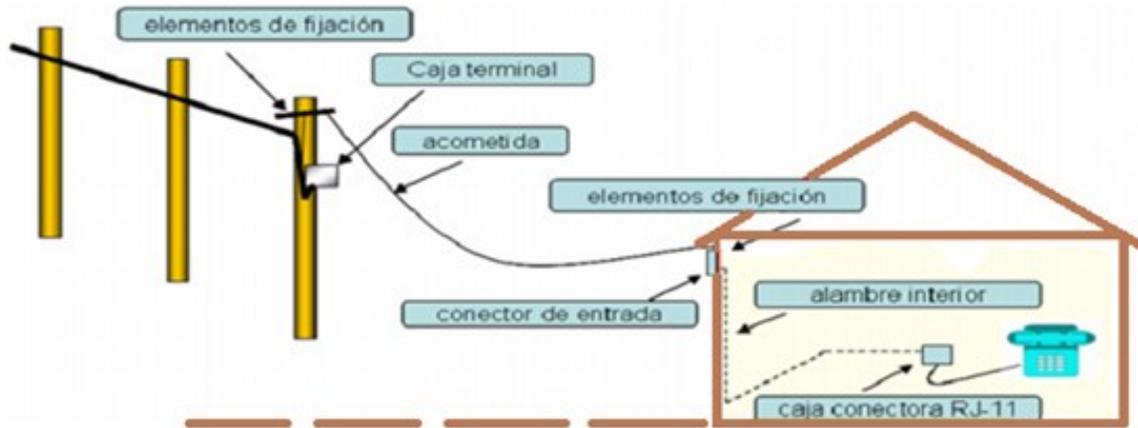


Figura 1.13. Partes de la red de abonados.

Términos y definiciones asociados con la red de abonado:

Acometida, es el alambre de bajante exterior que va desde el conector exterior del abonado hasta el punto de distribución.

Alambre interior, es el encargado de unir el conector exterior con el interior.

Área de dispersión, es el área que define los límites de una caja terminal.

Vano, es la distancia entre dos puntos de retenida.

Terminación interior, es el elemento de la red ubicado en el interior de un edificio donde se terminan los pares de los cables primarios o secundarios y comienza la red de abonado.

Elementos de retención y fijación, son los que retienen y fijan el alambre de bajante en paredes, postes, etc., además organizan las líneas de tal manera que se mantenga una buena cultura técnica en nuestras redes. Eje: mordazas, presillas, aisladores, angulares o soportes.

Flecha, es el seno que forman los cables entre dos puntos con una tensión determinada. En el caso de la red de abonado es la distancia máxima comprendida (entre el bajante en su recorrido de poste a poste o de poste a elemento de fijación) con respecto a la línea recta imaginaria que une a los elementos de fijación entre los dos puntos.

Elección de las rutas de bajantes.

Para la elección de las rutas de líneas telefónicas se siguen las siguientes exigencias: Seleccionar las rutas de forma tal de que la longitud del bajante sea la menor posible, teniendo presente que la longitud máxima permisible es de 150 m. Situar la primera retención de los bajantes de forma tal que los mismos tengan el margen requerido por encima de las carreteras y avenidas, tal como se muestra en la Tabla 1.2.

Tabla 1.2. Margen requerido para situar la primera retención de bajantes. (Fuente: [10])

Condiciones	Altura mínima (metros)
Peatones	4,0
Sobre la rasante de calles	6,0
Sobre la rasante de carreteras	6,0
Sobre la rasante de avenidas	7,5
Sobre la rasante de líneas férreas	9,0

En los cruces con carreteras la altura mínima en el punto más bajo será 6 m; excepto en los cruces con caminos o carreteras poco importantes donde la altura puede reducirse a 5,5 m para vanos de 30 m o menos. Para vanos de más de 30 m se aumentará la altura sobre la carretera en 10 cm por cada aumento de 5 m en el vano.

Si es necesario atravesar o instalar un bajante paralelo a conductores eléctricos, deberá siempre ser en un plano inferior a éstos, excepto cuando se trate de acometidas eléctricas con forro (la separación mínima será de 0,6 m) donde se permitirá atravesarla en un plano superior [10]. La separación vertical mínima desde los conductores o equipos eléctricos a los conductores o equipos de comunicaciones se muestran en la Tabla 1.3.

Tabla 1.3. Separación vertical mínima desde los conductores eléctricos a los de comunicación. (Fuente: [10])

Tensión de operación de circuito en KV	Separación mínima (metros)
0 Hasta 1kV	1,0
1 kV hasta 15 kV	1,5
34.5 kV	2,0
110 kV	3,0
220 kV	4,0

CAPITULO 2 . LEVANTAMIENTO DE LA RED DEL CONSEJO POPULAR OSCAR LUCERO

El municipio Palma Soriano se encuentra ubicado en el extremo noreste de la provincia Santiago de Cuba; limita al norte con el municipio Mella, al sur con Santiago de Cuba y Guamá, al este con San Luis y al oeste con Contramaestre y Tercer Frente, como se muestra en la Figura 2.1. Este municipio posee una extensión territorial de 928,24 km^2 y una población de 129 650 habitantes. Su poblado cabecera está formado por siete consejos populares llegando a una extensión territorial de 9,83 km^2 , con una población total de 76 179 habitantes, para una densidad poblacional de 7749,6 hab/km^2 , lo que representa el 58,76 % del total de habitantes del municipio, además existen en el mismo un total de 22 109 viviendas [11].

En este territorio se encuentra el Centro de Telecomunicaciones Palma Soriano. En la misma para cumplir con la demanda de servicios de telecomunicaciones de los usuarios se cuenta con una central digital RSP Huawei de conexión C&C08 con 4942 líneas instaladas, un DSLAM que da servicios ADSL (144 líneas instaladas y 56 en servicio) y SHDSL (24 líneas instaladas y 8 en servicio), y un nodo de acceso CN4 con los servicios QUAD_SHDSL (12 líneas instaladas y 9 en servicio). De las 4942 líneas instaladas, las cuales están contenidas en: 23 cables de 200 pares, 2 cables de 100 pares, 1 cable de 50 pares, 2 cables de 28 pares, 1 cable de 20 pares y uno de 16 pares, están distribuidas 4030 líneas, y están brindando servicios un total de 2900 líneas. Estas se encuentran distribuidas fundamentalmente en la parte urbana del municipio (consejos populares: Oscar Lucero, Nito Ortega, Victoria de Girón, La Cuba, La Ceiba, 28 de Septiembre y Dos Ríos), por lo que la red de planta exterior de cobre del centro telefónico se halla distribuida en casi su totalidad dentro de la cabecera municipal, restando aún por cubrir un elevado número de localidades.

La red de distribución del municipio Palma Soriano es una red rígida con topología de árbol. En su totalidad utiliza cables de cobre con coraza de polietileno (autosoportados y con tensor), mayormente aéreos, que recorren gran parte del territorio que ocupa el municipio.

Se utiliza fibra óptica como troncal para conectar la central directamente al municipio Santiago de Cuba y al anillo que enlaza con los municipios Santiago de Cuba y Mella.

En estos momentos los indicadores densidad y penetración telefónica son de 3,8 % y 13,1% respectivamente, siendo bajos si se comparan con la media provincial de 7,25% y 15,17% y con los objetivos de ETECSA para el país.

Para el presente trabajo se escogió como área de intervención el consejo popular Oscar Lucero, puesto que a pesar de no ser el de menor densidad telefónica; su red está muy cerca de la saturación (89,8% de ocupación), es un área de gran interés económico ya que se concentra en esta una gran parte de las industrias y centros importantes del municipio y además cuenta con la mayoría de las instituciones de las FAR y el MININT en el mismo.

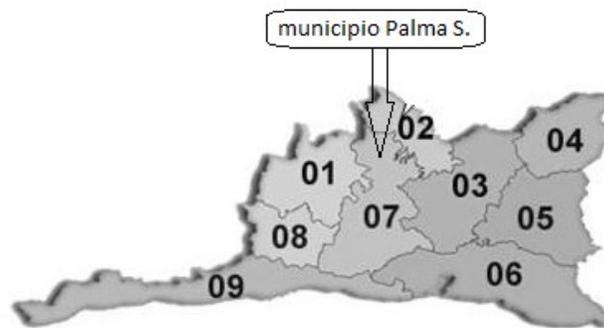


Figura 2.1. Ubicación del municipio Palma Soriano.

2.1 Evaluación del escenario

El consejo popular Oscar Lucero tiene una extensión territorial de $2,785 \text{ Km}^2$, limita al norte con el consejo popular La Cuba y el consejo popular La Ceiba, al sur con el consejo popular La Curía, al este con el consejo popular La Ceiba y el consejo popular Nito Ortega y al oeste con el consejo popular 28 de Septiembre y el consejo popular La Curía, todos ubicados en el municipio de Palma Soriano. Tiene una población de 14 652 habitantes para una densidad poblacional de $5\,261,04 \text{ hab/ Km}^2$, de ellos 7512 mujeres y 7140 hombres, y un total de 4496 viviendas. El nivel económico de la población es medio.

Como se ha dicho anteriormente esta es una de las zonas con mayor potencialidad comercial dentro del municipio pues aquí se encuentran varias de las principales industrias municipales, así como un considerable número de entidades estatales, y algunas entidades militares como son:

2 policlínicos, 1 sala de rehabilitación, 1 banco de sangre, 3 sedes universitarias, 2 escuelas primarias, 1 politécnico urbano, 1 combinado deportivo, 1 club de computación, 1 estadio, 1 correo, 3 panaderías, 3 dulcerías, 1 cabaret, 2 restaurant, 1 hotel, 1 tienda de productos industriales, 1 mercado de servicios, 2 tiendas recaudadoras de divisa, una tienda DIVEP, 1 CUPET, 1 empresa de transporte de comercio, 1 empresa de bebidas y licores, 1 empresa pecuaria, 1 empresa avícola, 1 empresa de comunales, una empresa eléctrica , el acueducto municipal, 1 centro de COPEXTEL, 4 industrias ligeras, una oficina de fiscalía, 1 tribunal municipal, 1 sector militar, oficinas municipales del MININT(Carnet de identidad y otras), almacenes y talleres de MININT y otros centros culturales, deportivos y gastronómicos.

Existen en el consejo un total de 773 líneas en servicio, de las cuales 523 son residenciales, 200 estales y 50 pertenecen al servicio público, para una densidad telefónica de 5,2 % y una penetración telefónica de 11,6 %. Estos valores de densidad y penetración también son bajos comparados con las provinciales y con los objetivos de ETECSA que plantean un 10% de densidad telefónica para las cabeceras municipales y un 100% de penetración telefónica en todos los poblados del país. En la Figura 2.2 se muestra una vista aérea tomada de *Google Earth*, donde la línea roja delimita el perímetro del área del consejo popular Oscar Lucero.

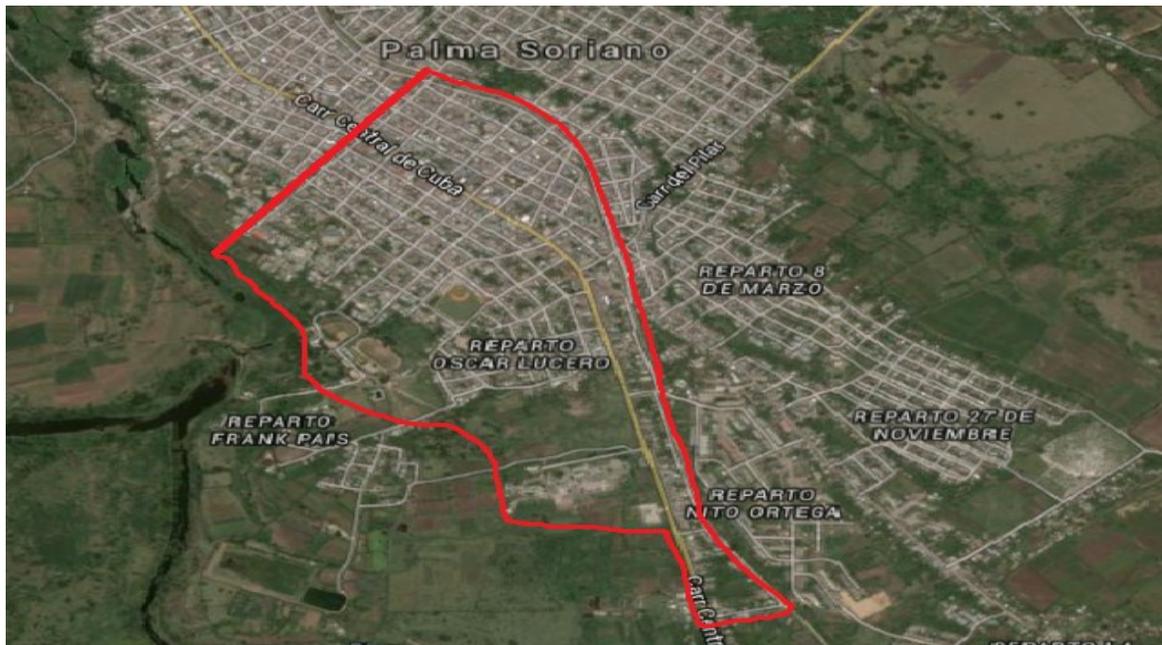


Figura 2.2. Ubicación del consejo popular Oscar Lucero.

2.2 Descripción de la documentación

La documentación de la estructura de la red de distribución (ERD), está constituida por la cartografía base del área de la central y por los datos significativos de la ERD.

2.2.1 Cartografía base del área de la central

La representación cartográfica constituye el instrumento fundamental para ubicar y localizar las instalaciones de la red sobre el territorio. Las instalaciones tienen que ser representadas sobre una documentación de base que indique la descripción de los elementos urbanísticos más significativos del área territorial de interés. Los elementos informativos con las características topográficas del área (calles, avenidas, líneas de fachadas, etc.) constituyen la base planimétrica. Sobre las mismas son plasmados todos los elementos de la red e infraestructura. Las actividades comprende la búsqueda de las informaciones de la red existente (captura de datos). Para esto se usa la siguiente documentación:

- ✓ Planimetría de base.
- ✓ Planimetría de las infraestructuras de instalación.
- ✓ Planimetrías de la red en cable, repartida entre red en cobre y red en fibra óptica.
- ✓ Esquemas de instalación, relativos a aquellos elementos de red cuya sola representación planimétrica no es suficiente para describir de modo exhaustivo la situación de la red (MDF, infraestructura aérea, armario de distribución, etc.).

Planimetría base.

La planimetría de base constituye la referencia cartográfica de soporte a la representación de los elementos de red existente y en proyecto sobre el territorio. Ella contiene los elementos topográficos principales de una parte del territorio bien definido. Las planimetrías de base son diseñadas en papel, denominado cuadro de unión, comúnmente en escala 1:10.000, relativo a una parte del territorio, generalmente correspondiente a una gerencia, como se muestra en la Figura 2.3.

Las informaciones a plasmar sobre la planimetría de base son:

- ✓ Red vial.
- ✓ Líneas de fachada.
- ✓ Elementos topográficos importantes (ferrocarriles, ríos, canales, autopistas, puentes, líneas eléctricas, etc.).

- ✓ La ubicación de los sitios de central.
- ✓ Los límites de las áreas de central con un texto, en proximidad del límite mismo, que reconduce el nombre del área de central;
- ✓ La ubicación de los postes, con su identificación;
- ✓ Los planos de las infraestructuras subterráneas con la ubicación e identificación de los registros

Planimetría de la red de cables.

Sobre las planimetrías de la red en cable se representan, con una adecuada simbología, las instalaciones externas de la red. Tal representación hace posible tanto la localización de la red como los datos de inventario asociados.

2.2.2 Datos significativos de la ERD

Los datos significativos de la ERD son los referentes a la capacidad actual, futura de la central, MDF y Distribuidor de Fibra Óptica (ODF, *Optical Distribution Frame*). Los datos significativos de la red de distribución del consejo popular Oscar Lucero se componen por la capacidad actual y futura de la central y el MDF como se muestran en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1. Datos significativos de la ERD.

Capacidad	Central	MDF
Actual	2900	4942
Futura	10000	Más de 10000

2.3 Toma de datos

La toma de los datos de una central telefónica, se puede dividir en tres partes diferenciadas e independientes. Por un lado se tiene la toma de datos del MDF, por otro lado la toma de datos de la red soterrada, en la que se tomarán los datos tanto de la infraestructura, como de los cables que se ubican en ella. En tercer lugar la toma de datos de la red de distribución aérea, soportada por fachadas, postería, locales interiores, etc. ya sea de red primaria o secundaria.

Una premisa importante al realizar este trabajo es el hecho de que se va a ejecutar una vez, y que lo realmente costoso es el hecho de ir al terreno a revisar y comprobar el estado

de la red. Por este motivo hay que hacer hincapié en que los datos a tomar deben ser definidos claramente, que no exista ni uno de más ni de menos y que valgan para todas las unidades involucradas en este proceso, y así mismo deben ser tomados con garantía. Con esto se quiere decir que lo que se plasme en este documento tendrá validez absoluta por lo que es conveniente que se tomen los datos con garantía de calidad absoluta.

2.4 Dibujo de la red en formato digital

Concluida la recogida de datos en el formato duro, se realiza la transferencia de la información a formato digital. Para esto se usaron los *softwares* Mapinfo10.5 y el AutoCAD. El primero es una aplicación “*desktop*” que ayuda a las organizaciones a transformar datos geográficos en inteligencia de localización sobre la cual se pueden tomar acciones. Esta versión ofrece una variedad de funciones nuevas dinámicas, incluyendo una interfaz de utilización más eficiente, nuevas opciones para compartir datos, y capacidades de búsqueda de datos poderosas [12]. A partir de este software se montan los planos de la cartografía base georeferenciada y se hace corresponder sobre estos cada una de las capas del levantamiento de la red y se crea una tabla con la información de cada uno de los parámetros que se debe tener en cuenta para cada elemento de la red. AutoCAD se usó principalmente para presentar los esquemas de los proyectos, pues por norma se usa este software y no el Mapinfo. En la Figura 2.4 se muestran las capas y la correspondiente tabla TERMINALES_OCOK, con la ubicación de cada uno de sus elementos mediante el Mapinfo.

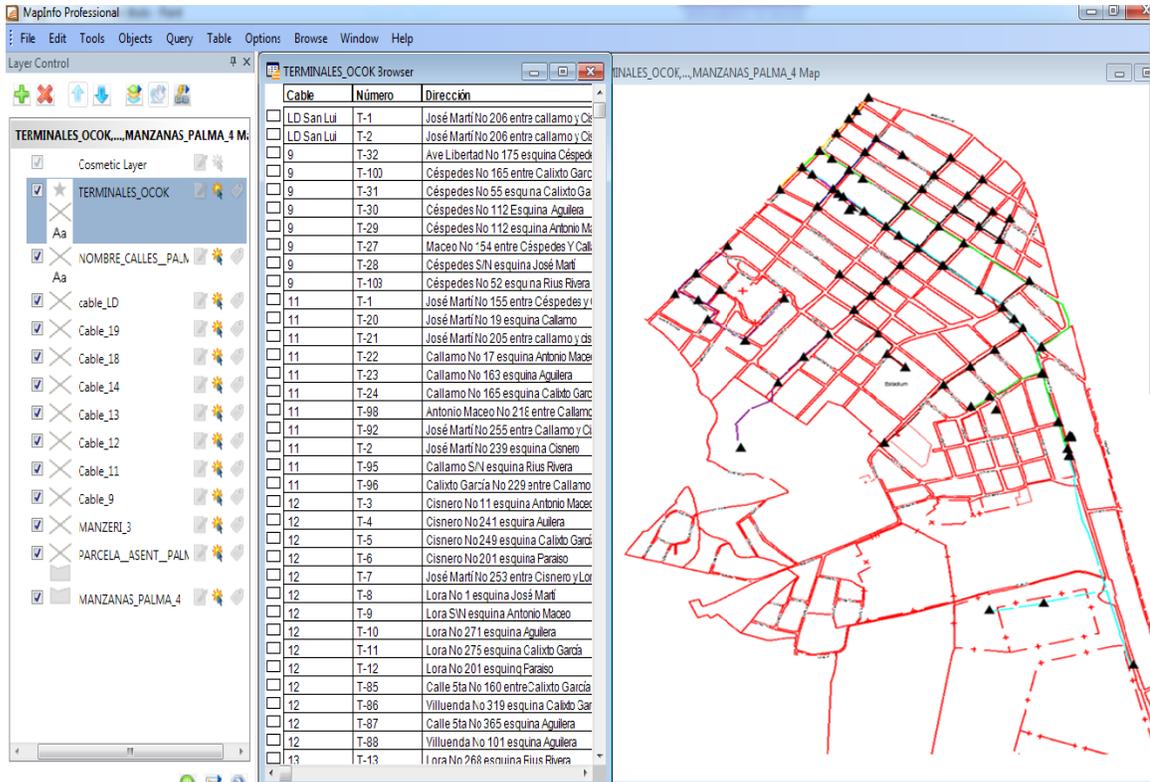


Figura 2.4. Información digital en Mapinfo.

2.5 Levantamiento de la red

El levantamiento realizado a la red de distribución se enfocó en los cables, cajas terminales y postes para determinar cuáles eran las rutas reales de cables, sobre qué infraestructura estaban instalados, cuántos terminales existían y en qué condiciones se encontraban estos elementos. A continuación se presentan los resultados obtenidos.

Cables.

Esta red tiene una estructura rígida, los cables primarios corren soterrados y aéreos, mientras los cables secundarios corren en su totalidad de forma aérea.

La red de distribución está conformada por 9 cables identificados como cable LD San Luis, cable 9, cable 11, cable 12, cable 13, cable 14, cable 18, cable 19 y cable 20 (sin distribuir); estos cables están instalados de forma aérea, exceptuando los cables 19 y 20 que está instalado de forma soterrada; con capacidad máxima de 200 pares y mínima de 28 pares. En su mayoría son con tensor, menos los cables 19 y 20 que son autosoportados y el cable 18 que tiene tramos con tensor y otros autosoportados. Estos cables cumplen en parte con la norma de instalación y empate “ETEC V3 PE- 07:99” [13], aplicada en ETECSA, donde

se establece que el cable aéreo será del tipo autosoportado o con tensor, con aislamiento de polietileno, pero se incumple esta norma en cuanto a la instalación aérea de cables, pues existen lugares donde la postiería tiene instalada hasta 1200 pares y la norma establece que el mayor cable a instalar en aéreo o por pared es de 400 pares. En la Tabla 2.2 se muestran los datos más significativos de estos cables.

Tabla 2.2. Datos significativos de los cables de la red de distribución.

ID	Tipo de instalació	Tipo de red	Tipo de cable	Capacidad de pares
LD San Luis	Aéreo	Primaria	Sin relleno/con tensor	28
Cable 9	Aéreo	Primaria	Sin relleno/con tensor	200
Cable 11	Aéreo	Primaria	Sin relleno/con tensor	200
Cable 12	Aéreo	Primaria	Sin relleno/con tensor	200
Cable 13	Aéreo	Primaria	Sin relleno/con tensor	200
Cable 14	Aéreo	Primaria	Sin relleno/con tensor	200
Cable 18	Aéreo	Primaria	Sin relleno/con tensor y autosoportado	200
Cable 19	Aéreo y soterrado	Primaria	Sin relleno/ y autosoportado	200
Cable 20	Soterrado	Primaria	Sin relleno/ y autosoportado	200

Uno de los aspectos fundamentales que se analizaron en el Centro de Telecomunicaciones Palma Soriano fueron las rutas del soterrado así como su estado y capacidad para su uso en una ampliación en el consejo popular Oscar Lucero, del mismo se determinó la posibilidad de su uso por la capacidad y el buen estado que presenta, en la Figura 2.5 se muestra el levantamiento en el software Mapinfo 10.5 mostrándose con líneas negras las trazas o rutas, con rectángulos verdes los registros y con una flecha azul el registro donde termina el recorrido del cable 19. Esta misma ruta es usada además para enlazar mediante fibra óptica a la Central Palma Soriano con el anillo que une a Contramaestre, Palma y Santiago de Cuba.

La ruta mostrada cumple con lo establecido en la norma de soterrado para cables de comunicaciones "ETEC V3PE-01:97" [14], que establece que los registros para personal

serán completamente de hormigón y estarán espaciados a una distancia no mayor de 220 m.

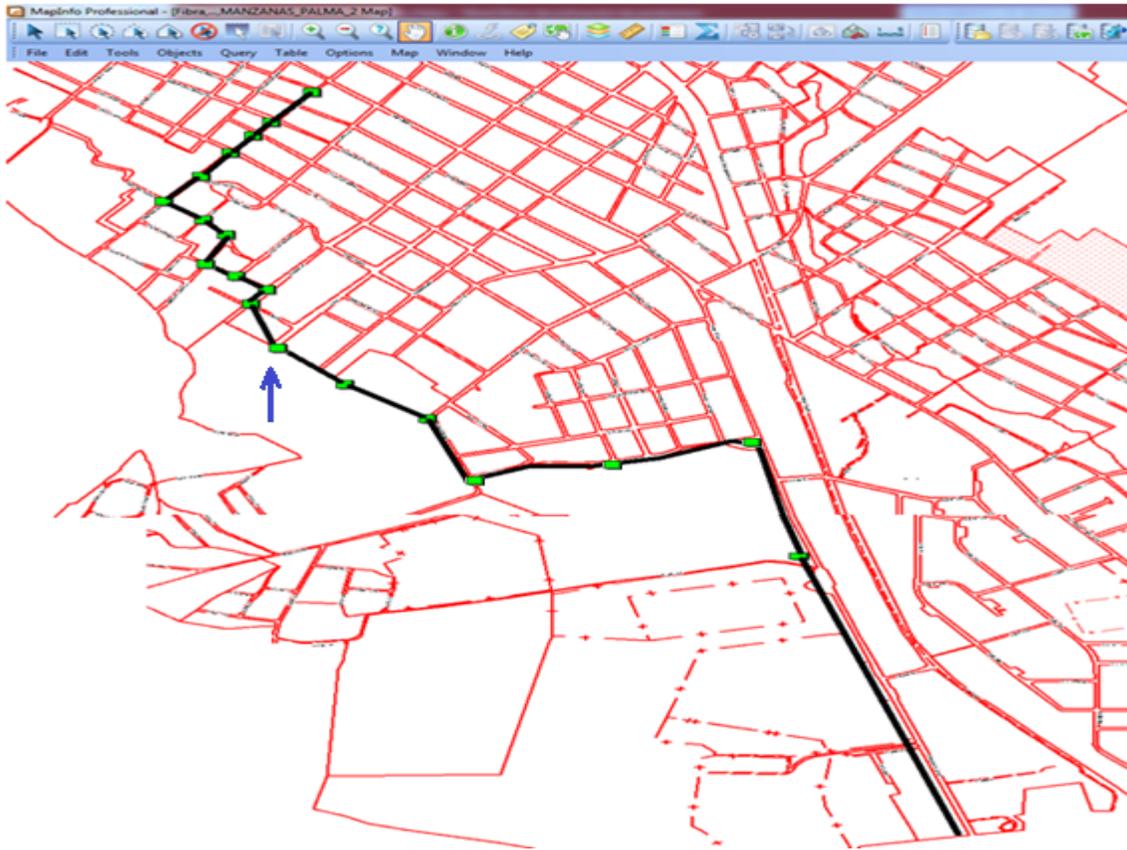


Figura 2.5. Soterrado para proyecto.

Cajas terminales.

Las cajas terminales se agrupan por cables. Como la red es rígida, para dar un grado de flexibilidad se colocaron cajas en múltiples, representando los mismos pares en diferentes cajas; esto ocurre generalmente en las cajas pertenecientes a los cables 12, 13 y 14. En la red de distribución del consejo, las cajas terminales están mayormente en postes, son tanto multiservicio como con rabo y varían su capacidad entre los 10, 15, 20, 25 y 30 pares como se muestra en la Tabla 2.3. La norma de instalación y empate “(ETEC V3 PE-07:99)” [13] establece que todas las cajas serán de 10 pares, en los postes se colocarán en el costado del mismo más cercano a la central o el gabinete de distribución colocándose en ellos dos cajas como máximo. En este caso las cajas que están en múltiples incumplen con la norma ya que estas son cajas de más de 10 pares. En la Figura 2.6 se muestra la información del levantamiento de los terminales y sus datos.

Tabla 2.3. Datos relevantes de las cajas terminales.

Cables	Cajas terminales	Tipo	Ubicación	Capacidad (pares)
LD San Luis	2	Con rabo	Postes	10
9	8	Con rabo	Postes	10,15,20,25
11	11	Con rabo	Postes	10,15,20,25,30
12	14	Con rabo	Postes	10,15,20,25
13	20	Con rabo	Postes	10,15,20,25
14	10	Con rabo	Postes	10,15,20,25
18	10	Con rabo y multiservicio	Postes y Fachadas	10,15
19	12	Con rabo y multiservicio	Postes	10,15
Total de cajas terminales: 87				
Total de cajas terminales en multiple: 14				

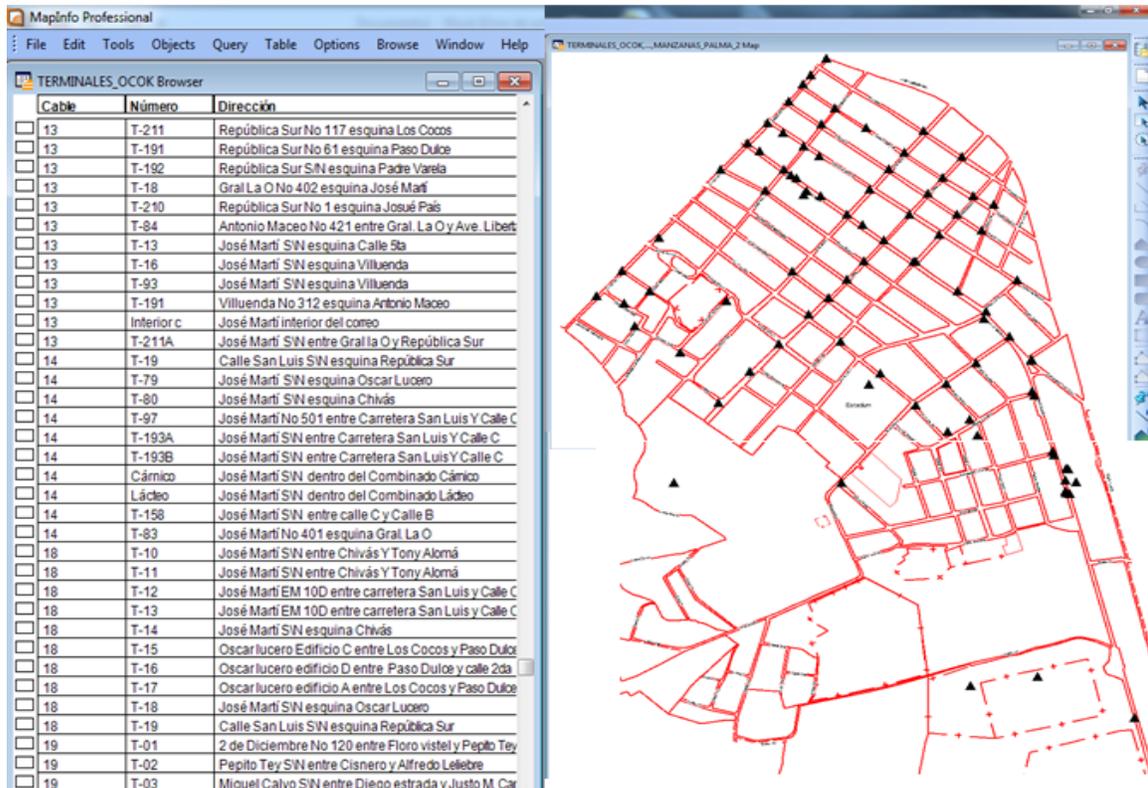


Figura 2.6. Levantamiento de los terminales y sus datos.

Postes.

Los medios usados para el soporte de la red de distribución son los postes, estos pueden ser de madera, de hormigón y de fibras, cumpliendo con la norma de Instalación de postes para cables de comunicaciones “ETEC V3 PE-03:99” [15]. Los postes están separados, como máximo, a 50 m, evitando su ubicación en lugares que obstruya el tránsito de vehículos, en terrenos con tendencia a ceder o hundirse y que sean propensos a inundaciones. Esta infraestructura cuenta con un total de 652 postes, 291 de hormigón, 353 de madera y 8 de fibras, de ellos 354 son de uso conjunto con la empresa eléctrica como se muestra en la Tabla 2.4.

Tabla 2.4. Datos relevantes de los postes.

Tipo	Total	Altura (m)	Cliente
Hormigón	291(de ellos 170 de uso conjunto)	7,5 y 9	ETECSA y Eléctrica
Madera	353(de ellos 184 de uso conjunto)	7,5; 9 y 10,5	ETECSA y Eléctrica
Fibra	8	7,5	ETECSA y Eléctrica
Total	652(de ellos 354 de uso conjunto)		
Separación entre postes (m)	Máximo: 50 Mínimo: 15		

2.6 Problemas encontrados

El levantamiento de una red de planta externa además de permitir conocer el estado actual de la red y su distribución, también brinda la oportunidad de saber el estado de los elementos de la misma. Durante el levantamiento realizado se detectaron algunos problemas que muestran los signos de deterioro de la infraestructura analizada. A continuación se muestran los elementos de la red actual que presentaban problemas:

Cables aéreos, la corrosión y humedad causan inevitablemente desgaste en la cubierta del cable y existen algunos cables telefónicos aéreos que necesitan protección de los cables de energía eléctrica. Algunos cables aéreos rozan con árboles, edificios, letreros, etc.

Postes, algunos presentan roturas, inclinación y falta de poda. En la Figura 2.7 se muestran ejemplos de problemas encontrados en los postes.



Figura 2.7. Ejemplo de poste que necesita poda a su alrededor.

Cajas terminales, algunas no se encuentran apropiadamente fijadas y presentan ausencia de tapas así como de identificación o la poseen sin tener en cuenta la norma, algunas tienen, falta de mantenimiento. En las Figuras 2.8 y 2.9 se muestran ejemplos de algunos problemas encontrados en las cajas terminales.



Figura 2.8. Ejemplo de cajas terminales que están dañadas, no tienen tapa y necesitan mantenimiento.



Figura 2.9. Ejemplo de cajas terminales que no tienen numeración o la tienen poco visible, y necesitan mantenimiento.

2.6 Análisis de la red

Según la norma ETEC DDAR PE-04:2002, establecida por ETECSA [16], teniendo en cuenta las recomendaciones de la UIT [17], el análisis de la red es una operación necesaria para la caracterización de aquella parte de la red que será estudiada con el objetivo de determinar las futuras intervenciones. El área de estudio puede coincidir con una o más áreas de armario, una o más áreas de cable o con la totalidad del área básica de una central.

Para la clasificación de estas áreas se consideran los siguientes aspectos:

- ✓ **La ocupación de la red**, analizando la disponibilidad de facilidades para satisfacer la demanda.
- ✓ **El análisis del estado técnico de la red**, para verificar el cumplimiento de los requisitos de operación y de los parámetros de calidad que permiten brindar, con un adecuado nivel técnico, los servicios actuales y previstos.

Atendiendo a esto, las áreas se clasifican en:

- ✓ **Áreas críticas**, son aquellas donde hay una alta ocupación de la red y el estado técnico de la misma puede ser bueno o regular, permitiendo la utilización de los cables de la actual red rígida como cables primarios y construyendo la red secundaria según las indicaciones de la norma de la empresa: red de distribución de cables de cobre de la planta exterior, requisitos de planeamiento y proyección.

- ✓ **Áreas muy críticas**, son aquellas donde la ocupación de la red es muy alta y su estado técnico no garantiza los parámetros mínimos de operación debido a su alta cantidad de fallas, envejecimiento y obsolescencia de su diseño.

El análisis de la red fue realizado a toda el área básica del consejo popular Oscar Lucero, utilizando los criterios de la norma ETEC DDAR PE-04:2002. El análisis de la ocupación se realizó con la información contenida en los "Cartones u hojas de ocupación de red" de donde se determinó la existencia de 773 líneas en servicio, de ellas: 200 estatales, 523 residenciales y 50 públicas y centros agente, el Anexo 1 muestra cómo están repartidos estos pares. Por su parte el análisis realizado a los pares reservados para mantenimiento, que debe ser uno por caja terminal, reveló que esta norma no se cumple.

Con el Sistema de Provisión y Reclamos de Clientes (SIPREC), software de uso nacional en ETECSA, se identificaron las demandas insatisfechas (traslados pendientes) existentes en el consejo, existiendo un total de 17, en la Figura 2.10 se muestra la ubicación de estas demandas.

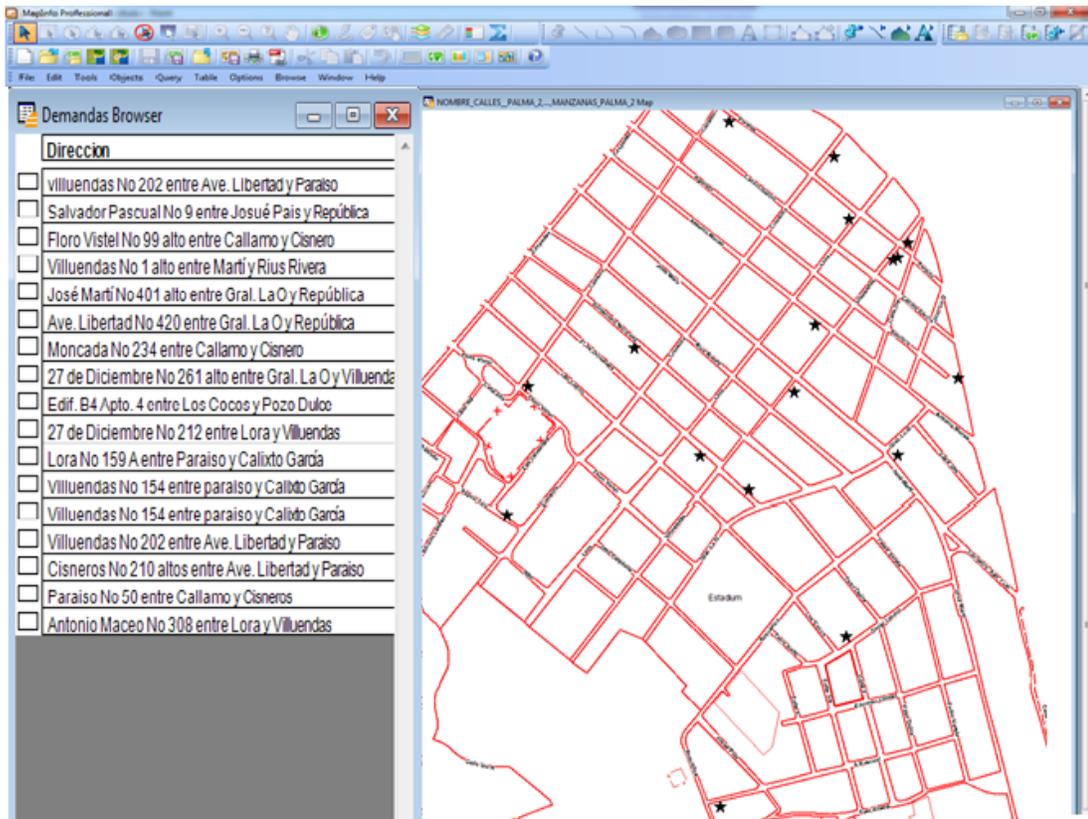


Figura 2.10. Ubicación de las demandas insatisfechas.

El análisis realizado arrojó que en estos momentos la red de distribución del consejo está saturada debido a la insuficiencia de pares disponibles para la realización de los mantenimientos y la resolución de interrupciones, así como para la comercialización o instalación de nuevos servicios. De un total de 860 líneas que se encuentran distribuidas, 773 están ocupadas, para un 89.8 % de ocupación, y se tienen en cuenta las 69 líneas que se encontraban interrumpidas en el momento del levantamiento la red estaría al 97,9 % de ocupación.

En el análisis técnico se comprobaron los parámetros de los cables, como se muestra en la Tabla 2.5, con la ayuda de los especialistas en cables que atienden esta central y se determinaron los pares que se encontraban interrumpidos, como se muestra en la Tabla 2.6, con los cartones de ocupación. Este análisis técnico evidenció que la red, aunque tiene un total de 69 pares interrumpidos, cumple con los parámetros eléctricos establecidos en la norma ETEC DDAR PE-04:2002. Esta norma plantea que la impedancia máxima será de 1000 Ohm y la atenuación de cualquier conexión telefónica estará entre los valores de 8 y 12 dBm establecidos por la UIT [17], y será debida a la contribución de la red de distribución de cobre más los dos aparatos telefónicos, considerando que en cada hogar existan dos terminales.

Tabla 2.5. Parámetros del cable.

Calibre(mm)	Resistencia de lazo (Ω /km)		Atenuación a 800Hz(dB/km)	
	Medidos	Normados	Medidos en la red de distribución	Normados
0,4	275	288	1,4	Para el caso de centrales digitalizadas entre 8 y 12
0,5	172	184	1,2	

Tabla 2.6. Pares interrumpidos por cable.

Cable	Interrupciones				
	Abierto	Cruce	Corto Circuito	Tierra	Ruido
LD San Luis	1	2	–	–	–
9	6	1	2	–	–
11	6	4	–	–	–
12	7	1	–	1	1
13	8	–	–	–	–
14	10	2	1	1	3
18	5	1	–	–	–
19	6	–	–	–	–
Total de pares interrumpidos	69				

A partir de los datos mostrados del Centro de Telecomunicaciones Palma Soriano y en especial del área de Oscar Lucero, se puede resumir que:

- ✓ Es una zona de alta densidad de población y viviendas de reciente construcción que ha creado espacios vacíos entre áreas de planta exterior, por lo que tiene zonas aisladas sin red.
- ✓ La red de cobre está saturada, con cables de baja capacidad, en comparación con la cantidad de viviendas existentes y la demanda de servicio telefónico presente.
- ✓ Existe gran cantidad de postes pero hay zonas que prácticamente no poseen por lo cual se deberá colocar cierta cantidad para el proyecto.
- ✓ Se deberá realizar movimientos de algunos terminales que brindan servicio en la zona del proyecto.
- ✓ El cableado existente no brinda la posibilidad de su uso para ampliar la red.
- ✓ Se podrá usar el soterrado existente para la nueva red.

CAPITULO 3 . PROYECTO DE PLANTA EXTERIOR PARA EL CONSEJO POPULAR OSCAR LUCERO

El objetivo fundamental de todo diseño de planta exterior es establecer y desarrollar las comunicaciones con la calidad que estas requieren a un costo razonable. De esta forma, una red bien planificada debe ofrecer la flexibilidad necesaria para un crecimiento sostenido.

Cuando se realiza el diseño de una red es preciso tener en cuenta las necesidades de los abonados, su naturaleza, las limitaciones técnicas y operativas, las posibilidades de los equipos, la distribución de costos de los distintos elementos de planta, vías y sistemas de transmisión, dispositivos de planta externa, el costo monetario así como las posibilidades que brinda la misma para ofrecer nuevos servicios. De igual forma dicha red debe diseñarse de manera que sea capaz de ir incorporando, tanto los avances que la técnica vaya ofreciendo como las nuevas necesidades y servicios que los abonados vayan demandando. Para el diseño de estas redes existen ciertos elementos con los cuales el diseñador siempre debe contar, dentro de los mismos se encuentran el dinamismo de la tecnología de las comunicaciones, las inversiones que sean necesarias, la dispersión geográfica así como la variedad de técnicas y servicios.

En este capítulo se propone una planta exterior para el consejo popular Oscar Lucero, dando respuesta así a las demandas de servicios de telefonía y solucionando las deficiencias encontradas en el levantamiento. Para ello, se realiza la actualización de la cartografía con la información recogida en el levantamiento y se crea una base de datos en el Mapinfo, se estudia la demanda en las zonas donde existe poco desarrollo de la red de distribución y un alto número de interrupciones con el objetivo de proponer un diseño que remedie esta realidad.

3.1 Actualización de la cartografía

La información recogida en el levantamiento fue utilizada para actualizar la cartografía base de la ERD del poblado y para crear una base de datos actualizada en formato digital con la información de la red.

La actualización de la cartografía está compuesta por los siguientes elementos:

- ✓ El levantamiento topográfico y la infraestructura de comunicaciones actualizada.
- ✓ La ubicación de los usuarios más importantes, determinando la cantidad y el tipo de servicio actual y futuro que requiere cada uno de ellos.
- ✓ La delimitación del área básica de la central en la cartografía disponible.
- ✓ La información recogida en el levantamiento sobre los terminales, los cables y postes.

Toda esta información se representó en Mapinfo 10.5, software propuesto para el trabajo conjunto con el AutoCAD utilizado en ETECSA para realizar los planos cartográficos de la documentación de la central, para lograr esto fue muy necesario realizar los recorridos en el terreno para lograr un mayor grado de exactitud en la planimetría base.

El trabajo en el Mapinfo se realizó por capas, creando una capa para cada elemento de la red. Se crearon 12 capas, una para la planimetría de la red, una para la infraestructura existente, una para las cajas terminales, una para cada cable de la red, una para los empates y otra para los usuarios de mayor importancia. La capa planimetría incluye los viales, los nombres de las calles, el límite del área de la central y las áreas de desarrollo de viviendas. En la capa postes se especificó cuáles son de madera, de hormigón o de fibra, así como el estado de cada uno de ellos. Las capas de cables contienen la información que permite identificar cuáles son las rutas de cada cable (primarias y laterales), el tipo de cable y el calibre. Las capas terminales contienen todo lo referido a los terminales: el cable al que pertenecen, los pares que posee, el número del terminal y la dirección en que está ubicado.

Con la actualización de la cartografía se obtuvo una documentación de la central que con las prestaciones del software permite conocer en detalles la planta exterior e identificar, de forma rápida y exacta, los problemas que se puedan presentar en el futuro. El resultado final se muestra en la Figura 3.1.



Figura 3.1. Cartografía actualizada.

3.2 Análisis de la demanda

Una red de telecomunicaciones será eficiente cuando pueda satisfacer toda la demanda que generen los abonados en todo momento e incluso cuando aumente la densidad telefónica. Para eso es necesario determinar las mejores rutas para la instalación de los cables, determinar la cantidad de pares que constará cada ruta y, finalmente situar estratégicamente los puntos de distribución a los cuales se conectarán las acometidas individuales a medida que se reciban peticiones de nuevos abonados. Para poder prestar los servicios de telecomunicaciones en la medida que el futuro cliente lo solicite y en el lugar que lo requiera, se debe diseñar la capacidad de nuestras redes en esa misma

medida, pero adelantándonos en el tiempo. Un método utilizado es una inspección exhaustiva en el campo, donde se hace un recorrido por toda el área a servir, que nos permita hacer un inventario de lo existente y de las necesidades futuras [3].

Los clientes para este tipo de proyectos se agrupan por sectores, lo que permite definir un nivel común de utilización del servicio telefónico, y dentro de los mismos se subdividen en diferentes tipos que permiten asociar a un conjunto de estos con una necesidad típica expresada en cantidades, los mismos son: residenciales, comerciales e industriales.

En cuantos a las viviendas existe una evidente correlación entre el nivel de vida y estado de las casas con la cantidad esperada de solicitudes de algún servicio telefónico. Las mismas se clasifican en:

Tipo A, las viviendas de este tipo, son las mejores viviendas, se puede decir mansiones, generalmente rodeadas de jardines; muy buenas condiciones del inmueble, amplio; moderno o no, pero en condiciones óptimas que reflejan un alto nivel de vida de sus moradores. En Cuba, este tipo de vivienda es raro, por lo que se debe explorar con más detalles el tipo de personas que la habitan, no solo por su poder adquisitivo sino por sus funciones sociales, que puedan requerir más de un servicio.

Tipo B, son también muy buenas viviendas, no tan amplias como las anteriores pero igualmente en muy buenas condiciones de mantenimiento, reflejan alto poder adquisitivo que puede observarse en sus muebles, equipos electrodomésticos, autos, etc. Igualmente puede indagarse por la función social de los que la habitan.

Tipo C, son las viviendas que pueden resultar más comunes, en barrios urbanizados. Son típicamente viviendas generalmente con techo de placa, o de otro tipo en buen estado, repelladas en su mayor parte, pintadas. Un nivel de vida medio, con los equipos electrodomésticos más comunes. Viviendas que demandarían, casi sin dudas, un servicio telefónico básico.

Tipo D, son viviendas de menor calidad. Techo, paredes y pisos en no muy buen estado. Poder adquisitivo bajo. Se asume que para un total de 10 viviendas de este tipo, 8 de ellas requieren un servicio. Esto, unitariamente, resulta en un índice o factor de 0.8 servicio por vivienda de esta categoría.

Tipo E, es el peor tipo de vivienda, en muy malas condiciones en su conservación; generalmente pequeñas, paredes sin repellar, techos en muy mal estado y un nivel de vida muy bajo. Típicas de asentamientos no urbanizados; abundan en la periferia de muchas

ciudades. Se asume que de 10 viviendas de este tipo, solo 3 requerirán del servicio telefónico. Este índice resulta entonces en 0,3 servicios por vivienda tipo E [18].

La Tabla 3.1 muestra la clasificación del sector residencial en viviendas, sector comercial y sector industrial así como se relación con el factor de penetración.

Tabla 3.1. Relación de sectores contra factor de penetración. (Fuente: [18])

Tipos de sectores	Factor de penetración
Sector residencial:	
Categoría de la vivienda:	
Tipo A	2,0(1)
Tipo B	1,5(1)
Tipo C	1,0(1)
Tipo D	0,8(1)
Tipo E	0.3(.5)
Sector comercial:	
1ra	32
2da(A)	16
2da(B)	8
3ra	1
Sector industrial:	
Ind. pesada	40
Ind. media	16
Ind. ligera	4

Una vez recopilados los datos de las viviendas y clientes, se hace el cálculo de la demanda como se muestra en la Tabla 3.2. Este análisis permite hacer un correcto dimensionamiento de la red que se quiere proponer, para que sea capaz de cubrir la demanda generada. Para ello se tuvo en cuenta que en el área existen actualmente 4496 viviendas y hay

aproximadamente 35 viviendas en construcción, en este caso se van a tratar todas las viviendas como clase C de modo que la asignación de pares sea un par por vivienda. Es importante saber además que el término factor de penetración: se refiere al promedio de servicios o líneas telefónicas que requiere determinado tipo de inmueble o instalación, ya sea una residencia, un comercio o industria.

Tabla 3.2. Cálculo de la demanda.

Clasificación	Cantidad	Servicios existentes	Inmuebles sin servicio	Factor	Demanda	Servicios demandados
C	4496	523	3973	1	3973	4496
1ra	0	0	0	32	0	0
2da(A)	1	6	10	16	10	16
2da(B)	0	0	0	8	0	0
3ra	214	184	30	1	30	214
Ind. pesada	0	0	0	40	0	0
Ind. media	0	0	0	16	0	0
Ind. ligera	4	10	6	4	6	16
Total	4715	723	4019	—	4019	4742

A la hora de hacer el planeamiento de la distribución de pares se deben priorizar las demandas insatisfechas que es de 17 servicios y la sustitución de tecnologías obsoletas, en este caso no se cuenta en el consejo con Telefonía Fija Alternativa (TFA). Este análisis permite hacer un correcto dimensionamiento de la red que se quiere proponer para que

cubra la demanda durante un período de 10 años. De modo que las ampliaciones de pares a realizar cubran la demanda de servicio en el momento de la ampliación, más la futura demanda prevista en otro período de tiempo, pero sin llegar a sobredimensionar la red. Como se pudo observar en el cálculo, la demanda de los servicios es de 4742 pares, por lo que se propone instalar 5500 pares para poder cubrir la demanda que se pueda generar en Oscar Lucero, de ellos se dejarían para mantenimiento 550 pares (uno por caja terminal), quedando así 208 pares que no serán comercializados, pues estos quedarían reservados para: futuras demandas, líneas especiales para las FAR y el MININT y alarmas.

Con el estudio de la demanda y la información demográfica de las zonas analizadas se calculó la densidad telefónica (ecuación 3.1) y la penetración telefónica (ecuación 3.2) telefónica actuales y para un período de 10 años (futura). Los resultados se muestran en la tabla 3.3.

$$D = \frac{\text{Cantidad de líneas en servicio}}{\text{Población}} * 100 \quad (3.1)$$

$$P = \frac{\text{Líneas en servicio del sector residencial}}{\text{Total de viviendas}} * 100 \quad (3.2)$$

Tabla 3.3. Densidad y penetración telefónica actual y futura.

Densidad		Penetración	
Actual	Futura	Actual	Futura
5,2%	37,28%	11,6%	100%

3.3 Valoración de posibles soluciones

Para escoger la estructura de la planta exterior a instalar en el consejo popular Oscar Lucero, se evalúan económicamente todas las soluciones de redes existentes y se procede a adoptar la solución menos costosa, que obedece a la satisfacción de la demanda de usuarios y a los requerimientos de calidad en todo el período considerado.

Se podría pensar en dar una solución que sea por vía inalámbrica o alámbrica, pues lo que hay que considerar es la red de acceso que se va a utilizar para llegar a los usuarios. A continuación se presentan las principales problemáticas encontradas dentro de estas

opciones para decidir ubicar 1 gabinete integral exterior en la parte más alejada del consejo popular Oscar Lucero y en la parte más céntrica del mismo instalar una red CON-DIR, y no escoger otra variante.

Teniendo en cuenta la alternativa inalámbrica, se analizó la instalación un sistema inalámbrico de banda ancha, WLL (*Wireless Local Loop*), este se define como un sistema de acceso por radio de la red conmutada al suscriptor, con equipos fijos y móviles, limitados al área de cobertura local de una estación base. Esta es una aplicación ideal para proporcionar servicios telefónicos a un área rural remota. El alcance de este servicio es tal que permita su integración a la RDSI. La ventaja que ofrece este tipo de red es que disminuye el costo y el tiempo de instalación, pero como trabaja a frecuencias en el orden de los GHz los enlaces sufren gran atenuación por factores como la absorción gaseosa terrestre, la lluvia, las multitrayectorias, entre otros, por lo que en ocasiones la señal se desvanece y con ello se perdería por completo la conexión con el resto de la red, además el equipo terminal en el lado del suscriptor va a estar formado por una unidad externa o antena exterior ubicada en una parte alta, puesto que estas necesitan línea de vista hacia la radio base [10], por lo que no permite estabilidad del servicio para los clientes. Estos elementos representan las principales condiciones por las que no se consideró una opción viable la solución inalámbrica para el consejo popular Oscar Lucero, además de que la misma solo se recomienda para un grupo mínimo de clientes.

En la alternativa alámbrica, se consideraron tres opciones para llevar el servicio telefónico hasta esta zona. La primera es el tendido de una red rígida de cobre desde la central telefónica hasta la zona a la que se quiere dar servicio. La segunda es una adaptación de la primera y es el despliegue de una red flexible de cobre. Y la última sería la ubicación de gabinetes integrales en la zona que se quiere servir.

El despliegue de una red rígida consistiría en que todos los cables se prolonguen desde el repartidor principal hasta el punto de distribución mediante empalmes cerrados; de este modo los únicos puntos fácilmente accesibles en la red son el repartidor y los puntos de distribución.

Teniendo en cuenta la arquitectura de la red telefónica de Palma Soriano, el repartidor principal sería el centro telefónico de Palma, ubicado en el límite del consejo popular La Cuba con el consejo que se está tratando en el presente trabajo (Oscar Lucero). Esta

opción puede ser considerada viable mientras que la cantidad de usuarios a los que se quiere dar servicios sea reducida o que las líneas de abonado sean cortas.

A pesar de que el repartidor principal se encuentra el límite del área tratada, esta posee zonas que están a más de 1km y medio de distancia, por lo que un tendido aéreo desde la central hasta los usuarios a los que se les va a brindar el servicio se puede considerar, pero solo a los usuarios que están ubicados en la parte más céntrica del consejo, pues en la actualidad, solo se considera la extensión de una red rígida hasta una distancia de 1 km. Por estas razones esta alternativa, se tuvo en cuenta para dar solución al problema existente en Oscar Lucero.

El desarrollo de una red flexible sería la segunda posibilidad a tener en cuenta. Esta se caracteriza por estar dividida en dos secciones distintas: alimentación y distribución, y mediante un punto de interconexión, se hace que cualquier par de la red de alimentación se pueda conectar a cualquier otro de la red de distribución.

Los inconvenientes presentes en este tipo de red son el costo suplementario que supone la instalación de los puntos de interconexión y los costos de resarcimiento de los daños ocasionados en calles y/o aceras si el tendido es soterrado. Pero conjuntamente, existe mayor peligro de averías externas e internas, y requeriría un mayor cuidado del personal que trabaja en la reparación porque tendría que mantener el orden dentro del punto de interconexión para no ocasionar una equivocación a la hora de una próxima reparación o mantenimiento. Otro inconveniente es el aumento del tiempo para cumplimentar la petición (instalación de puentes para unir el par de alimentación con el de distribución).

Hay que tener en cuenta, por supuesto, que el cableado que se puede utilizar es de cobre y que el mismo, como se ha mencionado anteriormente, ha aumentado su valor en el mercado y no es rentable su costo con las distancias que ha de cubrir. Por estas razones, esta solución actualmente no se implementa para cubrir distancias mayores de 1 km. Por lo que esta alternativa no se tuvo en cuenta para resolver la demanda de servicio telefónico que existe en Oscar Lucero.

Los últimos adelantos en las tecnologías de las redes de acceso han traído al mercado los gabinetes integrales, los cuales contienen dentro de sí un dispositivo denominado nodo de acceso multiservicios que funciona como un dispositivo de acceso para los abonados. Esta propuesta disminuye el tendido de cable de cobre porque solo se utilizará este para la conexión desde el gabinete integral hasta los usuarios, permitiendo que como la longitud

del cobre es tan corta no se vea degradada la voz debido a la atenuación del cobre a medida que aumenta la distancia, pero conjuntamente con lo anterior, el factor costo será menor al necesitar una menor longitud de cableado de cobre de un calibre menor. Igualmente, esta alternativa permite una mayor calidad, flexibilidad y eficiencia porque la conexión desde el gabinete hasta la central es mediante fibra óptica. La fibra óptica está abaratándose en el mercado mundial debido a que ha disminuido su costo de producción.

Las ventajas que ofrece esta alternativa con respecto a las otras es que el costo disminuiría, aumentaría la velocidad y la calidad de transmisión, se proveería el servicio de voz pero también la opción de nuevos servicios de datos, paulatinamente. Estos realizan la misma función de una central telefónica y disponen de un módulo de gestión, el cual permite medir los principales indicadores de su funcionamiento. Además emplean tecnologías de punta actual, implementadas en base a las redes NGN, incorporando diferentes propuestas topológicas que dan mayor flexibilidad a la red.

Estas plataformas juegan un rol muy importante en la migración hacia la voz sobre IP debido a su habilidad para servir de interfaz simultáneamente con la PSTN (redes de servicios telefónicos públicos) y las redes de nueva generación.

Por las razones dadas anteriormente es que se puede concluir que la mejor opción es la de instalar en la parte mas céntrica del consejo (hasta alrededor de 1km de distancia de la central) una red CON-DIR, que no es más que una red rígida pero en la cual no existen pares en múltiple; e instalar un gabinete integral que cubra las demandas existentes en las zonas que se encuentran a más de 1km de distancia de la central, debido a que requiere mucho menos cableado de cobre por la cercanía a la que estarían estos abonados del mismo y ofrece la posibilidad de brindar más servicios y dotar a la zona de la infraestructura necesaria para la futura implementación de NGN en la provincia de Santiago de Cuba.

3.4 Propuesta de solución

Para la implementación de la red que se propone en el consejo popular Oscar Lucero se dividirá el área del consejo en dos áreas básicas: área 1, en la cual se instalará un gabinete integral exterior y área 2, en la que se instalará una red CON-DIR.

Para escoger el tipo de gabinete integral a instalar se tuvo en cuenta la demanda de servicios en la zona del consejo que se encuentra más alejada (más de 1 km de distancia), este análisis de la demanda arrojó que existen en esta zona un total de 598 viviendas de

tipo C (un teléfono por vivienda), 24 centros de 3ra categoría (un teléfono por centro) y 2 industrias ligeras (4 teléfonos por industria), para un total de 645 servicios telefónicas a brindar.

Se tuvo en cuenta además que el concejo popular Oscar Lucero pertenece a un municipio de Santiago de Cuba y existe una reglamentación que está aprobada por el Ministerio de Comunicación para esta provincia del país en cuanto a tecnología a utilizar. Debido a políticas trazadas por el país, se ha concebido que en las provincias de Santiago de Cuba el proveedor sea Huawei.

Por lo tanto, teniendo en cuenta esta disposición el equipo de acceso que se propone para solucionar el problema es el UA5000 de Huawei, resaltando que Huawei ha sido el líder mundial por su solución de Nodo de Acceso Multiservicio (MSAN, *MultiService Access Network*). Este nodo debido a que es capaz de retener todos los servicios TDM tradicionales y sus sólidas funciones de servicio, es la mejor opción para la reconstrucción de la red PSTN. Además, permite la evolución de la red y asegura el retorno de las inversiones.

3.4.1 Área básica de la central

Como se muestra en la Figura 3.2 el área básica de la central estará dividida en área 1 y área 2, para el diseño de la red se analizarán por separado las mismas. Un aspecto importante a tener en cuenta es el calibre de los conductores de los cables, en este caso se escogen de 0,4 mm puesto que la distancia máxima de instalación no supera los 4 km, por lo que la atenuación que sufre la señal no supera los niveles máximos establecidos por la UIT que son de 8 a 12 dB.

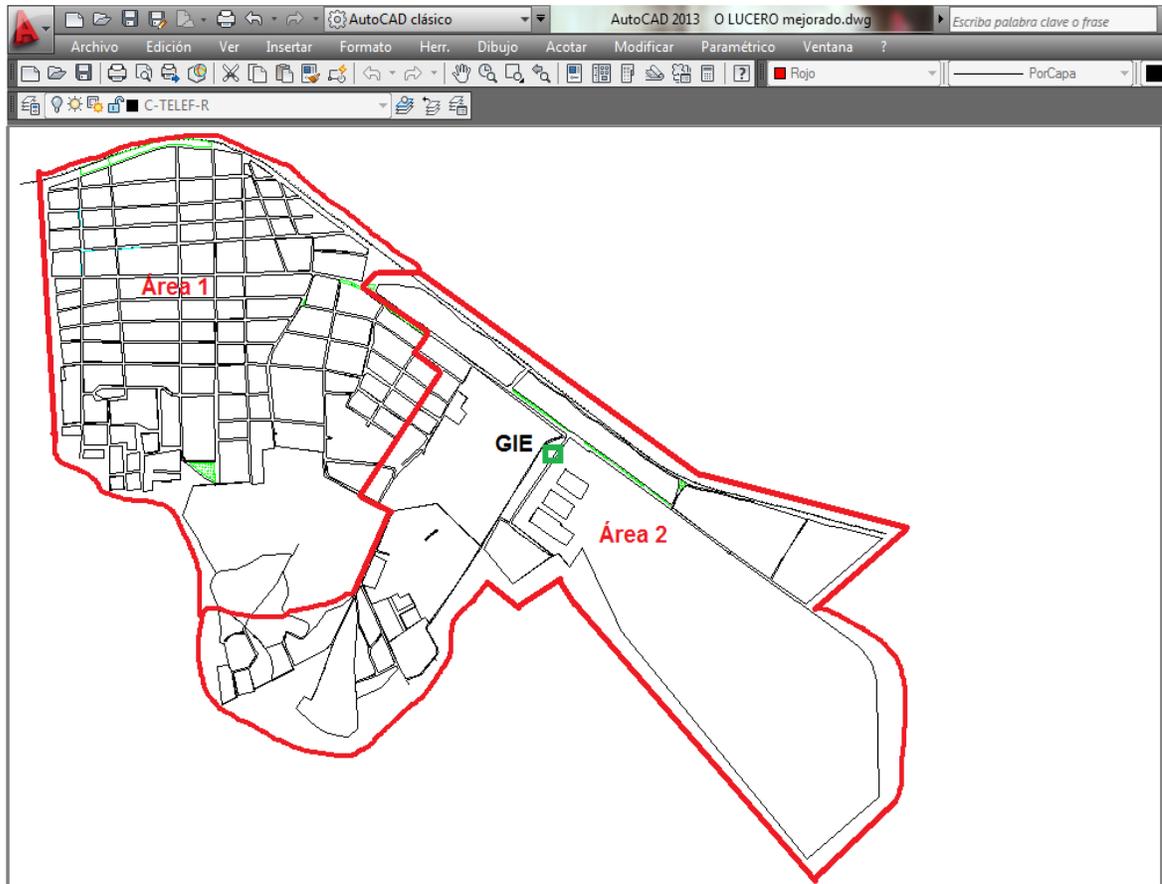


Figura 3.2. Área básica de la central.

3.4.2 Red de acceso del Área 1

El gabinete será ubicado del lado izquierdo de la entrada principal del combinado lácteo a pocos metros de la carretera central y se identificará con el nombre OL-1A. Se escogió esta ubicación porque es la que permiten de forma más fácil, hacer una distribución radial de la red de cable, más cercana al abonado, empleando la menor cantidad posible de recursos, y con ello mantener los parámetros eléctricos en norma para la prestación de servicios de voz y datos. A la hora de escoger el lugar de implantación del equipamiento también se tuvo en cuenta que la distancia máxima entre el MDF y las Cajas terminales no exceda los 4,2 km y que el terreno fuera estatal para protegerlos de actos vandálicos.

Para conectar la red de acceso con la central se propone utilizar el anillo de fibra que atraviesa el municipio y pasa por un registro cercano al gabinete. De dicho registro se sacará una traza enterrada de fibra de aproximadamente 0,015 km que llegará hasta el registro de mano que se debe construir en la entrada del gabinete, permitiendo así el

acceso de la fibra óptica. El tipo de cable a emplear es el de 12 FO para uso soterrado con protección metálica.

En la Figura 3.3 se muestra una vista aérea en AutoCAD del recorrido de la fibra desde la central hasta el gabinete a instalar. El cuadro rojo representa la ubicación de la central, el amarillo el área donde se instalará el gabinete y el verde la ubicación del registro donde se realizará el empate.

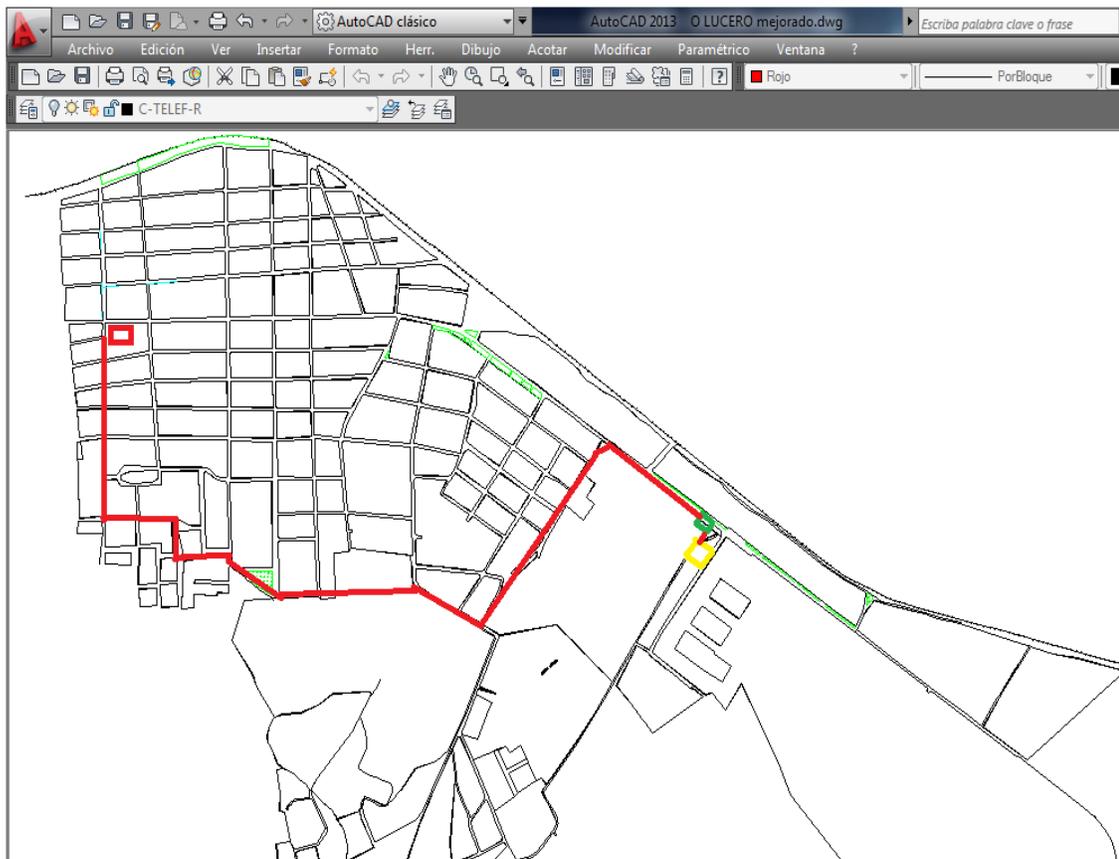


Figura 3.3. Vista aérea en AutoCAD del recorrido de la fibra óptica.

Huawei proporciona varios tipos de modelos MSAN para exteriores (*Outdoor*). En la Tabla 3.4 se presentan algunas características de estos gabinetes.

Tabla 3.4. Especificación de los gabinetes que pueden albergar al UA5000. (Fuente: [19])

Modelo	Tipo	Máximo de batidores	Máximo de puentes		
			POST	ADSL	POST + ADSL
ONU-F01D100	De acceso frontal al aire libre	Un HABL	160	96	48+48
ONU-F01D200	De acceso frontal al aire libre	Un HABD	384	384	192+48
ONU-F01D500	De acceso frontal al aire libre	Un HABD+ un HABF	960	960	480+48
ONU-F01D1000	De acceso frontal al aire libre	Un HABD+ un HABE+ un HABF	1408	1408	704+704

Gabinete inteligente para exterior.

En este trabajo se pretende emplear el gabinete ONU F01D500, el cual tiene una dimensión de 1200 x 1250 x 550 (H x W x D) en milímetros. Este modelo alberga la Unidad de Acceso Universal UA5000 para la construcción de la red de acceso, el mismo permite un máximo de dos bastidores donde uno funcionará como el amo (HABD) y el otro como un bastidor extendido (HABF), el cual va a estar controlado por el bastidor maestro. En estos dos bastidores se podrán colocar las tarjetas que permitirán las conexiones para dar el servicio de telefonía convencional pero también los servicios de ADLS2+ y SHDSL [19].

El ONU-F01D500 permite un máximo de 960 líneas POTS (800 a instalar), 960 líneas ADLS y 480+48 líneas POTS+ ADLS. Como ya se dijo la demanda será de 630 servicios, por lo que será necesario instalar 700 líneas, dejando 70 para mantenimiento (una por caja terminal), quedarían 100 líneas de reserva para futuro crecimiento de la red en esta parte del territorio. En la Figura 3.4 se muestra una vista parcial del gabinete, y la Figura A2.2 del Anexo 2, muestra las partes que lo componen.



Figura 3.4. Vista parcial de un gabinete F01D500. (Fuente: [19])

Especificaciones técnicas para el montaje e instalación del gabinete.

- ✓ Disponer de un área de terreno de 5 m x 6 m.
- ✓ En el nodo interior se considerará dos ambientes, uno para la ubicación de repartidores, canal de ingreso para cables de telecomunicaciones y otro para banco de baterías, racks y demás equipos activos.

Base de cemento (pedestal).

- ✓ Colocar paralelo a la calzada, completamente horizontal.
- ✓ Para construir la base de cemento que soportará un equipo ONU-F01D500 de marca HUAWEI se debe excavar una zanja de 2,85 m de largo x 0,80 m de ancho x 0,65 m de profundidad, junto a la cual se construirá un pozo de ingreso de cables de 0,60 m x 0,60 m x 0,60 m libres denominado pozo de cables; la tapa será de hormigón armado de 0,70 m x 0,70 m.
- ✓ Determinar si el bloque de cemento será en forma de L o longitudinal en base a la posición de la cámara telefónica. La cámara telefónica se ubicará frente al bloque de cemento o en el costado del bloque de cemento,
- ✓ Construir una base de hormigón de resistencia de 210 kg/cm² a los 28 días. Usar varillas de hierro cuya afluencia debe ser 4200 kg/cm².
- ✓ Terminar el bloque de cemento con una altura de 15 cm sobre el nivel de la acera horizontal o de 20 cm si el piso es de tierra.

Energía.

- ✓ Se energizará mediante la instalación de un contador de energía bifásico 110/120 V que será colocado en el poste más cercano a la base de cemento. Este contador de energía se colocará dentro una caja metálica instalada a 1,50 m del nivel de la acera. La misma incluirá además las protecciones termo magnéticas generales.
- ✓ Para la acometida eléctrica se deberá utilizar cable 8 AWG y deberá ser subterránea.

3.4.3 Red de distribución de cables del Área 1

En el MDF del gabinete OL-1A se representarán 700 pares que saldrán por el túnel de cables en 3 corazas de 200prs y 1 de 100prs hasta el poste que se encuentra al lado del registro de la fibra, donde se levantará un lateral con dos de los cables de 200 pares y el cable de 100 pares, el otro cables de 200 pares seguirá de forma soterrada hasta el poste que se encuentra en la acera opuesta y serán distribuidos por cables de 100, 50, 30, y 10prs por toda el área básica. En la Figura 3.5 se muestra una vista aérea en AutoCAD con rayas rojas la distribución de estos pares en tres direcciones y con rayas azules la parte del trayecto que se hará de forma soterrada.

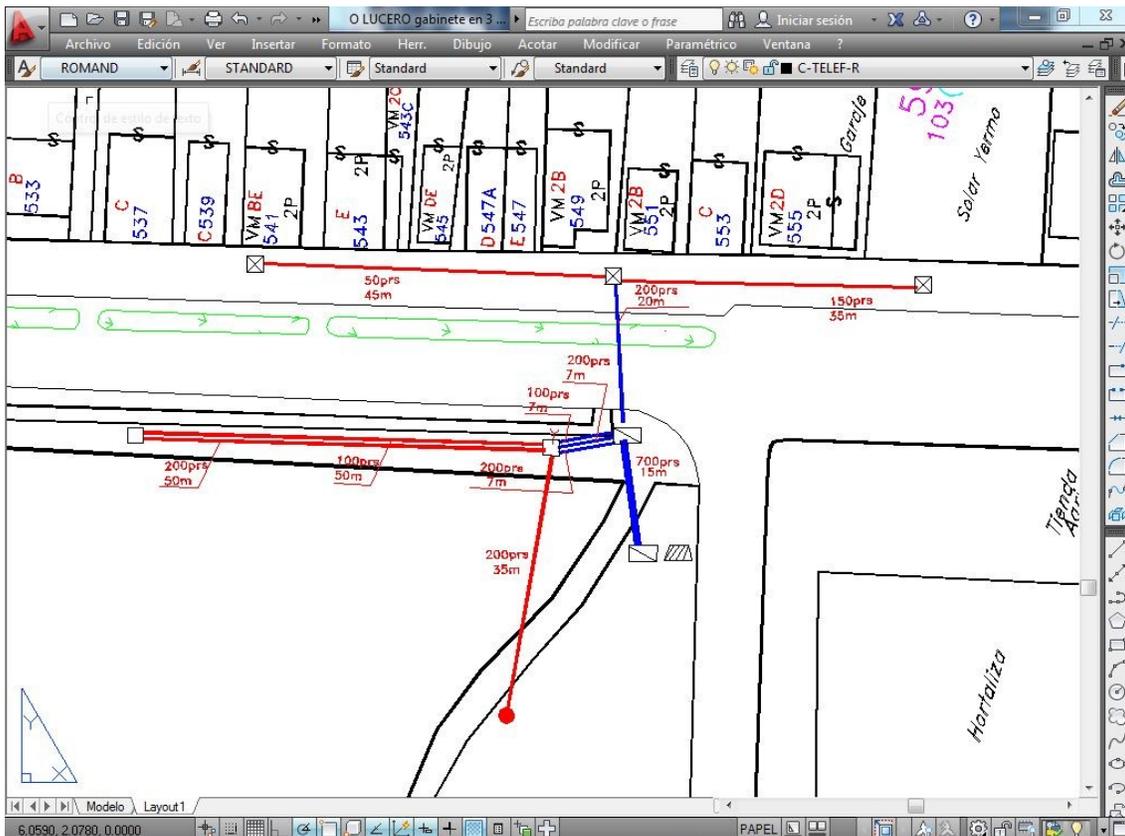


Figura 3.5. Distribución de los pares en tres direcciones.

El cable de 200 pares que se levanta en el poste de la acera opuesta a la del gabinete se le realizará una derivación (en dicho poste) con un cable de 100 pares y dos cables de 50 pares, uno de los cables de 50 pares será distribuido por toda la carretera central hasta calle C y parte de calle Carril, los otros 150 pares se repartirán por la carretera Central hacia la parte izquierda del gabinete, calle B, calle A y calle Carril, dando servicio en su trayecto al combinado cárnico y al combinado lácteo.

Uno de los cables de 200 pares que se levanta en el poste que está al lado del registro de la fibra, correrá hacia el reparto Frank País de forma aérea por rutas de postes nuevos que se deberán instalar, una distancia aproximada de 700 metros por toda calle 13 y subiendo calle 14 hasta la esquina de calle 11, donde se realizará un empate con un cable de 100 pares que irá hasta la esquina de calle 14 y República para ser distribuidos desde calle 1ra, calle 2da, calle 4ta, calle 6, calle 8, calle 10 y Lora Final; los 100 pares restantes serán repartidos en calle 3ra, calle 5ta, calle 7, calle 9, calle 11, calle 12, calle 13, calle 14, calle 16 y calle 18.

Al otro cable de 200 pares se le aplicará un empalme en la esquina de carretera Central y Tony Alomá, derivando dos cables de 50 pares y uno de 100 pares, uno de los cables de 50 pares cubriría las demandas en la manzana donde están ubicadas las instituciones del MININT; los 150 pares restantes serían distribuidos en la calle Tony Alomá y las calles perpendiculares, en nuevas rutas de postes que tendrán que ser instaladas.

El cable de 100 pares será distribuido en las partes de calle Carril y carretera Central comprendidas entre calle C y calle San Luis.

Para la distribución de esta parte será necesaria la instalación de rutas nuevas de poste, empleando alrededor de 1,8 km de corazas de cable, cuyo ramal más extenso no excede los mil metros de extensión. En la Figura 3.6 se muestra el diseño propuesto.



Existentes	Proyectados
○ Poste de madera ETECSA	● Poste de madera
□ Poste de cemento Etecsa	△ Terminal
● Poste de madera Empresa Eléctrica	○ Empate
■ Poste de cemento Empresa Eléctrica	— Cable CLA de 10, 30, 50, 100, 200 pares
△ Terminal	— Fibra Óptica
○ Empate	■ Registro
■ Registro	

Figura 3.6. Red propuesta para el Área 1.

3.4.4 Red de alimentación del Área 2

El primer criterio en el diseño de una red primaria es determinar el tipo de metodología constructiva que se va a utilizar, ya sea aérea o soterrada. A partir del levantamiento realizado se determinó la posibilidad de usar el soterrado que corre por calle Céspedes hasta el final de Lora, por el cual se encuentra instalada una coraza de 400 pares que soporta el cable 19 y cable 20, y al cual se le instalarán otros 200 pares pertenecientes al cable 18, que se levanta en la esquina de Céspedes y Martí y que será redistribuido. Será reutilizada además la parte de soterrado que porta la fibra que se encuentra desde Lora hasta la calle República Sur.

Los cables 9, 11, 12, 13 y 14 serán cortados para ser utilizados en otros consejos populares, pues gran parte de los terminales de estos corresponden a redes adyacentes; y el cable LD San Luis será eliminado.

Para la red de alimentación además de esta coraza de 600 pares será necesario instalar por el soterrado que sale frente al centro telefónico otras 3 corazas de 600 pares, las cuales irán hasta el registro 0 que ubicado frente al centro telefónico y hasta el registro 1 en la esquina de Céspedes y Martí; y hacia el registro 2 que se encuentra en la calle Céspedes se instalarán: 1 coraza de 800 pares; 2 corazas de 600 pares, 1 de 200 pares y 1 de 100 pares que saldrán por el soterrado ubicado en la parte lateral del centro telefónico, la Figura 3.9 muestra cómo quedaría la red de alimentación de esta área.

Otro aspecto a tener en cuenta es el calibre de los conductores de los cables, en este caso se escogen de 0,4 mm puesto que la distancia máxima de instalación no supera los 1,5 km. Si se hace un análisis de la atenuación que sufre la señal a esta distancia hay que tener en cuenta la contribución de los dos aparatos telefónicos que debe poseer como máximo un usuario (7 dB) más la red de distribución de cobre 1,5 dB, para un total de 8,5 dB valor que no supera los niveles máximos establecidos por la UIT que son de 8 a 12 dB. La Figura 3.7 muestra cómo quedaría la red de alimentación del Área 2

donde subirán para ser distribuidos en las calles paraíso y Ave. Libertad, dejando algunos pares en Calixto García y Aguilera; los otros 200 pares irán por la calle Callamo hasta Calixto García, donde serán distribuidos.

La coraza de 600 pares que sale frente al centro y la cual contiene los cables 18, 19 y 20 tiene un empate en la esquina de Céspedes y Martí, de donde se deriva 1 coraza de 400 pares y una de 200 pares que van a ser repartidos en las calles: Floro Vistel, Otto Parellada, Diego Estrada y Justo M. Carvajal.

A la coraza de 800 pares que sale del lateral del centro telefónico se le realiza un empate en el poste ubicado al lado del registro que se encuentra en Guillermón Moncada derivando 2 corazas de 400 pares que serán distribuidas, una en esta misma calle donde se levanta el lateral y la otra en la calle Rius Rivera.

Una de las corazas de 600 que sale por el lateral de la central deja 200 pares para ser distribuidos en la calle 27 de Diciembre y los otros 400 corren hasta los Cocos donde son repartidos. La otra de 600 va junto con la de 100 por todo el soterrado existente hasta la calle Lora donde se distribuyen la de 100 pares y 200 pares de la coraza de 600. Los otros 400 pares siguen por todo el soterrado hasta República Sur y son repartidos en toda el área comprendida entre República Sur y Salvador Pascual. La coraza de 200 pares que sale del centro es distribuida en la calle Floro Vistel. En la Figura 3.8 se muestra el diseño propuesto para el Área 2.

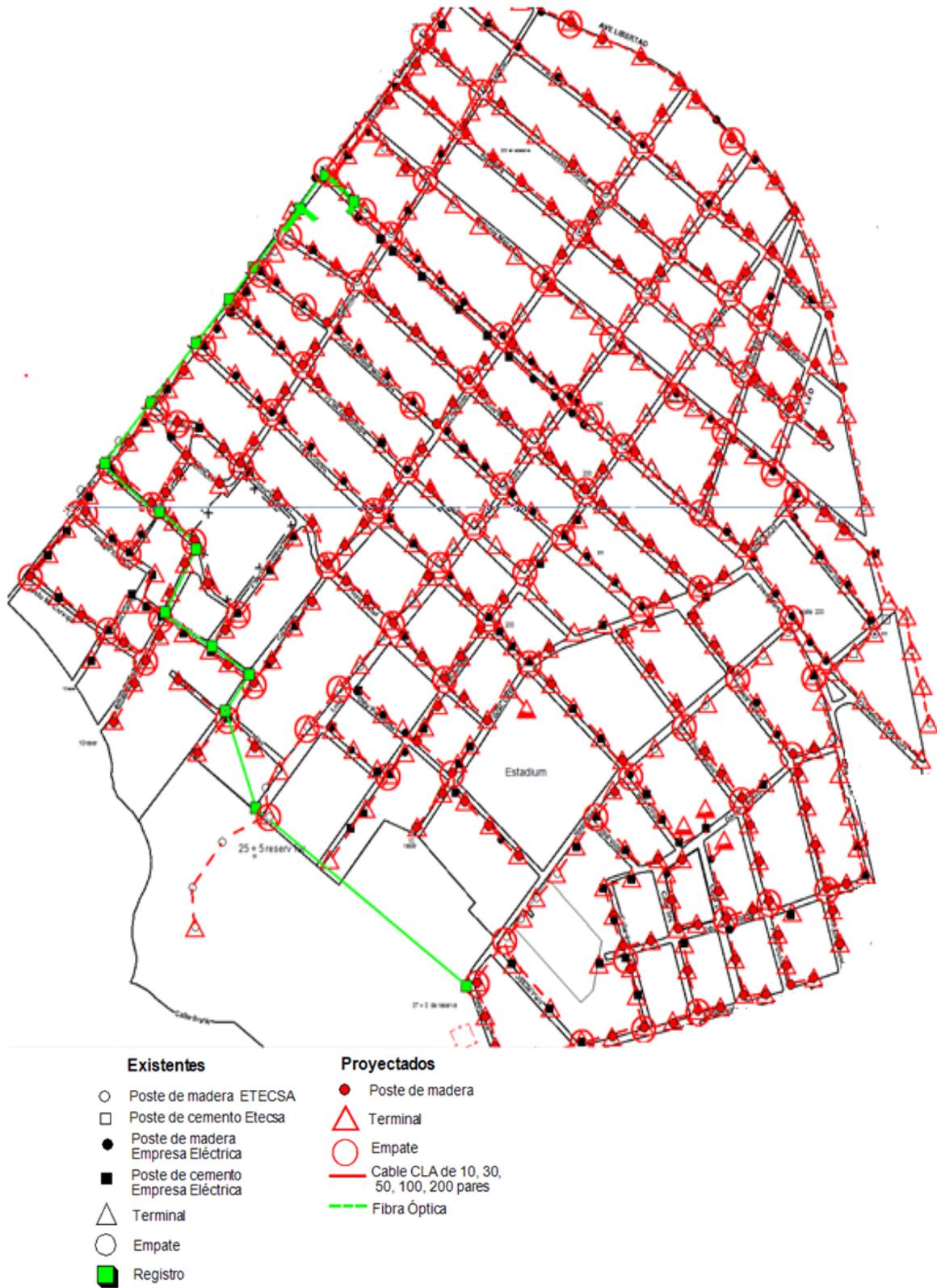


Figura 3.8. Red propuesta para el Área 2.

Luego de realizado este proyecto de planta externa en el consejo popular Oscar Lucero, los valores de densidad y penetración telefónica ascenderán de 5,2% a 37,28% y de 11,6% a 100% respectivamente; sobrepasando así la media provincial y cumpliendo con los objetivos de ETECSA para el país.

3.5 Valoración económica de la propuesta

La evaluación económico-financiera de un proyecto, hecha de acuerdo con criterios que comparan flujos de beneficios y costos, permite determinar si conviene realizar un proyecto, o sea si es o no rentable. Para ello se recomienda el uso de las siguientes medidas: Valor Actual Neto, Tasa Interna de Rentabilidad, Período de Recuperación e Índice de Rentabilidad.

La valoración económica realizada se centró en calcular el Valor Actual Neto (VAN), el cual tiene en cuenta la cronología de los ingresos y el valor del dinero en el tiempo, por lo que tiene un alto grado de confiabilidad. El mismo nos permitirá determinar cuáles serían los beneficios en un plazo de 10 años que traería el proyecto. Además de calcular el VAN se determinó el monto al que asciende la instalación y el tiempo en que se recuperaría la inversión.

Para conocer el monto del proyecto, valor que se muestra en la Tabla 3.5, es necesario un listado de los materiales y sus precios, el costo de la mano de obra y otros gastos, como se muestra en el Anexo 3.

Tabla 3.5 Costo del proyecto

Importe Global				
No.	Descripción	MN	CUC	USD
1	Importe de Materiales	-	-	277.342,29
2	Importes de Horas Labor	13331,23	-	-
3	Supervisión (16%) del Imp. Horas Labor	2133,00	-	-
4	Importe de Horas Motor	-	447,44	-
5	Seg. Social (23%) del Imp. Horas Labor	3066,18	-	-
6	Gasto Dietas y Hospedaje	-	33.690,00	-
7	Importe de Gasto Combustible	-	3.087,50	-
8	Suministros (10%) del Imp. Material	-	27.434,23	-
Total		18.530,41	37.224,94	277.342,29
		18.530,41MN	37.224,94CUC	249.608,061CUC
Importe Global		305363.411		

Los beneficios futuros se estimaron a partir del conocimiento de la cantidad de líneas a instalar, la previsión del mercado en el plazo de desarrollo del proyecto y los ingresos en moneda nacional (MN) y en moneda libremente convertible (CUC) que genera cada línea telefónica y cada línea de datos, valores que se exponen en la Tabla A3.7 del Anexo 3. En la Tabla 3.6 se muestran los ingresos anuales en MN y CUC que generará este proyecto. Dentro de los beneficios futuros se consideró además el impacto social que traería esta propuesta, que aunque no se representó en números, es un elemento principal en el país para decidir la implementación de este tipo de proyecto.

Tabla 3.6. Ingresos anuales del proyecto

Ingreso estimado anual en CUC	10 503,90
Ingreso estimado anual en CUP	5 166 369

Valor actual neto (VAN).

Se define como el valor actualizado del flujo de ingresos netos obtenidos durante la vida útil económica del proyecto a partir de la determinación por año de las entradas y salidas de divisas en efectivo, desde que se incurre en el primer gasto de inversión durante el proceso inversionista hasta que concluyen los años de operación o funcionamiento de la inversión.

$$VAN = (FC_0 * a_0) + (FC_1 * a_1) + \dots + (FC_j * a_j) + \dots + (FC_n * a_n) \quad (3.3)$$

$$o sea: VAN = \sum_{j=0}^n FC_j a_j \quad (3.4)$$

Donde:

- ✓ FC es la corriente de liquidez neta de un proyecto, o ingreso neto, positivo o negativo que se obtiene en los años 0,1, 2, 3,..., n.
- ✓ a es el factor de actualización en los años 1,2, 3,..., n, correspondiente a la tasa de actualización que se utilice.

Se parte del año cero porque se consideran desde los primeros gastos de inversión, es decir el análisis se realiza a partir del período de construcción.

Estableciendo una equivalencia entre las monedas de 1:1, es decir un CUP equivale a un CUC, y aplicando la actual tasa de cambio para el USD (1USD = 0,90CUC), se tendría que

el Valor Actual Neto para 10 años de beneficios del proyecto es 35 534 474,68 pesos, como este es un resultado positivo, significa que el proyecto es factible y por tanto debería aceptarse.

Luego de calculado el VAN se realiza el análisis del periodo en que se recuperará el capital, calculando los años que tarda un proyecto en recuperar el desembolso inicial. Este cálculo se realiza tomando el desembolso inicial (momento 0), con signo negativo y se le adiciona los flujos sucesivos que genera el proyecto, hasta que estos últimos lo cubran en su totalidad. Cuando esto ocurra habrá encontrado el número de años y fracción en que se recupera la inversión. Siguiendo estos pasos y considerando que el valor del dinero no variará en los próximos años, se obtiene que la inversión deba restituirse en aproximadamente 11 meses y 13 días.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- ✓ Del levantamiento realizado se comprobó que existe en el consejo popular Oscar Lucero una baja densidad telefónica (5,2%) y una baja penetración telefónica (11,6%).
- ✓ Se determinó además que la red presenta varios problemas en cuanto al cumplimiento de las normas técnicas, entre los que se encuentra: la no identificación de las cajas terminales y la ausencia de pares para mantenimiento.
- ✓ Una vez que se lleve a cabo el proyecto para mejorar la planta externa del consejo popular Oscar Lucero, la penetración telefónica aumentará hasta el 100 por ciento, y la densidad telefónica aumentará a un 37,28 por ciento; lo que permitirá mejorar la calidad de vida de esa comunidad.
- ✓ A través del proyecto realizado se pudo evidenciar que para áreas de grandes densidades poblacionales, que se encuentren cercanas a la central y sean poco extensas, la propuesta de una red CON-DIR, es más económica que una red flexible, soluciona el estado de la demanda y ofrece menor probabilidad de fallas.
- ✓ El uso de gabinetes permitirá mejorar las condiciones técnicas de la red y ofrecer los servicios tradicionales y los de banda ancha con la calidad requerida en las zonas más alejadas de la central, además posibilitará la migración hacia las redes de nueva generación (NGN).

Recomendaciones

Configurar el gabinete propuesto (ONU- F01D500), de manera que se puedan brindar los servicios de datos en esta área del consejo popular Oscar Lucero.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] A. Gutwert, B. Catania, R. D. Martí, M. G. Royo, "El teléfono en Cuba 1849–1959", La Habana: Sociedad Cubana de Historia de la Ciencia y la Tecnología, Empresa de Telecomunicaciones de Cuba S.A. 2004.
- [2] O. S. Cruz, "Planata Exterior. Empresa de Telecomunicaciones de Cuba S.A." Disponible en: <http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/electronica/.../IntroduPlantelExterior.pdf>, abril 2015.
- [3] A. K. Loo, "Manual de Curso Básico para Redes de Cable de Cobre," Empresa de Telecomunicaciones de Cuba S. A 2014.
- [4] A. C. Galán, "Fundamento básico de las Telecomunicaciones." Disponible en: <http://www.naser.cl/sitio/.../Manual%20Basico%20Telefonia%20Tradicional.pdf>, marzo 2015.
- [5] J. I. I. Pérez, "Levantamiento catastral de la planta externa de Andinatel S.A Agencia Napo y Orellana Central Tena, rutas Baeza y el Chaco, Universidad de Ambato, 2009". Disponible en: repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/306/t393e.pdf, marzo 2015.
- [6] D. R. P. Asencio, "Proyecto de red exterior de telecomunicaciones", Trabajo de diploma, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, 2010.
- [7] D.R López, "Proyecto de red exterior de telecomunicaciones", Trabajo de diploma, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, 2014.
- [8] O.P Guibert, "Proyecto de red exterior de telecomunicaciones", Trabajo de diploma, Universidad de Oriente, en Santiago de Cuba, 2014.
- [9] P. R. Rosero Narváez, "Diseño de la red primaria de la red primaria de la central de Ibarra de la CNT EP región 1 en fibra óptica," Escuela Politécnica Nacional de Quito, 2014. Disponible en: bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/7115/1/CD-5302.pdf, abri 2015.
- [10] ETEC UNC AT – 01:2004. " Elementos de operación y mantenimiento de la Planta Exterior para la Red de Abonados ". Norma obligatoria: Vigente a partir de: Junio/2004.
- [11] J. Feria, "Consulta Urbana del Plan General de Ordenamiento," Palma Soriano, noviembre de 2013.

- [12] G. Derek, " Información General sobre el MapInfo". Disponible en : resource.mapinfo.com/static/.../Informaci_General_sobre_MapInfo.pdf, mayo 2015.
- [13] Norma de empresa, ETEC V3 PE-03: 99, "Planta exterior, instalaciones de postes para cables de comunicaciones," Edición No: 1, 2000, ETEC V3 PE-03: 99.
- [14] Norma obligatoria ETEC V3PE-01:97, "Soterrado para cables de comunicaciones, requisito de proyectos," Edición No: 1.
- [15] Norma de empresa ETEC V3 PE-03: 99, "Instalaciones de postes para cables de comunicaciones". [2000].
- [16] Norma obligatoria ETEC DDAR PE-04:2002, "Red de distribución de cable de cobre de la planta".
- [17] Recommendation ITU-T L.19 (05/2010). "Multi-pair copper network cable supportin shared multiple services such as POST, ISDN and xDSL." Disponible en: <http://www.itu.int/rec/T-REC-L.19-201005-I/es>, junio 2015.
- [18] A. S. Losa, " Especialista Principal Desarrollo de la Red Cienfuegos. Curso sobre principios de Diseño de una Red Flexible de Cobre. Análisis de la demanda."
- [19] M. Rojas, "NGN Bearer Network Flow Calculation Examples, ISSUE1.0, HUAWEI TECHNOLOGIES CO, LTD. Empresa de Telecomunicaciones de Cuba S.A."

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Término	Inglés	Español
A		
ADSL	<i>Asymmetric Digital Subscriber Line</i>	Línea Digital de Subscriptor Asimétrica.
ASL	<i>Analogical Subscriber Line</i>	Línea de Subscriptor Analógico.
C		
C&C08		Tipo de conexión que brinda Huawei para centrales digitales.
CN4		Nodo de acceso para la transmisión de datos.
CONDIR		Conexión directa.
D		
DSLAM		Nodo de acceso para la transmisión de datos.
E		
ERD		Estructura de la Red Distribución.
ETECSA		Empresa de Telecomunicaciones de Cuba Sociedad Anónima.
G		
GIE		Gabinete Integral Exterior.
M		
MDF	<i>Main Distribution Frame</i>	Marco Distribución Principal.
MSAN	<i>MultiService Access Node</i>	Nodo de Acceso Multi Servicio.
NGN	<i>Next Generation Networks</i>	Redes de Próxima Generación.
O		
ODF	<i>Optical Distribution Frame</i>	Distribuidor de fibra óptica.
ONU	<i>Optical Network Unit</i>	Unidad de Red Óptico.
P		
POTS	<i>Plain Old Telephone Service</i>	Servicio Telefónico.
PSTN	<i>Public Switched Telephony Network</i>	Red Telefónica Pública Conmutada.
PVC	<i>Polyvinyl Chloride</i>	Policloruro de Vinilo.
R		
REA	<i>Rural Electrification Administration</i>	
RDSI	<i>Integrated Services Digital Networks</i>	Redes Digitales de Servicios Integrados.
S		
SHDSL	<i>Symmetric High Speed Digital Subscriber Line</i>	Línea de abonado Digital Simétrico de Alta Velocidad.
SIPREC		Sistema de Provisión y Reclamos de Clientes.
STM	<i>Synchronous Transport Modules</i>	Módulo de Transporte Síncrono.
T		

TDM	<i>Time Division Multiplexing</i>	Multiplexación por División en el Tiempo.
TFA		Telefonía Fija Alternativa.
U		
UIT	<i>International Telecommunications Union</i>	Unión Internacional de Telecomunicaciones.
URA		Unidad Remota de Abonados.
W		
WLL	<i>Wireless Local Loop</i>	Bucle Local Inalámbrico.
X		
xDSL	<i>x-type Digital Subscriber Line</i>	Línea de Abonado Digital.

ANEXOS

Anexo 1: Ocupación de pares.

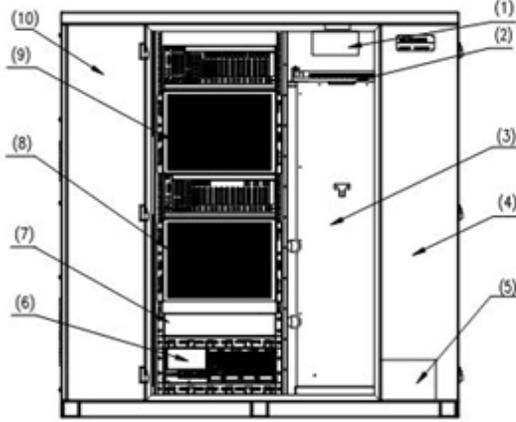
Tabla A1.1. Distribución de pares según el sector y cable a que pertenece.

Cable	Estatales	Residenciales	Públicas y CA
LD. San Luis	16	2	6
9	21	75	7
11	34	87	3
12	7	64	2
13	39	127	9
14	31	33	6
18	22	57	6
19	30	78	11
Total	200	523	50

Anexo 2: Equipamiento propuesto.

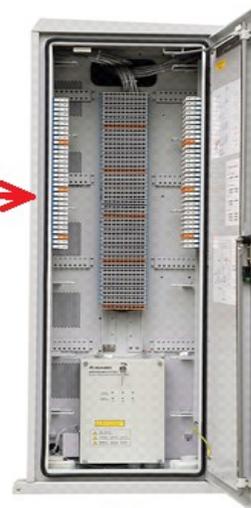


Figura A2.1. Caja terminal multiservicio de 10 pares.



- 1 Caja de monitoreo
- 2 ODF
- 3 Compartimiento de baterías (emplea 2 grupos de 75AH, 8hrs)
- 4 Compartimiento de MDF
- 5 Caja de prueba del relámpago o pararrayos
- 6 Alimentación GEPS4845
- 7 Equipo de transmisión
- 8 HABD (bastidor maestro)
- 9 HABF (bastidor esclavo)
- 10 Compartimiento de control de temperatura

HABF



MDF



ODF

Figura A2.2. Gabinete integral modelo ONU-F01D500.



Figura A2.3. Cable telefónico autoportado CLA.

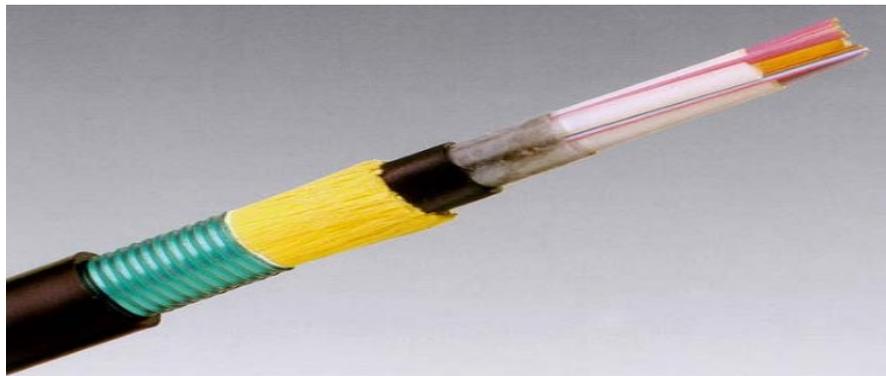


Figura A2.4. Cable de Fibra Óptica.

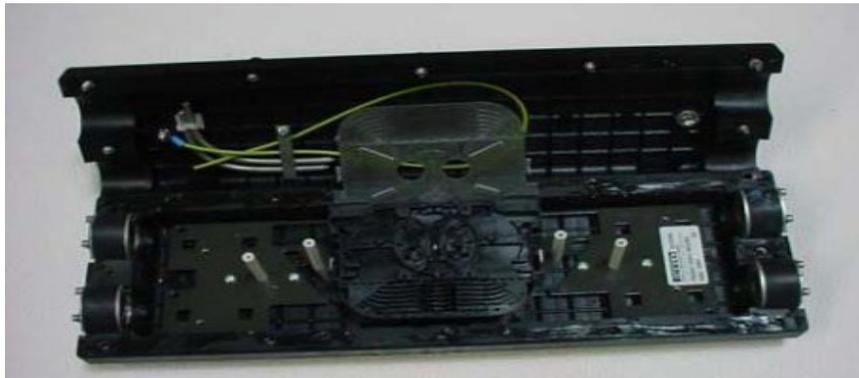


Figura A2.5. Empalme de Fibra Óptica.



Figura A2.6. Módulo de empate vertical Emyco.

Anexo 3: Tablas empleadas para calcular el importe global de la propuesta.

Tabla A3.1. Listado de materiales a utilizar.

LISTADO DE MATERIALES					
Código	Descripción	U/M	Cantidad Necesaria	Precio Unitario	Precio Total
2010170443	ONU/F01D/500	U	1	43.807,00	43807
2040370002	POSTE TELEF DE MADERA PRESERVADA DE 9.0 M	U	311	89,23	27750,53
2040210015	CABLE TELEFONICO CLA 800X2X0.4	M	115	30,55	3513,25
2040210010	CABLE TELEFONICO CLA 600X2X0.4	M	1127	21,37	24083,99
2040210411	CABLE TELEFONICO CLA 400X2X0.4	M	900	10,27	9243
2040210412	CABLE TELEFONICO CLA 200X2X0.4	M	4855	5,85	28401,75
2040210410	CABLE TELEFONICO CLA 100X2X0.4	M	9550	4,14	39537
2040210408	CABLE TELEFONICO CLA 50X2X0.4	M	9305	2,48	23076,4
2040210407	CABLE TELEFONICO CLA 30X2X0.4	M	3300	1,43	4719
2040210405	CABLE TELEFONICO CLA 10X2X0.4	M	5077	0,87	4416,99
2040340053	TORNILLO DE OJO RECT, 12X5/8 PLG	U	700	5,36	3752
2040340049	TUERCA BOLA OJO DIA 5/8 P/TORN D14X250MM	U	280	3,62	1013,6
2040340018	ARANDELA CUADRADA 2 X 2	U	355	0,34	120,7
2040330072	MORDAZA (3/4T) P/C AUTSOP (SENSOR=7mm)	U	720	4,38	3153,6
2040330074	MORDAZA (1.5T) P/C AUTSOP (SENSOR=10mm)	U	900	4,98	4482
2040332413	MORDAZA DE 3 TORNILLOS, PARA TENSOR, COMPLETA	U	100	5,41	541
2040310407	CAJA TERMINAL 10 PARES MULTISERV S/COLA	U	530	47,45	25148,5
2040334203	MODULO MUERTO P/ANCLA 1,5 X 0,2	U	208	48,3	10046,4
2040100010	CABLE ACERO GALVANIZADO 10 MM 3/8"	KG	720	2,72	1958,4
5040360004	TAPE PLASTICO 3/4X18	ROLLO	35	0,85	29,75
5040360017	TAPE DE GOMA 1" (25MM)	ROLLO	20	5,23	104,6
2040090003	ALAMBRE DE COBRE DESNUDO # 6 AWG	KG	334	3,07	1025,38
4020100554	BRIDA NYLON NATURAL 3,6 X 302	U	3000	0,05	150
2040330066	MODULO DE VARILLA DE TIERRA	U	120	14,9	1788
2040302479	MODULO EMPATE VERTICAL EMYCO 10-50P	U	30	29,03	870,9
2040302421	EMPATE VERTICAL EMYCO 50-100 PARES	U	25	28,28	707
2040302423	MODULO EMPATE VERTICAL EMYCO 100-200P	U	19	35,08	666,52
2040302425	MODULO EMPATE VERTICAL EMYCO 200-400P	U	13	44,3	575,9
2040302427	MODULO EMPATE VERTICAL EMYCO 400-600P	U	8	51,1	408,8
2041800207	CONECTOR BIMETALICO KSU-25 P/CABLE 1/0	U	185	2,73	505,05

Anexos

2040123003	PICABON VERDE SECO P RED SOT	U	37000	0,1	3700
2040310512	FLEJE ACERO INOXIDABLE DE 50M 10x4MM	U	26	21,81	567,06
2040310511	FLEJE ACERO INOXIDABLE DE 50M 10x4MM	U	12	44	528
2040310503	HEBILLA 10MM P/FLEJE EN PAQUETES 100U	U	12	15,05	180,6
2040310510	HEBILLA 20MM P/FLEJE EN PAQUETES 100U	U	12	30,73	368,76
4020107699	TERMINALES P/CABLE #10	U	8	0,17	1,36
2041800037	TORNILLO/COBRE/O/BRONCE/M8X30/C/T/A	U	27	2,37	63,99
5020010200	MANTA NYLON NEGRA DOBLE 200MM/160MICRAS	M	22	2,72	59,84
1042004013	CABLE PKESP 12FO MONOMODO G.652 SOTERRAD	M	15	1,24	18,6
1042000407	EMPALME DE 12/24/36 FO FOG/2000	U	1	273,31	273,31
2040151001	CLAVO P/CONCRETO DE 1 P	KG	4	2,8	11,2
5072000002	CEMENTO P350	BOL	7	4,64	32,48
5072000007	ARENA LAVADA	M3	0,16	16,09	2,5744
5072004803	PIEDRA 1/2"	M3	0,16	20,22	3,2352
5017093805	TUBERIA PVC 75MM P/CABLE SOTERRADO	KM	2	461,72	923,44
5016450017	PINTURA ACEITE CAOBA	L	3	3,61	10,83
OTROS	MATERIALES NO PREVISTOS Y/O VARIACIONES DE PRECIO				5000
TOTAL IMPORTE USD					277342,29

Tabla A3.2. Horas de Labor.

GRUPO L					
No	Actividad	U/M	Cantidad	Horas Unit.	Total Hrs
1	INSTALAR POSTE DE MADERA	U	311	3	933
2	ANCLAR POSTE DE MADERA	U	180	2	360
3	ATERRAR CABLE EN POSTE	U	120	5,6	672
4	PODAR ARBOL	U	2	1	2
5	INSTALAR CANAL DE CHAPA PARA LATERAL	U	10	3	30
6	INSTALAR CABLE AUTOSOPORTADO 10 PARES 0,4 mm, CLA 10x2x0.4	M	5077	0,12	609,24
7	INSTALAR CABLE AUTOSOPORTADO 30 PARES 0,4 mm, CLA 30x2x0.4	M	3300	0,12	396
8	INSTALAR CABLE AUTOSOPORTADO 50 PARES 0,4 mm, CLA 50x2x0.4	M	9305	0,12	1116,6

Anexos

9	INSTALAR CABLE AUTOSOPORTADO 100 PARES 0,4 mm, CLA 100x2x0.4	M	9550	0,12	1146
10	INSTALAR CABLE AUTOSOPORTADO 200 PARES 0,4 mm, CLA 200x2x0.4	M	4855	0,12	582,6
11	INSTALAR CABLE AUTOSOPORTADO 400 PARES 0,4 mm, CLA 400x2x0.4	M	900	0,12	108
12	INSTALAR CABLE AUTOSOPORTADO 600 PARES 0,4 mm, CLA 600x2x0.4	M	1127	0,12	135,24
13	INSTALAR CABLE AUTOSOPORTADO 800 PARES 0,4 mm, CLA 800x2x0.4	M	115	0,12	13,8
14	INSTALAR PROTECTOR EN LOS CRUCES ELÉCTRICOS.	M	150	0,25	37,5
Total					6141,98
GRUPO N					
No	Actividad	U/M	Cantidad	Horas Unit.	Total Hrs
1	EMPATE VERTICAL HASTA 100 PARES	U	55	3,6	198
2	EMPATE VERTICAL HASTA 200 P	U	19	4,8	91,2
3	EMPATE VERTICAL HASTA 400 P	U	13	6,3	81,9
4	EMPATE VERTICAL HASTA 600 P	U	8	8	64
5	TERMINAL MULTISERVICIO, 10 PARES, CON COLA	U	530	0,5	265
TOTAL					700,1

Tabla A3.3. Días de Labor y Viaje.

Grupo	Hrs Labor	Cant. Hbs.	Hrs. Hb.	Días Labor	Estdo. HrsVjeXHb	Ctd. Hbs. Lab	Hrs. Viaje Diario	Hrs. Viaje	Hrs. Lab y Vje.	Días Lab y Vje.
L	6141,98	7	52,50	116,99	0,41	6	2,46	287,80	6429,78	122,47
N	700,10	2	15,00	46,67	0,41	2	0,82	38,27	738,37	49,22

Grupo L - más 1 de imprevisto son 124 días

Grupo N – más 1 de improviso son 51 días

Tabla A3.4. Gastos y Salario.

Días de Labor y Viaje Efectivo					
No	Nombre del Grupo	U/M	Cant. Horas	Cant. Homb.	Días
1	Grupo L	Días	6429,78	7	124,00
2	Grupo N	Días	738,37	2	51,00
Total					175,00

Anexos

Importe de las Horas Labor y Viaje (MN)						
No	Nombre del Grupo	U/M	Precio	Cantidad	Importe	
1	Horas L	Horas	1,93	6141,98	11854,02	
2	Horas N	Horas	2,11	700,10	1477,21	
Total					13331,23	
Horas Motor (MLC)						
No	Brigada	Grupo	U/M	%	Cantidad	Horas
1	Brigada de Líneas	L	Horas	0,14	6141,98	859,88
2	Brigada de Empatadores	N	Horas	0,05	700,10	35,01
Total					894,88	
Gastos de Combustible (MLC)						
No	Brigada	Grupo	Litro	Precio	Importe	
1	Brigada de Líneas	L	2500	0,95	2375	
2	Brigada de Empatadores	N	750	0,95	712,50	
Total					3087,50	

Tabla A3.5. Dietas y Hospedaje.

Brigadas	Días	Cantidad Hbs	Importe Hospedaje	Importe Dieta	Importe
L	124	7	8680,00	17360,00	26.040,00
N	51	5	2550,00	5100,00	7.650,00
Total MLC					33.690,00

Tabla A3.6. Ingresos estimados del proyecto.

Datos Regionales	Cantidad de Habitantes	14 652
	Cantidad de Viviendas	4 496
Líneas Fijas en servicio luego de Inversión.	Total Líneas	4742
	Líneas MN	4667
	Líneas MLC	65
Promedio Ingreso Mensual x Línea en la zona	MN	92,25
	MLC	115,50
Líneas en servicio e Ingresos actuales Datos MLC	Conmutadas	15
	Dedicadas	0
	Ingreso Promedio Mensual Datos actual x Línea	199,76