



**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**DEPARTAMENTO DE TELECOMUNICACIONES Y ELECTRÓNICA**

## **TRABAJO DE DIPLOMA**

**“Propuesta para la implementación de gabinete integral  
en la red de telecomunicaciones en el municipio  
Cumanayagua”.**

**Autor: César Joaquín Jiménez Fernández.**

**Tutor: Ing. Reinier Ramírez Rojas.**

**Santa Clara**

**2010**

**"Año 52 de la Revolución".**

**Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas**

**Facultad de Ingeniería Eléctrica**

**Departamento de Telecomunicaciones y Electrónica**



## **TRABAJO DE DIPLOMA**

**“Propuesta para la implementación de gabinete integral  
en la red de telecomunicaciones en el municipio  
Cumanayagua”.**

**Autor: César Joaquín Jiménez Fernández.**

E-mail: [cm6cjj@frcuba.co.cu](mailto:cm6cjj@frcuba.co.cu)

**Tutor: Reinier Ramírez Rojas.**

E-mail: [reinier.ramirez@etecsa.cu](mailto:reinier.ramirez@etecsa.cu)

**Santa Clara**

**2010**

**"Año 52 de la Revolución".**



Hago constar que el presente trabajo de diploma fue realizado en la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas como parte de la culminación de estudios de la especialidad de Ingeniería en Telecomunicaciones y Electrónica, autorizando 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 de la Universidad.

---

Firma del Autor

Los abajo firmantes certificamos que el presente trabajo ha sido realizado según acuerdo de la dirección de nuestro centro y el mismo cumple con los requisitos que debe tener un trabajo de esta envergadura referido a la temática señalada.

---

Firma del Autor

---

Firma del Jefe de Departamento  
donde se defiende el trabajo

---

Firma del Responsable de  
Información Científico-Técnica

*PENSAMIENTO*

Todo hombre al venir a la tierra tiene derecho a que se le eduque y luego en pago contribuir a la educación de los demás.

JOSÉ MARTÍ.

# *AGRADECIMIENTOS*

Primero que todo, agradecerle eternamente a mi amigo y tutor Reinier Ramírez Rojas,  
porque a pesar de todas las dificultades siempre tuvo tiempo para mí.

Agradecer a mis padres su gran apoyo durante toda la carrera y a toda mi familia.

A todos los profesores, gracias.

# *DEDICATORIA*

A mis padres y a mi hermano.

*TAREA TÉCNICA*

# TAREA TÉCNICA

Con el siguiente trabajo se debe:

- Realizar una revisión de los métodos de análisis y diseño de redes de telecomunicaciones en el mundo y en Cuba.
- Investigar acerca de los procedimientos y metodologías utilizados y/o propuestos por los líderes del sector de las telecomunicaciones o instituciones de investigación del mismo.
- Investigar los procedimientos y metodologías actuales utilizadas en Cuba (Ciudad Habana, Santiago de Cuba, Villa Clara y Cienfuegos) para el hecho en cuestión.
- Confeccionar la propuesta de diseño óptimo, para la red de telecomunicaciones de la cabecera municipal de Cumanayagua; con los costos asociados y ventajas asociadas.

\_\_\_\_\_  
Firma del Autor

\_\_\_\_\_  
Firma del Tutor

*SÍNTESIS*

## SÍNTESIS

Realizar una propuesta para mejorar la configuración de la red a utilizar en el reparto Rafaelito en el municipio Cumanayagua ha sido la premisa de este trabajo.

En las Telecomunicaciones el diseño de las Redes ha constituido una de las especialidades dentro de la cual se han desarrollado grandes esfuerzos, junto a otras especialidades, para la obtención de algoritmos y métodos de análisis y diseño de Redes de Telecomunicaciones que permitan obtener configuraciones óptimas sobre soportes fiables y seguros.

En la Tesis se presenta un estudio sobre las diferentes técnicas y algoritmos tratados en las investigaciones de esta especialidad a nivel internacional así como los métodos utilizados en Cuba. Se realiza una contextualización al caso de estudio y se calcula el costo de cada una de las variantes a utilizar en dicha región, lográndose de esta forma una variante de red óptima. Se presentan las tres tecnologías posibles a utilizar y características principales.

El trabajo culmina brindando otras razones que reforzaron la decisión de escoger la variante tres como la óptima entre todas las demás y aportando una valiosa revisión del estado del arte en el desarrollo de métodos de diseño de redes así como resultados alentadores acerca de la topología de red a utilizar y de la tecnología en la red de acceso que permita asimilar la creciente demanda en el reparto Rafaelito.

# *TABLA DE CONTENIDO*

# TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO1. EL DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE REDES DE TELECOMUNICACIONES EN EL MUNDO Y EN CUBA UTILIZANDO TECNOLOGÍAS DE ACCESO.....	5
1.1 Evolución histórica de las redes de telecomunicaciones en el mundo.....	5
1.1.2 Estructura de la red de telecomunicaciones en Cuba.....	6
1.1.3 Diseño de redes de telecomunicaciones en Cuba.....	9
1.1.4 Actualidad tecnológica de Cienfuegos.....	10
1.1.5 Posibles tecnologías de acceso a implementar en Cumanayagua.....	11
CAPÍTULO2: CRITERIOS DE DISEÑO. ANÁLISIS DE VARIANTES.....	12
2.1 Estudio de la zona (Ciudad de Cumanayagua).....	12
2.2 Criterios de diseño.....	13
2.2.2 Calidad de servicios.....	13
2.2.3 Criterios económicos.....	14
2.2.4 Predicciones de tráfico.....	14
2.2.5 Optimización.....	14
2.2.6 Flexibilidad.....	15
2.3 Topología.....	15
2.4 Costos paramétricos.....	16
2.4.1 Costo de proyecto de la red y de las obras civiles. (Cp).....	16
2.4.2 Costo de certificación de la obra. (Ccert).....	16
2.4.3 Costo de instalación de la red. (Cinst).....	16

2.4.4 Costo de material de la red. (Cmat).....	17
2.5 Análisis de variantes.....	17
2.5.1 Localización y cálculo estimado de la demanda.....	17
2.5.2 Asignación de líneas.....	17
2.5.3 Análisis de las variantes con sus costos respectivos.....	17
CAPÍTULO 3. PRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN EN CUMANAYAGUA.....	26
3.1 Selección de la variante óptima.....	26
3.2 Presentación del Sistema.....	26
3.2.1 Características principales del gabinete integral.....	26
3.3 Características principales del CNE.....	28
3.3.1 Soluciones de acceso de ALCATEL 1000E10.....	29
3.4 Otras ventajas de la variante escogida.....	32
3.5 Nuestra propuesta sería.....	33
CONCLUSIONES.....	36
RECOMENDACIONES.....	37
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	41

# *INTRODUCCIÓN*

# INTRODUCCIÓN

Quedaron atrás los tiempos en que para comunicarse había que descolgar el manófono, esperar media hora y revisar a ver si el teléfono tenía tono. Con el desarrollo tecnológico y la diversificación de las vías de comunicación, en la actualidad, establecer una conversación telefónica se hace en segundos, además, no solo utilizamos el teléfono convencional, ya existen otras vías como son la telefonía celular que soporta incluso video llamadas, el correo electrónico y la Internet. Actualmente la mayoría de las centrales telefónicas de nuestro país son digitales, están conectadas entre sí por cables de fibras ópticas, en anillos y lazos redundantes que aseguran los enlaces en la complicada trama de las redes. El desarrollo de las tecnologías ha facilitado la comunicación alrededor del mundo, pero a la vez ha complejizado el proceso de su diseño y gestión.

El objetivo esencial de todo diseño es establecer y desarrollar las comunicaciones con la calidad que estas requieren y que a su vez es esperada por los usuarios, así como a un costo razonable para los mismos. De esta forma, una red bien planificada y diseñada debe ofrecer la flexibilidad necesaria para un crecimiento armónico.

Para realizar el diseño de una red se deben tener en cuenta las necesidades de los abonados, naturaleza, calidad, intensidad y distribución del tráfico, las limitaciones técnicas y operativas, posibilidades de los equipos y de la organización que explota la red, la distribución de costos de los distintos elementos de planta, vías y sistemas de transmisión, sistemas de conmutación, dispositivos de planta externa, el costo monetario y las posibilidades para ofrecer nuevos servicios. También se debe diseñar el soporte para las telecomunicaciones de forma tal que este resulte un organismo armónico capaz de ir incorporando, tanto los avances que la técnica vaya ofreciendo como las nuevas necesidades y servicios que los abonados vayan demandando.

Cuando se van a diseñar 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.

Con el presente trabajo, se examinará el estado del arte a nivel internacional en cuanto a diseño de redes de telecomunicaciones, la aplicación de la teoría de la investigación de operaciones y otros métodos desarrollados en el tema, así como se valorará lo que actualmente se hace en Cuba en cuanto al diseño y explotación de las redes de telecomunicaciones. Se hará una determinación de procedimientos para la obtención de información sobre demandas de tráfico a conducir y costos relacionados con la implementación práctica del diseño y finalmente se determinará la opción de diseño más óptima para el caso que se muestra y se analizarán sus características.

La problemática que se investigará en el presente trabajo será: ¿Cómo contribuir al aumento de la densidad telefónica en un reparto densamente poblado de la ciudad de Cumanayagua?

Cumpliendo con las normas de la empresa operadora y según el entorno en cuestión, además, este trabajo persigue como objetivo general: Proponer una estructura que brinde la posibilidad de instalar una tecnología de acceso que permita incrementar la densidad telefónica en un reparto de la antes mencionada ciudad, como alternativa económica, de rápida instalación y con bajos costos de mantenimiento.

De igual manera se persigue analizar en este trabajo la descripción de todo lo realizado hasta el momento en Cuba en relación al tema, o sea, el diseño teórico y la implementación de diversas tecnologías de acceso y en especial exponer las experiencias con los llamados “Gabinetes Integrales”, los beneficios que estos traen consigo, tanto sociales, para el pueblo, como tecnológicos y económicos, para la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba (ETECSA).

Se pretende estudiar físicamente el área del reparto “Rafaelito”, en el cual se centrará la propuesta de implementación de un Gabinete Integral; sus características socio-económicas (este reparto tiene una alta densidad poblacional y posee industrias y empresas de alta importancia, como son El Combinado Lácteo Escambray, la Empresa Municipal de Agricultura “EMA” y el Policlínico municipal) y de las telecomunicaciones actuales de la zona y posibles restricciones físicas para el diseño de variantes para la telecomunicación.

A partir de estos estudios se confeccionará una propuesta de diseño óptimo para la red de telecomunicaciones de la cabecera municipal de Cumanayagua, enfatizando en la ampliación en las telecomunicaciones del reparto “Rafaelito”; con los costos y ventajas asociadas.

Para el desarrollo de este trabajo ha sido necesaria la revisión de los métodos de análisis y diseño de redes de telecomunicaciones en el mundo y en Cuba. Investigando acerca de los procedimientos y metodologías utilizadas y/o propuestas por los líderes del sector de las telecomunicaciones e instituciones de investigación del ramo y la investigación de los procedimientos y metodologías actuales utilizadas en el país para escoger qué tipo de tecnología utilizar en cada caso en particular, todo esto mediante la revisión bibliográfica y la búsqueda de información especializada de forma automática. Se consultaron diversas revistas y libros actualizados sobre el tema y se emplearon las facilidades de Internet para localizar artículos especializados recientes e información sobre los proveedores de hardware y software (gestión).

Para el procesamiento de la información especializada, se aplicaron métodos de carácter teórico como el análisis y la síntesis y la inducción-deducción. Se empleó la investigación exploratoria sobre las tendencias que se han seguido en el mundo para la implementación de tecnologías de acceso en las redes de telecomunicaciones.

Para la formulación de la alternativa propuesta se empleó el enfoque sistémico al considerar los elementos tecnológicos implicados, como una totalidad de interrelaciones. Se hicieron entrevistas a especialistas de ETECSA y de la Universidad Central Marta Abreu de las Villas (UCLV) que poseen conocimientos sobre el tema para buscar criterios sobre la propia propuesta.

El trabajo se ha basado en el análisis del tráfico en las redes de telecomunicaciones, dicho estudio es importante para determinar el estado operacional de las mismas. La modelación del tráfico es necesaria para aprovisionar las redes, prediciendo la utilización de los recursos de las mismas, y para planear los futuros desarrollos y modificaciones que se pudieran hacer en éstas.

Con la ejecución de este proyecto se dan soluciones a problemáticas actuales de ETECSA vinculadas al diseño de redes de telecomunicaciones ya que posee una considerable importancia teórica y práctica, debido a que se recopila gran cantidad de información de actualidad científico-tecnológica de vital importancia para el desarrollo de sistemas de análisis de redes de telecomunicaciones, ofrece una alternativa capaz de facilitar el diseño de las redes de telecomunicaciones y prever su comportamiento en determinadas circunstancias, además, ésta posee una considerable utilidad para la futura capacitación de los trabajadores de ETECSA y otros profesionales de la esfera de las telecomunicaciones.

# *CAPÍTULO 1*

# **CAPÍTULO 1 EL DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE REDES DE TELECOMUNICACIONES EN EL MUNDO Y EN CUBA UTILIZANDO TECNOLOGÍAS DE ACCESO**

## **1.1 Evolución histórica de las redes de telecomunicaciones en el mundo.**

En el pasado siglo se inició el desarrollo de una gran variedad de redes para las comunicaciones. Las mismas rodean toda la Tierra. La radio, la televisión, la Internet y el teléfono permiten que millones de personas estén en contacto permanente salvando distancias de miles de kilómetros. Aunque no todos tienen acceso a estas tecnologías, comprenden la gran importancia que representan y directa o indirectamente se benefician con su existencia.

### **Desarrollo de la red de telecomunicaciones en el mundo.**

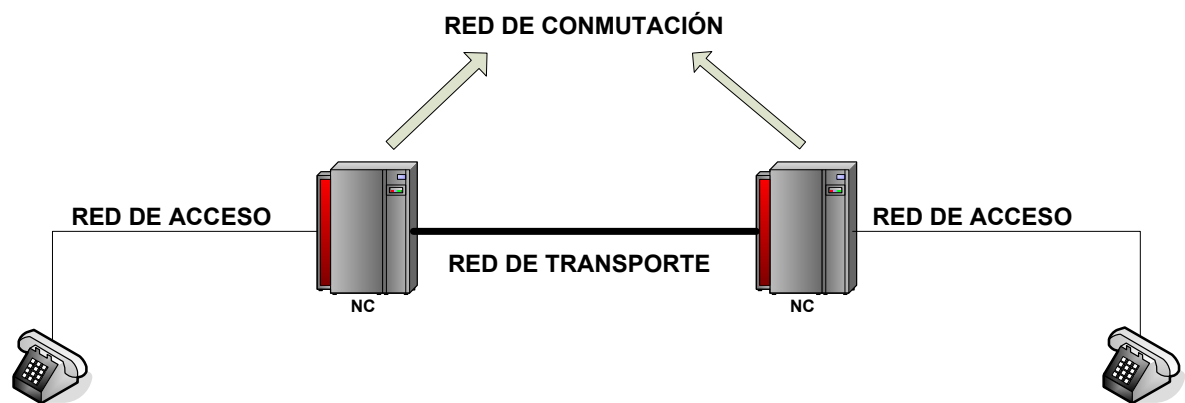
EL telégrafo fue uno de los primeros sistemas de comunicación que existió, el cual se utilizó para transmitir información mediante un código digital llamado código Morse, el mismo fue evolucionando hasta llegar a la transmisión de voz e imagen que se llevó a cabo inicialmente en forma analógica. En el siglo pasado aparece la primera computadora, por lo que la situación cambió notablemente pues las mismas surgieron como medios de almacenamiento y procesamiento de la información convirtiéndose en un elemento vital para el desarrollo de las redes.

Con el avance de las nuevas tecnologías las redes ya no son solo telefónicas sino que además aparecen las redes de datos y televisión. Con el de cursar del tiempo estas redes se han unificado hasta llegar a la llamada Red Digital de Servicios Integrados (RDSI) muy utilizada en el mundo desarrollado. Como medio físico de transporte surge la fibra óptica que ha propiciado una aceleración en el desarrollo de las redes dada su confiabilidad en la transmisión de datos, de voz así como de imagen además de su gran capacidad de ancho de banda.

### 1.1.2 Estructura de la red de telecomunicaciones en Cuba.

Una red de telecomunicaciones está dividida funcionalmente en tres partes:

1. Red de acceso.
2. Red de conmutación.
3. Red de transporte.



**Figura 1.1 Diagrama de la estructura de una red de telecomunicaciones**

#### ✓ Red de acceso:

La red de acceso es la ventana a través de la cual se sirven los usuarios de los servicios brindados por las operadoras. Está formada por los elementos que soportan los enlaces de telecomunicaciones entre los usuarios finales y el último nodo de la red. Entre sus principales componentes se encuentran los medios de comunicaciones y los elementos que realizan la adecuación de la señal a los mismos.

A pesar de que día a día los avances a nivel de las redes de comunicaciones tienden a crear una red única, más consistente, de alta capacidad de tráfico, con mayor inteligencia y con un excelente nivel de confiabilidad, la cual ofrezca los servicios de transmisión de voz, datos, video y más; el transporte de la información en la red de acceso representa una de las áreas donde continuamente se invierte gran cantidad de tiempo de diseño e investigación, a fin de crear equipos y técnicas más eficientes que permitan a los usuarios finales integrarse

a esta poderosa infraestructura de telecomunicaciones y aprovechar al máximo las ventajas y el ancho de banda que ofrece la red para satisfacer estas necesidades de información.

Entre las tecnologías aplicadas en la red de acceso se encuentran las técnicas xDSL, la fibra óptica, la tecnología inalámbrica, las redes híbridas y las tecnologías de VoIP.

### **Técnicas xDSL:**

Debido a las conocidas limitaciones que posee el par trenzado de cobre utilizado en la red telefónica tradicional como por ejemplo, su restringido ancho de banda, su pobre inmunidad al ruido eléctrico y su incapacidad de sustentar el creciente mercado de aplicaciones y servicios de valor añadido es que nace la tecnología DSL (*Digital Subscriber Line*).

A mediados del año 1999, comenzó a introducirse en el país las tecnologías xDSL, mediante una solicitud de ofertas a diferentes proveedores de estos servicios con el objetivo de dar servicio en lugares donde había insuficiencia de facilidades de planta exterior disponible y a Grandes Clientes que demandaban gran ancho de banda para cubrir sus necesidades en las operaciones diarias que realizaban.

Hubo respuestas de algunas firmas, como la ECI Telecom, Alcatel (Newbridge), Zyxel y Ericsson; de modo que se comenzaron a instalar de forma puntual equipos HDSL y SDSL. No se tiene conocimiento de la introducción en el país de la tecnología VDSL.

Debido a las necesidades de ancho de banda mencionadas anteriormente, y bajo el nombre “xDSL” (x Digital Subscriber Line), nacieron una serie de tecnologías que permiten utilizar la infraestructura de cobre de la red local telefónica existente para transmitir datos, audio y video en forma digital proporcionando mayores velocidades que la RDSI y los módems convencionales.

La familia de tecnologías xDSL (x Digital Subscriber Line) está conformada por: HDSL (High Speed DSL), SDSL (Single Pair DSL), IDSL (ISDN DSL), ADSL (Asymmetric DSL), RADSL (Rate Adaptative DSL) y VDSL (Very High Speed DSL). La “x” es un acrónimo que reemplaza a la letra que identifica la variación.

xDSL es el acrónimo que define esta familia de tecnologías de comunicación dentro de ella encontramos: HDSL (*High speed DSL*), VHDSL (*Very High speed DSL*), ADSL (*Asymmetric DSL*), SDSL (*Symmetrical DSL*), etc.

### **Fibra óptica.**

En el desarrollo de redes con soporte ópticos, las tecnologías aplicadas en los enlaces por fibra óptica son esencialmente dos:

- Redes ópticas pasivas (PON).
- Redes ópticas activas (APON).

Redes ópticas pasivas: pueden formar estructuras topológicas de redes en árbol, en anillo o en bus, con tecnología TDM/TDMA de multiplexado óptico pasivo y de rápida sincronización. Con el uso del demultiplexor óptico pasivo y los dispositivos opto-electrónicos, el sistema PON ha alcanzado una alta confiabilidad. Por las características de este sistema el mismo es aplicable en el acceso al servicio de banda estrecha al final de las redes de distribución en pequeñas zonas residenciales.

Redes ópticas activas: pueden formar estructuras topológicas de redes en árbol, en anillo o en bus. El ATM sobre las redes ópticas activas, combina el multiservicio, la capacidad de ATM de soportar una múltiple razón de bit, con la forma de transmisión de las redes ópticas pasivas. Su acceso al servicio es consistente en relación a como esté agrupada la red y toma todas las ventajas de la red de paquetes.

El sistema APON brinda señales de alta calidad. La extensión de los usuarios hacia una completa transmisión óptica requieren una red más confiable, fácil de expandirse y económicamente beneficiosa.

### ✓ **Red de conmutación.**

Es el conjunto de nodos de conmutación los cuales incluyen etapas de conmutación.

### 1.1.3 Diseño de redes de telecomunicaciones en Cuba.

El diseño de redes de telecomunicaciones en Cuba es ubicado dentro de la Ingeniería de Planta Exterior, la cual como especialidad se encuentra dentro de la Unidad de Negocios de Red como Subgerencia de la Gerencia de Proyectos de la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba, ETECSA.

Esta Subgerencia de Proyectos de Planta Exterior tiene dentro de sus funciones (División de Ejecución de Obras de ETECSA, 2008):

- ✓ Ejecutar y Controlar los Proyectos, anteproyectos y estudios de Planta Exterior a Nivel Nacional.
- ✓ Controlar la calidad de las Tareas Técnicas emitidas.
- ✓ Garantizar la ejecución del plan de producción, el cumplimiento de las normas, regulaciones e instrucciones técnicas de proyectos y emitir los controles necesarios.
- ✓ Controlar los Proyectos de corte de cables para nuevos MDF a instalar en las Centrales que se encuentran en digitalización, de instalación de cables troncales de fibra óptica (F.O) y de cobre, enterrados y soterrados; proyectos de distribución de cables locales, proyectos o tareas técnicas de soterrados telefónicos, de distribución interior en edificaciones complejas, proyectos de relevos de conductos telefónicos para garantizar nuevas instalaciones, de presurización de cables, entre otros.

Y diseña:

- Redes Flexibles de Cobre.
- Redes de Fibras Ópticas.
- Redes de Distribución Interior Telefónica.
- Cableado Estructurado.
- Redes de Cables Submarinos.
- Redes Soterradas y Enterradas.
- Sistemas de Presurización de Cables.

- MDF.

El proceso de diseño surge de la emisión de una tarea técnica la cual encierra los objetivos a conseguir en el proyecto ejecutivo, consultando la información previa almacenada en las bases de datos, la cual se confronta posteriormente con la realidad. Se analizan las diferentes variantes a proyectar con sus costos respectivos, donde se utilizan las infraestructuras existentes: viales, rutas, entre otros. Todo esto se hace con el objetivo de alcanzar una red óptima acorde a las condiciones existentes.

### **1.1.4 Actualidad tecnológica de Cienfuegos.**

Antes de la digitalización del nodo principal de Telecomunicaciones de Cienfuegos el 27 de Octubre del 2001, la situación de la red de cables del mismo con sus nodos asociados dentro de la cabecera provincial era caótica. El nodo principal era tecnología paso a paso (Rotary) y su central de tránsito asociada (Tándem) ATZ-65. El nodo Terminal de Zona Industrial, situado aproximadamente a 3,3 Km, se encontraba enlazado al nodo principal mediante un cable de polietileno de 600 pares como soporte fundamental, el cual por el incremento de servicios durante el tiempo de explotación se encontraba saturado. El nodo Terminal de Caonao situado a 5,4 km, se encontraba enlazado mediante un cable de polietileno de 200 pares al nodo de Zona industrial, del cual se utilizaban 100 pares para distribución local de Zona Industrial. Este enlace no poseía las características técnicas que posibilitara una calidad de servicio de excelencia. El nodo de Rancho Luna, ATZ-64, situado a 17 Km, era enlazado mediante cable de cuadretes de cobre el cual sufría múltiples interrupciones y era costosa su operación y mantenimiento

En el proceso de planeamiento de la digitalización del territorio, se estudian las posibilidades del cambio tecnológico de estos nodos así como las de sus respectivos enlaces. Luego, se toma la determinación de sustituir el nodo principal de Cienfuegos y su central Tándem por seis CSNHD / 1000E10 de ALCATEL, el nodo Terminal ATZ-65 de Zona Industrial por dos CSNHD / 1000E10 de ALCATEL, enlazados estos mediante un cable de fibra óptica. Así también, dada la crítica situación de Caonao, se determina la sustitución de la ATZ-64 existente, por el Terminal HONET de Huawei enlazado al nodo

principal mediante un cable de fibra óptica, eliminándose de esta forma el enlace por cobre y reutilizándose el mismo para distribución local en las respectivas áreas de servicio de los nodos terminales. Además, dada la importancia del nodo Terminal de Zona Industrial y otros intereses del territorio, se determinó enlazar dicho nodo al nodo principal mediante un segundo cable de fibra óptica que brindara la posibilidad de camino de resguardo.

El nodo de Rancho Luna es eliminado junto a su enlace de cobre, y se incorporan los servicios de este a un sector del sistema inalámbrico ALCATEL 9800 (WLL).

Los enlaces entre centrales (URA o 1000E10) de los municipios son mediante fibra óptica.

Desde el poblado de La Sierrita la conexión se realiza mediante un radio enlace.

La tecnología xDSL se utiliza para la transmisión de datos, por ejemplo: la Corresponsalía de Televisión y la Emisora de Radio Cumanayagua reciben el servicio de navegación por Internet y correo electrónico a través de enlaces ADSL con tecnología Huawei con velocidades de transmisión de 2Mbps y 256Kbps respectivamente. Otro ejemplo lo constituye el enlace de la pizarra del Combinado Lácteo Escambray, esta se conecta a la Central Digital a través de un “flujo” (2Mbps, o sea 30 canales) con tecnología SHDSL.

### **1.1.5 Posibles tecnologías de acceso a implementar en Cumanayagua.**

En el municipio Cumanayagua existen en la actualidad varias tecnologías de acceso como son sistema WLL, TRASA, transmisión por fibra óptica, tecnologías xDSL, entre otras.

Nuestro trabajo está encaminado a proponer variantes de implementación de este tipo de tecnologías en el casco urbano, en especial en el reparto Rafaelito. Escogemos este reparto porque es en el que existen mayores industrias y además está ubicado el Policlínico de Cumanayagua y una considerable cantidad de viviendas.

## *CAPÍTULO 2*

## CAPÍTULO 2 CRITERIOS DE DISEÑO. ANÁLISIS DE VARIANTES

### 2.1 Estudio de la zona (Ciudad de Cumanayagua).

En el diseño de la red de telecomunicaciones, es muy importante conocer las condiciones del lugar donde ésta se va a implementar. Esto se logra examinando los datos guardados al respecto o mediante la inspección física del terreno.

Para facilitar el estudio, se ha dividido la ciudad en Consejos Populares los cuales ya estaban prefijados por la Dirección Municipal de Planificación. Específicamente nuestro trabajo está encaminado a mejorar las redes de acceso en el reparto Rafaelito ya que es una zona de muy baja densidad telefónica, con una población en asenso superior a los (7000 habitantes). En el mismo se encuentran importantes empresas así como el Policlínico Municipal. (Figura 2.1)

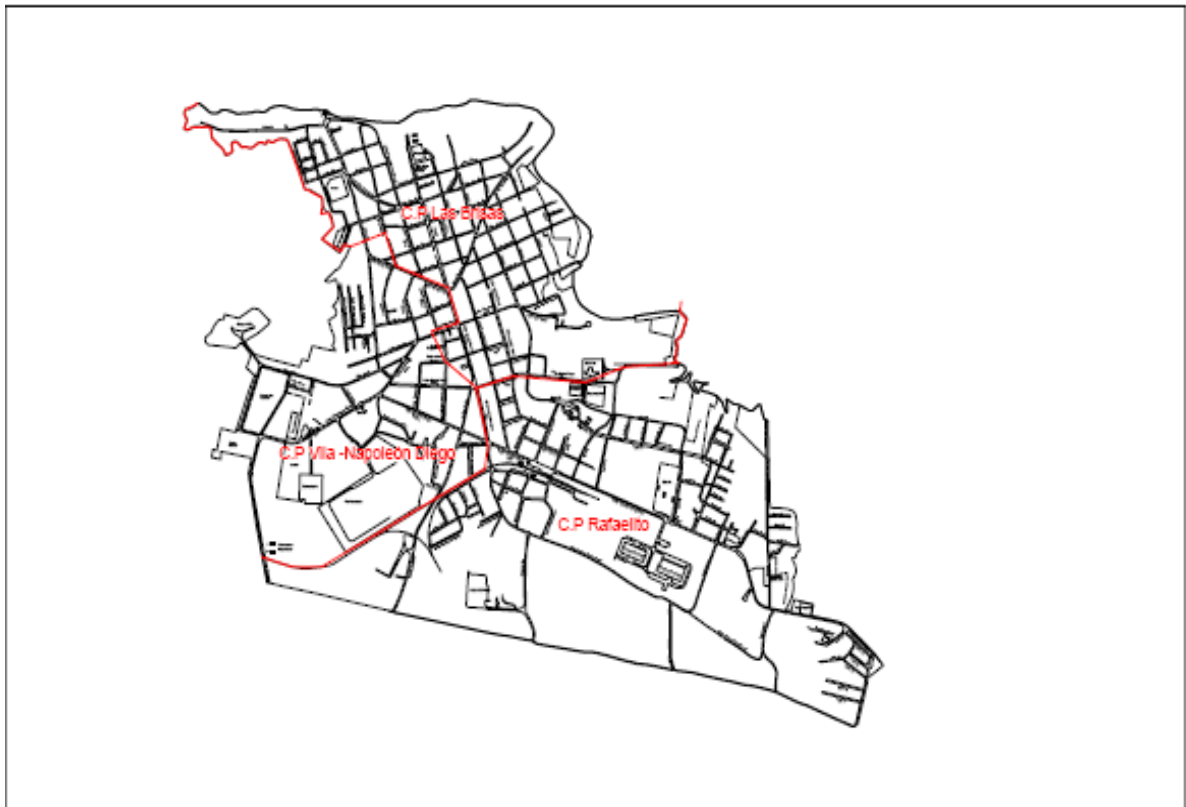


Figura 2.1 Zona de estudio (Cabecera Municipal: Cumanayagua).

### **2.2 Criterios de diseño.**

La red de telecomunicación es un ente con características bien definidas. Ante todo, debe tenerse presente que se trata de un sistema en permanente funcionamiento, que da servicio a una demanda dispersa, y generalmente creciente. La red es, por lo tanto, algo “vivo” y cambiante (Lera y Caballero, 1989).

El diseño tiene como fin la determinación de una serie de acciones sobre el objeto de estudio, de forma que se optimice una función objetivo en el entorno (variante a implementar), definidas por unas restricciones conocidas (costos).

#### **2.2.2 Calidad de servicios.**

La calidad de servicio reclamada por los usuarios es algo a tomar muy en cuenta cuando se dispone a realizar un diseño o planificación de una determinada red de telecomunicaciones.

En ocasiones coincide con el objetivo perseguido en el propio estudio de diseño.

La calidad de servicio debe estar perfectamente definida y ser cuantificable.

Por calidad de servicio pueden entenderse diferentes conceptos, tales como:

- ✓ Prestaciones de la red (diversidad de servicios, posibilidades ofrecidas al usuario)
- ✓ Operatividad de la red.
- ✓ Fiabilidad del servicio.
- ✓ Calidad de transmisión.
- ✓ Disponibilidad del servicio (grado de servicio, disponibilidad de equipos, características de propagación).

### 2.2.3 Criterios económicos.

Cuando se va a realizar un estudio de las diferentes soluciones técnicas para establecer una red de telecomunicaciones, es necesario tener en cuenta el efecto económico de las mismas de forma tal que este análisis permita a los diseñadores seleccionar en cada caso la más adecuada.

Para efectuar estos estudios económicos hay que partir de los costos de los elementos de “planta” (equipamiento tecnológico) que conforman las posibles opciones.

En general conviene dividir el costo de los diversos equipos en dos categorías principales:

- Inversión o costo inicial.
- Explotación o cargas anuales.

Las inversiones vienen definidas por los gastos que se hacen de una sola vez, destinados a la adquisición de equipos con su correspondiente soporte lógico e infraestructura, cuya característica principal a efectos económicos es que su vida suele ser larga. Los costos de explotación o cargas anuales son los gastos asociados a la operación y mantenimiento de los equipos, incluyéndose también en esta partida los sueldos del personal, las piezas de repuesto y todos los equipos perecederos (material pequeño o sensible, etc.).

### 2.2.4 Predicciones de tráfico.

Tanto la predicción del número de terminales como del tráfico que originan y reciben es una etapa previa necesaria en la planificación de cualquier red.

El principal objetivo de las predicciones es facilitar a los planificadores de la red las estimaciones previas de la demanda futura de equipos y facilidades de telecomunicación, tratando de responder a las conocidas preguntas de ¿cuándo?, ¿dónde? y ¿cuánto? con la debida antelación. Las necesidades de tráfico se deben expresar en “Erlangs”. El tráfico no es más que el volumen de servicio requerido por los usuarios.

### 2.2.5 Optimización.

A la hora de realizar el diseño y dimensionamiento de una red, se debe contar con el mayor número de variantes posibles que brinden solución al problema en cuestión y cumplan con

el objetivo deseado: satisfacer una demanda prevista con una determinada calidad de servicio.

Es característico de este proceso, el encontrar en ocasiones, notables diferencias entre los costos de las variantes implicadas.

Con la optimización del proyecto y por ende de la red, se busca una selección de la variante más económica que le brinde respuesta a una situación específica.

### **2.2.6 Flexibilidad.**

Flexibilidad de una solución del problema de optimización de la red debe entenderse como la capacidad de adaptación al cambio de condicionamientos y de necesidades.

En una determinada red, la flexibilidad está compuesta por dos aspectos esenciales: el técnico, que está referido a las dificultades técnicas para el cambio de condicionantes y el económico, que toma en cuenta el gasto (costo) incurrido para este proceso de adaptación.

En la práctica, el primer aspecto es parte del segundo.

### **2.3 Topología.**

La necesidad de crear una estructura que facilite la comunicación entre terminales, con el fin de compartir e intercambiar información, dando origen al establecimiento de los medios adecuados como cables, equipos, *software* de comunicación, viniendo a constituir lo que se denomina topología de red.

La topología de redes, no va a ser más que la estructura que conforma a los diferentes tipos de redes, los cuales se crean con el objetivo de mejorar su confiabilidad, velocidad y control del flujo de información que se genera y mueve en la red, evitando a toda costa, la congestión y la pérdida de información, esto define a los diferentes tipos de redes.

Existen varios tipos de topologías, definidas por su forma geométrica como son: estrella, anillo, bus, árbol y malla, así como también combinaciones de estas.

### 2.4 Costos paramétricos.

El costo de ejecución de una obra de planta exterior (División de Ejecución de Obras de ETECSA, 2008) por parte de la División Ejecutora (costo de dieta, hospedaje, combustible y otros gastos en USD), se mide para las actividades de:

1. Proyecto de la red y de las obras civiles ( $C_p$ ).
2. Certificación de la obra ( $C_{cert}$ ).
3. Instalación de la red ( $C_{Inst}$ ).
4. Construcción de las obras civiles.
5. Material de red relativo a red en cobre y a red óptica ( $C_{mat}$ ).

#### 2.4.1 Costo de proyecto de la red y de las obras civiles. ( $C_p$ )

La evaluación paramétrica del costo del proyecto se obtiene multiplicando las cantidades de un proyecto (km cable de red primaria y secundaria y km soterrado para la red de cobre, km cable y km enterrado para la red óptica) por los costos unitarios indicados en el anexo número uno.

#### 2.4.2 Costo de certificación de la obra. ( $C_{cert}$ )

La evaluación paramétrica del costo de certificación de la obra se obtiene multiplicando las cantidades de km cable (red primaria + red secundaria) y km soterrado (soterrado principal más acometidas laterales) para la red de cobre, km cable y km enterrado para la red óptica, por los costos unitarios indicados en el anexo número tres.

#### 2.4.3 Costo de instalación de la red. ( $C_{Inst}$ ).

La evaluación paramétrica del costo de instalación (red en cobre y óptica) por parte de la División Ejecutora de la Empresa se obtiene multiplicando las cantidades de Km de cable (primario y secundario para la red en cobre aérea, Km de red óptica soterrada, enterrada y aérea), por los costos unitarios indicados en el anexo número dos.

### **2.4.4 Costo de material de la red. (Cmat).**

La evaluación del costo del material de red se obtiene, multiplicando la cantidad aproximada en metros de los materiales fundamentales necesarios para la ejecución de la Obra por parte de la de la División Ejecutora por los costos unitarios indicados en el anexo número cuatro.

### **2.5 Análisis de variantes.**

Teniendo en cuenta los objetivos del trabajo en cuestión, se procede al cálculo de variantes que generarán diversas propuestas de diseño, y en las cuales se hará una evaluación en cuanto a costos estimados de las soluciones para los requerimientos de la zona de estudio.

En este análisis se seguirá la metodología para la evaluación de una obra de planta exterior en la fase de Planeamiento Operativo.

#### **2.5.1 Localización y cálculo estimado de la demanda.**

La determinación de la demanda de líneas en el área establecida es un dato fundamental a la hora de diseñar la red en cuestión. Con la demanda localizada se podrá determinar qué tipos de soportes, cantidades de cables, ya sea fibra óptica o cobre deberá poseer la red en cuestión.

El área de estudio posee una demanda real dispersa en todo el reparto que es de 370 teléfonos de los cuales 35 pertenecen a empresas y policlínico.

#### **2.5.2 Asignación de líneas.**

La asignación de líneas se realizará proporcional a la demanda de cada Comité de Defensa de la Revolución (CDR) presente en la zona de estudio.

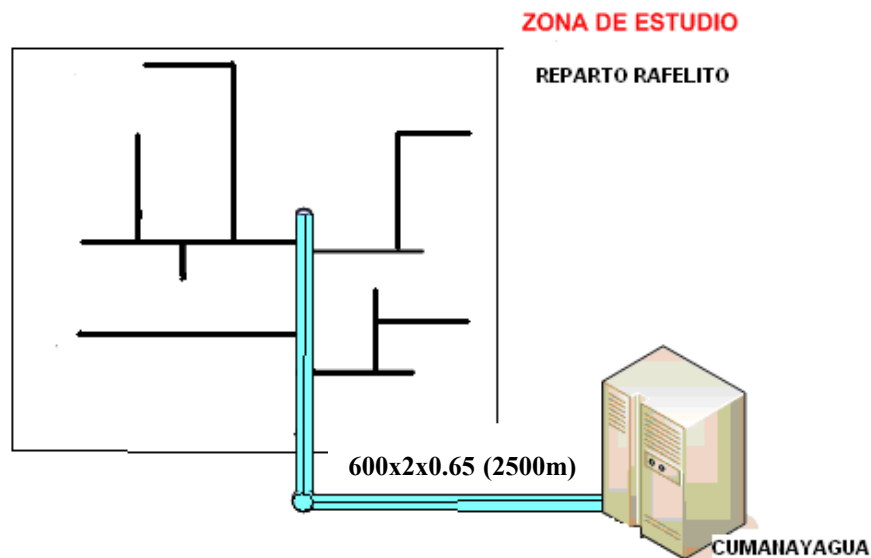
En la cual existen aproximadamente tres teléfonos por CDR y la propuesta es de aumentar la cantidad de los mismos a no menos de seis por CDR.

### 2.5.3 Análisis de las variantes con sus costos respectivos.

#### Variante 1

La primera variante consta de un cable aéreo de 600 pares calibre 0.65 mm que actuaría como suscriptor lejano desde el Centro de Telecomunicaciones de Cumanayagua hasta el reparto Rafaelito.

Geográficamente, estos lugares se encuentran separados a una distancia aproximada de 2500m y distribución de 3000 m de cable aéreo como red local.



**Figura 2.2 Estructura de la Variante 1.**

En esta primera variante la demanda sería satisfecha con abonados locales de la Central de Cumanayagua, alambrados rígidamente a su distribuidor principal. (Sistemas, 2009)

Cálculo del costo total aproximado de la variante ( $C_{TTV}$ ).

$$C_p = 400.00 \text{ USD/Km} * 5.5 \text{ Km} = 2200.00 \text{ USD (Anexo1)}$$

$$C_{Inst} = C_{pr} + C_{sec} = (340.00 \text{ USD/Km} * 2.5 \text{ Km}) + (160.00 \text{ USD/Km} * 3.00 \text{ Km})$$

$$= 850.00 \text{ USD} + 480.00 \text{ USD} = 1330.00 \text{ USD (Anexo2)}$$

donde  $C_{pr}$ - Costo de la Red Primaria y  $C_{sec}$ -Costo de la Red Secundaria.

$$C_{cert} = 125.00 \text{ USD/Km} * 2.5 \text{ Km} = \mathbf{312.50 \text{ USD}} \text{ (Anexo3)}$$

$$C_{mat} = 54 \mathbf{556.00 \text{ USD}} \text{ (Anexo4)}$$

$$C_{TTV} = C_p + C_{Inst} + C_{cert} + C_{mat}$$

$$= 2\,200.00 \text{ USD} + 1\,330.00 \text{ USD} + 312.50 \text{ USD} + 54\,556.00 \text{ USD}$$

$$C_{TTV} = \mathbf{58\,398.5 \text{ USD}}$$

El costo total aproximado para implementar esta variante sería de **58 398.5 USD**

- **Análisis de la variante 1**

Esta solución de red posee grandes inconvenientes:

1. La capacidad instalada al asumir todos los servicios ( $370+200=570$ ), quedaría colmada, incapaz entonces de asumir las crecientes necesidades de la zona y traería consigo un gasto adicional, pues habría que comprar nuevas tarjetas para aumentar la capacidad de la Central, pues la misma ya está saturada.
2. Aún poseyendo una ruta de postera existente hasta el reparto, dicha ruta deberá ser modificada, disminuyéndose la distancia del vano mediante la inserción de nuevos postes, lo que incrementará sustancialmente el costo de la inversión por concepto de materiales e instalación.
3. Dada la distancia del Centro principal, las características de transmisión del cable y la distancia de separación del centro del asentamiento hacia los abonados, a estos no se le podrá garantizar una calidad de servicio adecuada.
4. Para abarcar la zona de estudio con 600 pares y lograr servir toda la demanda existente sería necesario la utilización de pares múltiples, técnica a erradicar por sus costos y tiempos de mantenimiento.

Como posibles elementos a su favor tendría:

1. No es necesaria la participación de personal de otras especialidades ajenas a la planta exterior ni la contratación de asistencia técnica (en caso necesario) para la implementación de la misma.

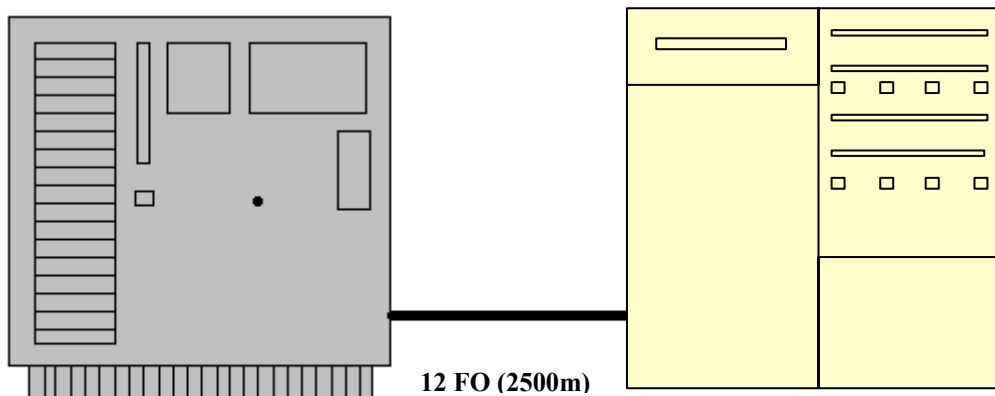
2. El cable se encuentra en existencia en los almacenes de ETECSA por lo que se ahorra tiempo en contratación y compra de equipamiento.

### Variante 2

Esta variante implica la instalación aérea de un cable de fibra óptica (FO) de 12 fibras desde la central de Cumanayagua hasta el reparto (2500m), como soporte de transmisión para un concentrador digital de abonados (DLC) tecnología HUAWEI China, como elemento de extensión, con una instalación inicial de 340 abonados y una red local de 600 pares.

CENTRAL CUMANAYAGUA

DCL(ONU) EN EL REPARTO



**Figura 2.3 Estructura de la Variante 2**

- **Costos de la variante 2**

El costo de esta variante lleva implícito por tanto:

Costo de Proyecto Red Óptica.

$$C_p = 16.00 \text{ USD/Km} * 2.5 \text{ Km} = \mathbf{40.0 \text{ USD}} \text{ (Anexo1)}$$

Costo de Proyecto de Red de Cobre.

$$C_p = 400.00 \text{ USD/Km} * 3.0 \text{ Km} = \mathbf{1200.00 \text{ USD}} \text{ (Anexo1)}$$

Costo de instalación de la red óptica.

$$C_i = 105.00 \text{ USD/Km} * 2.5 \text{ Km} = \mathbf{262.5 \text{ USD}} \text{ (Anexo2)}$$

Costo de instalación de la red de cobre.

$$C_{\text{Inst}} = C_{\text{pr}} + C_{\text{sec}} = (340.00 \text{ USD/Km} * 1.5 \text{ Km}) + (160.00 \text{ USD/Km} * 1.5 \text{ Km}) \\ = 510.00 \text{ USD} + 240.00 \text{ USD} = \mathbf{750.00 \text{ USD}} \text{ (Anexo2)}$$

Costo de certificación de la red óptica.

$$C_{\text{cert}} = 100.00 \text{ USD/Km} * 2.5 \text{ Km} = \mathbf{250.00 \text{ USD}} \text{ (Anexo3)}$$

Costo de certificación de la red de cobre.

$$C_{\text{cert}} = 125.00 \text{ USD/Km} * 3.0 \text{ Km} = \mathbf{375.00 \text{ USD}} \text{ (Anexo3)}$$

Costo de material de red óptica.

$$C_{\text{mat}} = 4.23 \text{ USD/m} * 2500 \text{ m} = \mathbf{10\ 575 \text{ USD}} \text{ (Anexo5)}$$

Costo de material de red de cobre.

$$C_{\text{mat}} = \mathbf{21\ 508.71 \text{ USD}}$$

Costo del DLC.

El costo promedio por línea con que se cotiza este tipo de tecnología es de 300.000 USD concluyendo entonces,

$$C_{\text{mat}} = 300.00 \text{ USD/lns} * 340 \text{ lns} = \mathbf{102000.0 \text{ USD}}$$

El costo total de la segunda variante sería:

$$C_{\text{TTV}} = C_p + C_{\text{Inst}} + C_{\text{cert}} + C_{\text{mat}}$$

$$C_{\text{TTV}} = \mathbf{147\ 161.21 \text{ USD}}$$

- **Análisis de la variante 2**

Inconvenientes que posee esta propuesta:

1. Su costo, el mismo es superior al de la variante antes analizada en 58697.61 USD.

2. Inserción de otro tipo de tecnología en la red (HUAWEI). La red de conmutación actual es de tecnología ALCATEL. Esta diferencia sería notable en la incompatibilidad de protocolos de enlace entre el DLC y el CSN ALCATEL que actúa como Central en Cumanayagua y la ocupación de líneas físicas instaladas en este lugar.
3. Precisaría de la asistencia técnica a la hora del montaje y la configuración del elemento de extensión.
4. El tiempo de ejecución de la propuesta dependería de los tiempos de contratación y puesta del equipamiento en almacenes de ETECSA por la empresa comercializadora de la tecnología.

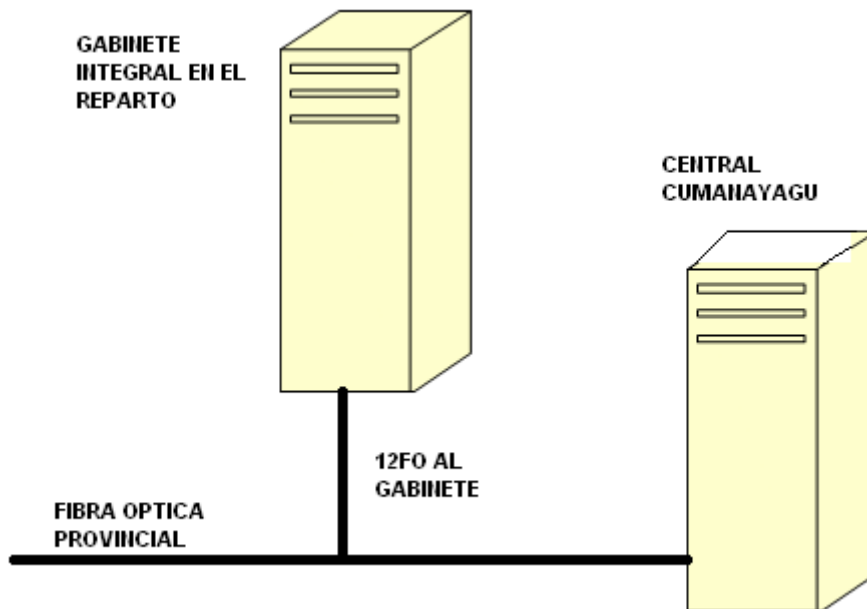
Entre las ventajas que esta variante posee se encuentran:

1. Es una red perfectamente escalable. El DLC se instalaría en un principio con 340 abonados pero si las condiciones de la demanda en la zona de estudio lo justificaran, este ampliaría su capacidad mediante la inserción de nuevas tarjetas hasta una capacidad máxima en el bastidor de 512 líneas.
2. La longitud de la red de cable (primaria) se reduciría sustancialmente, permitiendo la instalación de nuevos cables alimentadores para satisfacer la demanda.
3. Todos los abonados conectados al sistema tendrían una calidad de servicio óptima, pues el lazo de abonado se reduciría considerablemente.
4. Al ser la transmisión óptica en el sistema de extensión, la calidad, confiabilidad y seguridad de la comunicación está garantizada (SDH).
5. El sistema de extensión posee una amplísima gama de interfaces para los servicios que se han incorporado a la red de telecomunicaciones, tanto de banda ancha como de banda estrecha.

### Variante 3

En esta variante se utilizará un OUTDOOR ACSNMM CABINET de tecnología ALCATEL-LUCENT, conocido como Gabinete Integral; el cual se integra perfectamente a la red de conmutación existente en el municipio y la provincia. (Sistemas V. d., 2009)

Dicho gabinete se enlazará a la red provincial de fibra óptica que llega a la central de Cumanayagua utilizando un cable de fibra óptica como se analizó en la variante anterior (DLC) y poseerá también asociada una red de cable local de 3.0 Km. (Alcatel-Lucent, 2008)



**Figura 2.4 Estructura de la Variante 3**

El costo total de esta variante estaría dado por:

Costo de Proyecto Red Óptica. (Sistemas V. d., Tarea Técnica de Planta exterior para Outdoor de los Sitios, 2009)

$$C_p = 16.00 \text{ USD/Km} * 2.5 \text{ Km} = \mathbf{40.0 \text{ USD}} \text{ (Anexo1)}$$

Costo de Proyecto de Red de Cobre.

$$C_p = 400.00 \text{ USD/Km} * 3.0 \text{ Km} = \mathbf{1200.00 \text{ USD}} \text{ (Anexo1)}$$

Costo de instalación de la red óptica.

$$C_i = 105.00 \text{ USD/Km} * 2.5 \text{ Km} = \mathbf{262.5 \text{ USD}} \text{ (Anexo2)}$$

Costo de instalación de la red de cobre.

$$C_{\text{Inst}} = C_{\text{pr}} + C_{\text{sec}} = (340.00 \text{ USD/Km} * 1.5 \text{ Km}) + (160.00 \text{ USD/Km} * 1.5 \text{ Km}) \\ = 510.00 \text{ USD} + 240.00 \text{ USD} = \mathbf{750.00 \text{ USD}} \text{ (Anexo2)}$$

Costo de certificación de la red óptica.

$$C_{\text{cert}} = 100.00 \text{ USD/Km} * 2.5 \text{ Km} = \mathbf{250.00 \text{ USD}} \text{ (Anexo3)}$$

Costo de certificación de la red de cobre.

$$C_{\text{cert}} = 125.00 \text{ USD/Km} * 3.0 \text{ Km} = \mathbf{375.00 \text{ USD}} \text{ (Anexo3)}$$

Costo de material de red óptica.

$$C_{\text{mat}} = 4.23 \text{ USD/m} * 2500 \text{ m} = \mathbf{10575 \text{ USD}} \text{ (Anexo5)}$$

Costo de material de red de cobre.

$$C_{\text{mat}} = \mathbf{21\ 508.71 \text{ USD}}$$

Costo del gabinete

El costo promedio por línea con que se cotiza este tipo de tecnología es de 100.000 USD concluyendo entonces,

$$C_{\text{mat}} = 100.00 \text{ USD/lns} * 976 \text{ lns} = \mathbf{97600 \text{ USD}}$$

La obra civil 10 000 USD

El costo total de la tercera variante sería:

$$C_{\text{TTV}} = C_p + C_{\text{Inst}} + C_{\text{cert}} + C_{\text{mat}}$$

$$C_{\text{TTV}} = \mathbf{142\ 561.21 \text{ USD}}$$

(Habana, 2009)

- **Análisis de la variante 3**

Dentro de las posibles desventajas estaría:

1. Utilización para el enlace con la Central de Cumanayagua una FO aérea, lo cual implica riesgos ante diferentes eventos externos.

Sus ventajas se encuentran ya desde el momento de su total integración al sistema de conmutación, dada la posibilidad de conexión directa a la Central Alcatel 100E10 y la no ocupación de líneas físicas instaladas en la URA de Cumanayagua. Además de:

1. La longitud de la red de cable (primaria) se reduciría sustancialmente, permitiendo la instalación de nuevos cables alimentadores para satisfacer la demanda.
2. Todos los abonados conectados al sistema tendrían una calidad de servicio óptima, pues el lazo de abonado se reduciría considerablemente.
3. Al ser la transmisión óptica para el sistema de transmisión, la calidad, confiabilidad (SDH) y seguridad de la comunicación están garantizadas.
4. El sistema de extensión posee una amplísima gama de interfaces para los servicios que se han incorporado a la red de telecomunicaciones, tanto de banda ancha como de banda estrecha totalmente compatible con el resto de los abonados de la provincia y el municipio que son tecnología ALCATEL (excepto Caonao en la ciudad de Cienfuegos).
5. Los cables de distribución y las tarjetas de abonado de la URA que se utilizaban para brindar servicios al reparto, se podrán redistribuir en el resto de la ciudad, para de esta manera tener una densidad telefónica equitativa en todo el casco urbano.

## *CAPÍTULO 3*

## **CAPÍTULO 3 PRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN EN CUMANAYAGUA.**

### **3.1 Selección de la variante óptima.**

Como resumen del análisis de costos realizados en el capítulo anterior, se obtiene la siguiente tabla:

**Tabla 3.1 Costos por variantes.**

<b>Variante</b>	<b>Costo Total (USD)</b>
1	58 398.5
2	147 161.21 + TO
3	142 561.21 + TO

**TO: Terminales Ópticos**

La tabla 3.1 muestra con claridad que la variante 1 es la más económica pero comparando las ventajas y desventajas de los tres casos tratados en el capítulo anterior se decidió tomar la variante 3. Existen otras ventajas que llevaron a tomar esta decisión, las cuales serán tratadas en el transcurso del presente capítulo.

### **3.2 Presentación del Sistema.**

#### **3.2.1 Características principales del Gabinete Integral.**

El GABINETE ACSNMM es una descendencia especial del sistema de CSNMM-SR genérico. El mismo es funcional en la banda estrecha como en la banda ancha. Debido a su capacidad, el equipo puede ser utilizado preferentemente en las áreas de baja densidad telefónica. (Desarrollo V. H., 2009)

La arquitectura, el poder del procesamiento y los rangos del gabinete le permiten la conexión tanto analógica como hacia subscriptores digitales. Su capacidad máxima es de 1022 abonados.

El gabinete ACSNMM es un equipo que proporciona una interfaz funcional entre los subscriptores. Se conecta a la Central 1000E10 ALCATEL. Mediante PCM's se une el modo remoto. Es el dispositivo que proporciona la interfaz funcional entre los subscriptores y el **softwitch**. Se conecta al softwitch mediante los eslabones de protocolo IP/Ethernet. (LUYANÓ, 2009)

El gabinete ACSNMM incluye disipadores de calor de aluminio, estos son de vital importancia para preservar el hardware ante las altas temperaturas a las que se expone (debido al propio funcionamiento y a la temperatura externa del medio ambiente).

Existen en 2 versiones de disipadores:

- una versión de permutador de calor.
- una versión del acondicionador de aire.

El gabinete se alimenta con voltajes de 230 V o 115 V de corriente alterna. La fuente de -48 VDC es entregada por un modulo de MPSU (2U high) provisto de tres rectificadores de 800 W. Posee un respaldo con 4 baterías de 92Ah interiores, manteniendo en funcionamiento al equipo por alrededor de 6 a 8 horas en caso de faltar la corriente alterna. Este tiempo de trabajo sin fuente AC puede extenderse mediante la instalación de baterías internas de 155 Ah. (Alcatel-Lucent, 2008)

Un gabinete ACSNMM contiene:

- 1 estante Cambiando con formato 19", TBSRUC.
- 1 módulo de la Transmisión a formato 19".
- 4 baterías interiores (Con la capacidad Normal 92 Ah o la capacidad extendida 155 Ah).
- 1 estante de Potencia, MPSU, con tres rectificadores de 800W.
- Subscriptores, PCM, las Alarmas, por distribución de tarjetas.

- Opcional, unidad de acople de voltaje por transformador, ZKTRALC3.
- Opcional, un elemento de disipación de calor, ZKRESLC.

El gabinete ACSNMM está provisto con 4 puertas. Se diseña para ser instalado en el campo, a la intemperie, sobre una base de concreto; puede ser situado contra una pared.

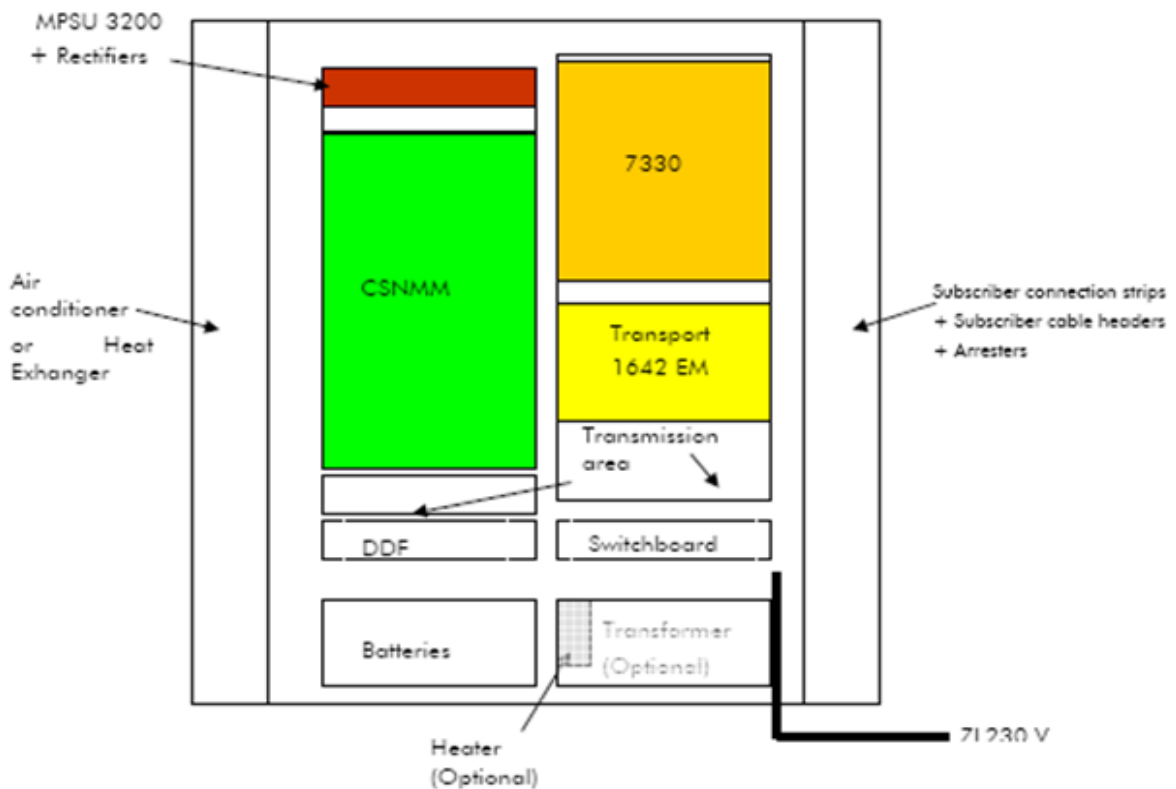
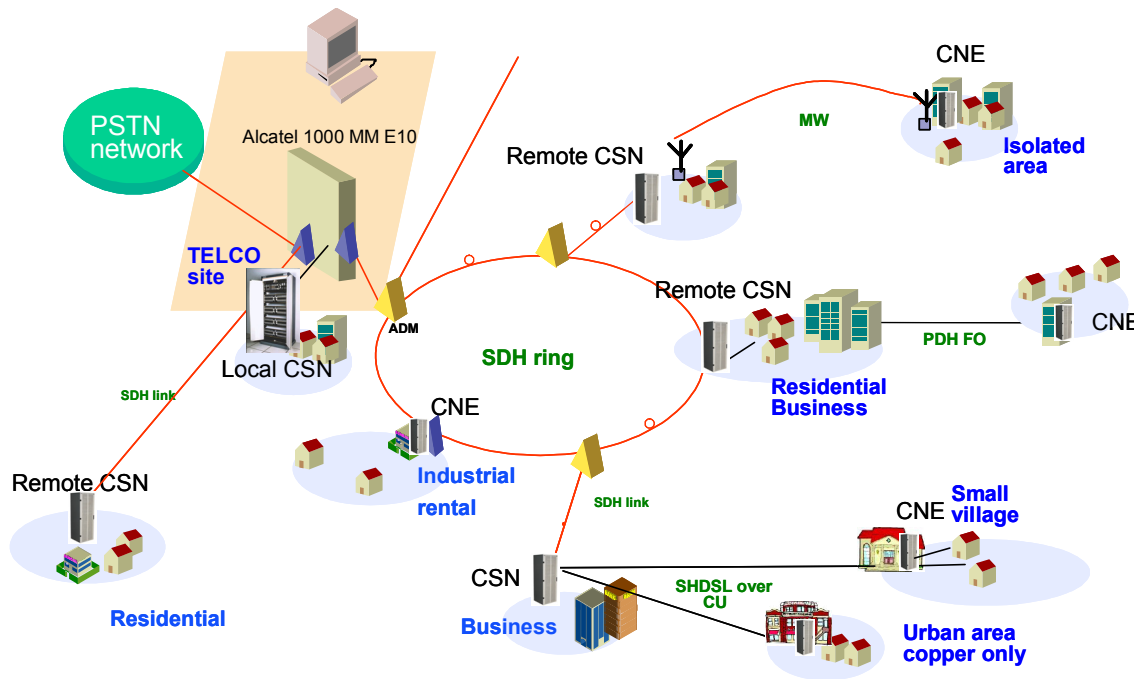


Figura 3.1 Gabinete ACSNMM.

### 3.3 Características principales del CNE.

ALCATEL 1000E10 es el sistema de conmutación digital desarrollado por ALCATEL. Siendo un sistema multiplexación, ALCATEL 1000E10 proporciona servicio a toda la gama de centrales, desde la central pública más pequeña hasta la central de tránsito más grande.





**Figura 3.3 Soluciones de acceso de ALCATEL 1000E10.**

En el desarrollo de este modelo de red ALCATEL brinda dos tipos de equipamiento:

- I. Soluciones para interiores (*indoor*).
- II. Soluciones para exteriores (*outdoor*).

Ambas soluciones se muestran a continuación en las **figuras 3.4** y **3.5** respectivamente.

En el caso de estudio se empleará la solución *outdoor*.



CNEMM2i, CNEMM2T

Figura 3.4 Solución de interior de CNE.



Outdoor ACNE HD64 cabinet

Outdoor ACNEMM cabinet 1024 Ins

Figura 3.5 Solución de exterior de CNE.

### **3.4 Otras ventajas de la variante escogida.**

El gabinete acorta la distancia en el más amplio sentido de la palabra: se emplean en el mundo entero como una tecnología de punta para acercar la conmutación a la última milla, para tenerla lo más cercana posible a los abonados y lograr el objetivo de toda empresa operadora de las telecomunicaciones, ofrecer más servicios y con mayor calidad. (ETECSA, ACORTAR DISTANCIA CON Y PARA EL PUEBLO , 2009)

Los gabinetes de hoy, desde el punto de vista técnico son Nodos de Acceso Multiservicio (NAM), pues los mismos tienen la posibilidad de ofrecer todos los servicios que imponen las necesidades de la modernidad: voz, datos e imagen.

Con el desarrollo de los NAM por intermedio de los gabinetes integrales de exteriores se ha brindado una solución técnica que posibilita ofrecer más servicios a corto plazo, con un costo racional ante los altos niveles de ocupación de los Racks telefónicos, los túneles de cables y otros elementos de infraestructura civil que demandarían la ejecución de grandes, costosas y demoradas obras de ampliación en los Centros de Telecomunicaciones.

Estos módulos se utilizan en el mundo para potenciar los servicios y son como Unidades Remotas de Abonados en los que parte de la inteligencia necesaria está en sus propios sistemas. Cuentan con un módulo para la gestión, que mide los más importantes parámetros de su funcionamiento.

El gabinete exterior combina la posibilidad de la conducción de señales de voz y datos. Integra la conmutación y la transmisión telefónica. Si por razones de fuerza mayor el equipo se desconectara de la central principal, el servicio local se mantendría. Este es un elemento importante para la vitalidad de la zona de defensa y el Consejo Popular.

Deben edificarse pequeñas obras civiles para proteger y montar el equipo. En nuestro caso en particular proponemos realizar esta construcción en el policlínico de Cumanayagua, ya que allí va a estar más seguro pues existen custodios y además existe un grupo electrógeno, para cuando falte la corriente eléctrica por mucho tiempo se haga posible la extensión del tiempo de trabajo del gabinete sin AC.

A todas estas ventajas de los gabinetes integrales se le adiciona el bajo consumo eléctrico, ventaja considerable, debido a que como estamos inmersos en una batalla por el ahorro; brindar servicios de telecomunicaciones con calidad y consumiendo pocos recursos energéticos es un gran logro. Además del impacto positivo en las comunidades, porque no solo se cumple la meta de generar ingresos al país con el aumento de servicios de telecomunicaciones, sino el objetivo social que representa la posibilidad de aumentar considerablemente las comunicaciones en todo el país, el costo inicial de inversiones es insignificante comparado con los beneficios.

Por todo lo anteriormente expuesto, se puede considerar que los gabinetes integrales son una opción viable y efectiva a la hora de diseñar redes de telecomunicaciones.

### **3.5 Nuestra propuesta sería.**

Instalar un gabinete integral en el Policlínico situado en el reparto Rafaelito de Cumanayagua, el cual tendría una capacidad de 976 líneas (puede llegar a 1024) de conmutación en bloques (4) de 256 líneas más 16 públicas y 1200 pares de distribución en 12 bloques de 100 pares. Así como la comercialización de aproximadamente 610 nuevos servicios y estaría enlazado a través de un cable de fibra óptica como se muestra en la figura 3.5. (ETECSA, Explosión popular , 2009)

### **Descripción de los Trabajos.**

Atendiendo a los criterios recogidos en la metodología elaborada para este proyecto y teniendo en cuenta que el gabinete a instalar es de tecnología ALCATEL se propone:

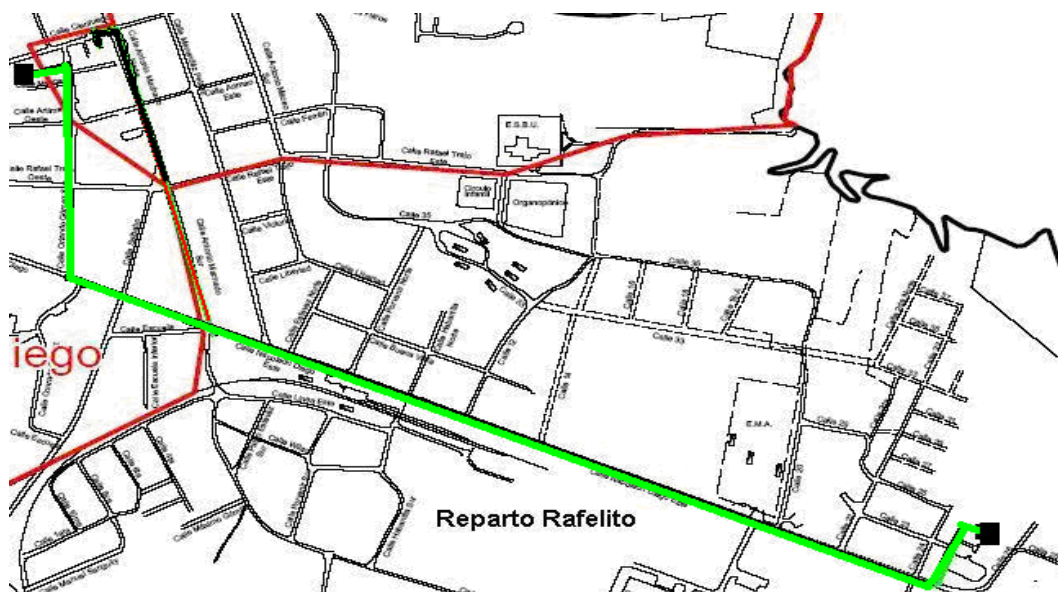
- Realizar el diseño de la red del GIE a su máxima capacidad. Asumiendo los abonados existentes de red fija y TFA del reparto y los nuevos servicios a instalar con el crecimiento que conlleva la instalación de la red asociada a este gabinete.
- Distribuir 1200 pares telefónicos en configuración rígida en el área que se muestra en la Figura 3.5, para de esta manera tener pares de reserva en la planta exterior.
- Los abonados de la red fija y TFA serán cortados hacia la nueva red.
- Para la protección eléctrica de la planta exterior, MDF y URA se debe aplicar la

Indicación N 1/08 del 26/08/08 de la VPOR (Vicepresidencia de Operaciones de la Red de ETECSA), en particular, a la conformación del empate aislante y el empleo de protecciones con esquema de protección K 20.

Hay cuestiones generales que deben tenerse en cuenta, como son:

- Ubicación del Outdoor en el terreno (5x5m ó 4x4m)
- Cantidad de pares totales a distribuir.
- El tipo de distribución. (Normalmente será del tipo rígida).
- Posibilidad de utilización del uso conjunto en la postería. (Los postes de salida de los cables del Outdoor siempre serán de ETECSA, ya sean existentes o de nueva Instalación)

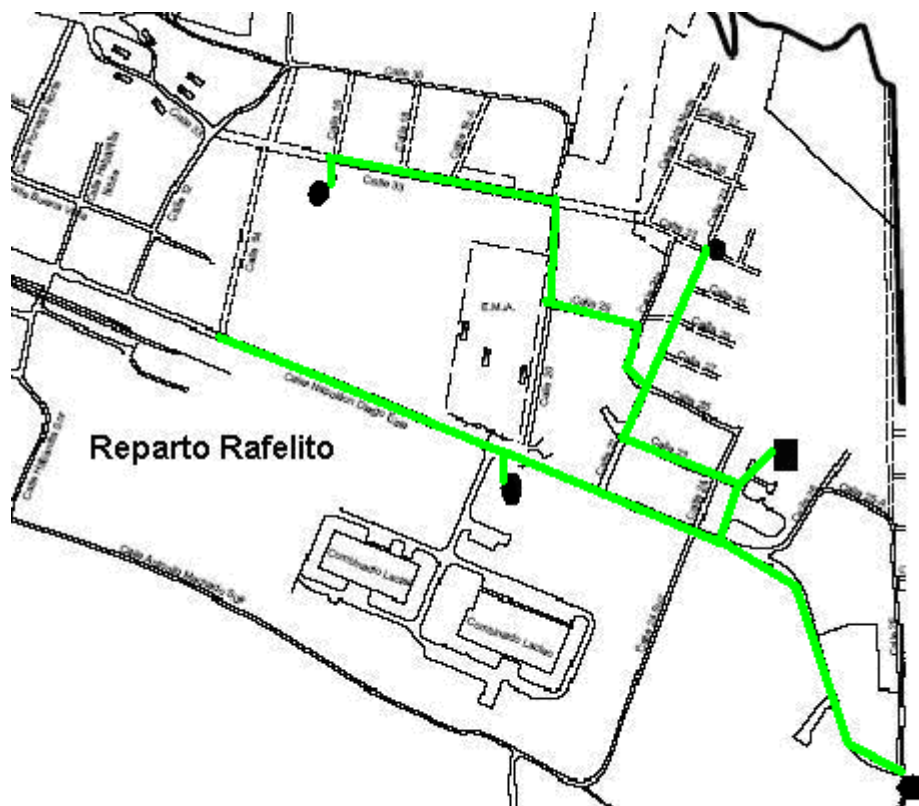
El reparto cuenta en la actualidad con 370 teléfonos, con nuestra propuesta se le incrementarían 610 nuevos servicios más y con ello se contribuirá a aumentar la densidad telefónica del mismo. Con este proyecto también se benefician otras zonas pues la Central ya existente en el municipio tendría entonces 370 líneas disponibles para ofrecer nuevos servicios.



**Figura 3.6 Conexión del gabinete a la red provincial.**

Leyenda:

- Gabinete y URA Cumanayagua.
- Fibras ópticas.



**Figura 3.7 Distribución de los pares telefónicos.**

Leyenda:

- Gabinete Integral.
- Cables de distribución.

En los anexos se ofrece más informaciones sobre el Outdoor extraídas del manual de Alcatel.

*CONCLUSIONES*

## CONCLUSIONES

En el trabajo se cumplieron las tareas trazadas. Se realizó una revisión de los métodos de diseño de redes de acceso que se utilizan en la actualidad en el mundo y en Cuba, de esta manera se realizaron análisis de diversas maneras de brindar servicios de telecomunicaciones al reparto seleccionado.

A partir de las diversas tecnologías de acceso existentes en Cuba, y las posibilidades económicas se propusieron tres variantes de implementación y se llegó a la conclusión de que con la instalación de un Gabinete Integral Exterior en el Reparto Rafaelito, se dan respuestas a las necesidades de la comunidad y de la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba.

Esta variante presenta ventajas respecto a las otras ya que aunque representa un mayor costo de instalación, sus beneficios son grandes, ya que tiene mayor potencia de conectividad de líneas de abonados telefónicos y de datos (respecto a las variantes 1 y 2), además que los costos para el mantenimiento de este sistema son mucho menores respecto a la variante 1 (Cable multipar). Presenta además la posibilidad de interconexión ininterrumpida entre los abonados del propio gabinete ante un corte de la fibra que soporta la transmisión entre el GIE y la Central 1000E10, entre otras ventajas ya mencionadas en el capítulo anterior.

Es por esto que se toma como conclusión que para aumentar la cantidad de servicios de telecomunicaciones en el Reparto Rafaelito del Municipio Cumanayagua, la variante idónea es la instalación de un Gabinete Integral Exterior (Outdoor ACSNMM) por la superioridad anteriormente mencionada.

# *RECOMENDACIONES*

## **RECOMENDACIONES**

Como recomendaciones pueden plantearse los siguientes aspectos:

1. Hacer extensiva la propuesta de solución para el área en cuestión a la Dirección de Planeamiento Operativo de ETECSA para su incorporación a los planes de inversiones y desarrollo de la Empresa.
2. Profundizar los estudios sobre El GABINETE ACSNMM de Alcatel, por las bondades que presenta tanto para los abonados como para los administradores y operadores de redes de telecomunicaciones.

*REFERENCIAS  
BIBLIOGRÁFICAS*

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(2009). *Revista en línea edición especial del 2009* .

Alcatel-Lucent. (2008). NGN Access Gateway TDM Access Node. *ACSNMM* .

CASTRO, M., "ERLANG IN REAL TIME" disponible en:

<http://www.serc.rmit.edu.au/~maurice/erlbk/pdf/main.pdf>.

CF, D. E. (10 de Noviembre de 2009). Cienfuegos. Planta Exterior. Gabinete Integral Exterior. La Barrera. *PE-03-09-209* . Cienfuegos.

CF, D. (Dic de 2009). Instalación de 1642EMC en GIE Reina. Cienfuegos, Reina.

DD, D. C. (Nov. de 2009). Planta Exterior GIE Reina. Cienfuegos.

Desarrollo, D. C. (Nov. de 2009). Cfg. PE. GIE Tulipán. *PE-03-09-210* .

Desarrollo, V. d. (19 de octubre de 2009). Tarea Técnica distribución de Planta Exterior del GIE Huawei de Micro X. DT Este. Habana, Habana del Este.

Desarrollo, V. H. (octubre de 2009). Tarea Técnica distribución de Planta Exterior del GIE Alcatel de Víbora Park. DT Sur. Arroyo Naranjo.

Desarrollo, V. H. (Octubre de 2009). TT de planta exterior para implantación de GIE Huawei en Jacomino. *PE-03-09-197* . Habana, San Miguel del Padrón.

Desarrollo, V. H. (octubre de 2009). TT distribución de planta exterior del GIE Huawei de Abel Santamaría. Habana, Boyeros.

DESARROLLO, V. H. (Noviembre de 2009). TT enlace de FO del GIE Alcatel de las Cañas. *PE-03-9-199* . Habana.

ETECSA. (2009). ACORTAR DISTANCIA CON Y PARA EL PUEBLO . *Revista en línea edición 2 del 2009* .

ETECSA. (2009). Explosión popular . *Revista en línea edición 2 del 2009* .

ETECSA. (Abril de 2009). TT de PE para solución Pocitos-Palmar. *PE-03-09201* . Habana, Marianao.

## *Referencias Bibliográficas*

---

Habana, D. E. (octubre de 2009). TT distribución de Planta Ext. del GIE Alcatel de Las Cañas. Habana, Cerro.

Habana, V. D. (13 de Octubre de 2009). Tarea Técnica distribución de Planta Exterior del GIE Alcatel de Palatino. DT Sur. Habana, Cerro.

Habana.DD, V. (Nov de 2009). TT enlace FO del GIE Huawei . *PE-03-09-217* . Habana, Cotorro.

Huawei Technologies Co.,Ltd., (2001). Honet Next Generation Access Network.

<http://www.huawei.com>

Lera E. y P. A. Caballero, (1989). Planificación de redes digitales. COMPRINT S.A. Madrid, España.

LMGR. (2009). IDEA INTELIGENTE CON GABINTES. *Revista En Línea. Edición Especial 2009* .

LUYANÓ, E. (octubre de 2009). TT distribución de PE del GIE Alcatel Luyanó. Habana, Luyanó.

PGL. (2009). UNIDOS POR UNA MISMA CAUSA EN EL ZARZAL . *Revista en línea edición 2 del 2009* .

SGU, D. S. (Oct de 2009). Solución temporal a la TX de los Outdoor de Santiago de Cuba. Santiago de Cuba.

Sistemas, V. d. (13 de Agosto de 2009). Cable de enlace de Fibras Ópticas (FO) para los Outdoors a instalar en el Distrito José Martí y en el Reparto San Pedrito, Santiago de Cuba. Santiago de Cuba.

Sistemas, V. D. (4 de Diciembre de 2009). Instalación de 10 MSAN Outdoors en Micro VII, Micro IX y Micro X, del distrito José Martí y en el reparto San Pedrito. Santiago de Cuba. Santiago de Cuba.

Sistemas, V. d. (18 de Septiembre de 2009). Tarea Técnica de Planta exterior para Outdoor de los Sitios. Habana.

## *Referencias Bibliográficas*

---

Sistemas, V. d. (14 de octubre de 2009). Tarea Técnica distribución de planta exterior del GIE Ericsson de La Caridad. Habana, Municipio Guanabacoa.

Sistemas, V. d. (14 de Octubre de 2009). Tarea Técnica distribución de Planta Exterior del GIE Ericsson del Antonio Guiteras. Dirección Territorial Este. . Habana, Habana del Este.

Sistemas, V. d. (5 de noviembre de 2009). Tarea Técnica enlace de fibra óptica del GIE Ericsson de La Caridad. Dirección Territorial Este. Habana, Guanabacoa.

Sistemas, V. d. (5 de Noviembre de 2009). Tarea Técnica Enlace de Fibra Óptica del GIE Ericsson del Antonio Guiteras. Habana, Habana del Este.

Sistemas, V. d. (10 de noviembre de 2009). Tarea Técnica enlace de fibra óptica del GIE Huawei de Micro X. DT Este. Habana.

Sistemas, V. d. (NOVIEMBRE de 2009). TT enlace de FO del GIE Huawei de Jacomino. *PE 03-9-197* . Habana, San Miguel del Padrón.

Tecnología, V. D. (Dic. de 2009). Instalación de 1642EMC en Gabinete Integral Tulipán. Cienfuegos, Tulipán.

UIT-D (2002) MANUAL "SOBRE INGENIERÍA DE TELETRÁFICO". *Comisión de Estudio 2 Cuestión 16/2*. Ginebra.

Yaged, B. Jr.(1972). "Minimum cost routing for static network models", *Networks*, **1**, :139-172.

Zayas L. y A. Sao(2002). Elementos conceptuales básicos útiles para comprender las redes de telecomunicación.

# *GLOSARIO DE TÉRMINOS*

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

### A

ADSL Línea de Abonado Digital Asimétrica (Asymmetric Digital Subscriber Line)

AN-NMS Sistema de Administración de Red para Red de Acceso (Access Network - Network Management System)

ATM Modo de Transferencia Asíncrono (Asynchronous Transfer Mode)

### B

B-ISDN Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha (Broadband Integrated Services Digital Network)

### C

CES (Circuit Emulation Service)

CSNHD Concentrador Satélite Numérico de Alta Densidad (Concentrator Satellite Numeric High Density)

CNE Concentrador Numérico Lejano (Concentrator Satellite )

- ACSNMM: Multimedia multiservice digital satellite exchange cabinet

- CDC: Exchange core unit

- CN: Digital concentrator

- CNEMM: Multimedia multiservice remote digital concentrator

- CSN: Digital satellite exchange

- CSNMM: Multimedia multiservice digital satellite exchange

- CSNMM-SR: Multimedia multiservice digital satellite exchange – Slim Rack

### D

DLC Digital Line Concentrator (Concentrador Digital de Abonado)

### E

ETECSA Empresa de Telecomunicaciones de Cuba

ETSI European Telecommunications Standards Institute (Instituto Europeo Estándar de Telecomunicaciones)

## **F**

FCC Federal Communications Committee (Comité Federal de Comunicaciones)

FO Fibra Óptica

FR Retransmisión de Trama (Frame Relay)

FTTB Fibra hasta el edificio (Fiber To The Building)

FTTC Fibra hasta el borde (Fiber To The Curb)

FTTO Fibra hasta la oficina (Fiber To The Office)

## **I**

IP Protocolo de Internet (Internet Protocol)

ISDN (Integrated Service Digital Network)

## **L**

LAN Red de Área Local (Local Area Network)

LE Central Local (Local Exchange)

## **M**

MDF Armario de Distribución Principal (Main Distribution Frame)

## **O**

ODN Red de Distribución Óptica (Optical Distribution Network)

OLT Terminal de Línea Óptico (Optical Line Terminal)

ONU Unidad Óptica de Red (Optical Network Unit)

## **P**

PCM Modulación por pulsos codificados (Pulse Code Modulation)

PDH Jerarquía Digital Plesiócrona (Plesyochronous Digital Hierarchy)

PON Red Óptica Pasiva (Passive Optical Network)

POTS Servicio Telefónico Ordinario (Plain Ordinary Telephone Service)

PSTN Red Telefónica Conmutada Pública (Public Switched Telephone Network)

## **R**

RDSI Red Digital de Servicios Integrados

## **T**

TDM Time Division Multiplex (Múltiplex por División de Tiempo)

## **U**

URA Unidad Remota de Abonado

## **V**

VDSL Very high speed Digital Subscriber Line (Línea de Suscriptor Digital de muy alta Velocidad)

## **W**

WAN Red de Área Extendida (Wide Area Network)

WLL Lazo Local Inalámbrico (Wireless Local Loop)

## **Términos y definiciones**

### **Red de Distribución**

La red de distribución es la parte de la red de telecomunicaciones que permite llevar los servicios desde la Central hasta el abonado.

### **Red Flexible**

Es la Red donde todos los conductores se prolongan eléctricamente desde el MDF hasta un punto de subrepartición (Armario) y desde este hasta las Cajas Terminales.

### **Red Óptica Activa**

Es un tipo de red donde se realizan conversiones opto/eléctricas y electro/ópticas de las señales conducidas, si las mismas son realizadas solamente en los extremos de inserción y extracción (puntos extremos) manteniéndose la señal óptica en todo el camino de transmisión se conoce como AON (All Optical Network). En estas es posible los modos de transmisión mediante ATM, Frame Relay, PDH, SDH.

### **Red Óptica Pasiva**

Es un tipo de red de acceso la cual adopta la tecnología de multiplexación multidireccional y la tecnología de demultiplexación óptica pasiva para formar múltiples estructuras de redes, bus, estrellas, árboles, etc. Es utilizado para ejecutar también FTTC/FTTB. Debido a la no utilización de dispositivos electrónicos en su estructura esta se convierte en una red transparente para cualquier tipo de servicio.

### **Red Primaria**

La Red Primaria está compuesta por los cables que alimentan los Armarios y los puntos nodales de la red rígida.

### **Red Privada**

Es la red de telecomunicaciones propiedad de una empresa o sector por la que circulan los servicios que esta brinda a puntos de su interés. Suelen en ocasiones estar interconectadas a las redes públicas.

### **Red Pública**

Es la red de telecomunicaciones por la que circulan los servicios a los que normalmente se acceden, dígame telefonía básica, acceso a Internet, transmisión de señales entre nodos, etc. Estos servicios son brindados por las operadoras al sector residencial y empresarial.

### **Red Rígida**

Es la red donde todos los conductores se prolongan eléctricamente desde el MDF hasta la Caja Terminal.

**Red Secundaria**

La Red Secundaria está compuesta por todos los cables que distribuyen los pares desde un Armario hasta las Cajas Terminales.

*ANEXOS*

**Anexo 1**

**Costos unitarios del proyecto**

RED COBRE		RED ÓPTICA	
Descripción	USD/Km cable	USD/Km cable	
Costo de combustible	10	10	
Otros Costos en USD	15	6	
Costo de Cartografía (1)	375	-	
Levantamiento topográfico	-	-	
<b>TOTAL</b>	<b>400</b>	<b>16</b>	

**Anexo 2**

**Costos unitarios de instalación en la localidad por parte de la División Ejecutora.**

<b>RED COBRE</b>			<b>RED ÓPTICA</b>
<b>Descripción</b>	<b>USD/Km cable primario</b>	<b>USD/Km cable Secundario</b>	<b>USD/Km cable Aéreo</b>
<b>Costo de combustible</b>	<b>90</b>	<b>40</b>	<b>25</b>
<b>Otros Costos en USD</b>	<b>250</b>	<b>120</b>	<b>80</b>
<b>TOTAL</b>	<b>340</b>	<b>160</b>	<b>105</b>

**Anexo 3**

**Costo de micro-localización.**

<b>RED COBRE</b>	<b>RED ÓPTICA</b>	
<b>Descripción</b>	<b>USD/Km cable</b>	<b>USD/Km cable</b>
<b>Micro-localización</b>	<b>125</b>	<b>100</b>
<b>TOTAL</b>	<b>125</b>	<b>100</b>

## Anexo 4

## Costo de materiales.

DESCRIPTIVO	UM	\$ UNO	CANT	COSTO
2040210405 CABLE AUTOSOPORTADO 10X2X0.4	M	0.490	1800	882.00
2040210407 CABLE AUTOSOPORTADO SECO 30X2X0.4	M	0.790	2000	1580.00
2040210408 CABLE AUTOSOPORTADO 50X2X0.4 SCREB	M	1.089	400	435.70
2040210410 CABLE AUTOSOPORTADO 100X2X0.4	M	1.774	500	886.94
2040210049 CABLE POLY 200X2X0.65	M	5.687	6700	38100.96
2040310407 CAJA TERM 10 PARES MOD MULT. S/COLA	U	36.715	22	807.72
2040370051 POSTE TELEF.HORMIGON 7.5 MTS	U	83.406	140	11676.87
2040370002 POSTE TELEF.CRESOTADO 9.0 MTS	U	86.707	4	346.83
2040334203 MODULO MUERTO P/ANCLA 1,5 X 0,2	JGO	39.901	30	1197.04
2040330086 MODULO DE VARILLA DE ANCLA	U	18.730	30	561.91
2040100003 CABLE ACERO GALVANIZADO 8 MM 5/16	KG	1.384	250	346.07
2040100010 CABLE ACERO GALVANIZADO 10 MM 3/8"	KG	1.393	3500	4875.65
2040302421 MODULO DE EMPATE VERTICAL T1 EMYCO	U	33.370	3	100.11
2040302423 MODULO DE EMPATE VERTICAL T2 EMYCO	U	38.520	3	115.56
2040302421 MODULO DE EMPATE VERTICAL T3 EMYCO	U	45.330	6	271.98
2040300810 EMPALMES MEC N/PRESUR P MHS-M3 CABL	U	29.538	20	590.76

Anexos

2040123003	PICABON VERDE SECO P RED SOT	U	0.074	4000	294.10
2040123802	TELESPLICE DE 2 VIAS RELLENO	U	0.032	600	18.97
2040330066	MODULO VARILLA DE TIERRA	U	5.386	26	140.05
2040090004	ALAMBRE COBRE DESNUDO DURO # 8	KG	2.960	60	177.60
2040332413	MORDAZA RET. 3 TORN. Y TUER.	U	4.241	94	398.65
2040340050	TORNILLO OJO CURVO 5/8 X 10	U	1.763	30	52.88
2040340052	TORNILLO OJO RECTO 5/8 X 10	U	1.959	120	235.10
2040333009	PERRO AC GALV P/CABLE 9MM (SUJETABLE)	U	0.400	15	6.00
2040330040	CONECTOR NICOPRES RECTO NUM 8	U	0.953	40	38.10
2040343888	TUERCA CUADRADA 5/8	U	0.240	150	36.00
2040340301	ARANDELA CUADRADA 100X100 (4X4)	U	0.192	150	28.82
2040340012	ARANDELA PRESION 5/8	U	0.020	150	3.00
2040330080	MODULO SOPORTE L	U	5.998	100	599.82
2040090002	ALAMBRE ACERO INOXIDABLE 1.2 MM	ROL	21.999	30	659.97
2040340049	TUERCA BOLA OJO DIA 5/8 P/TORN	U	2.080	120	249.60
2040310504	ROLLO DE FLEJE ACERO INOXIDABLE	U	23.991	5	119.95
2040310505	HEBILLAS EN CAJAS DE 100 UNIDADES	U	17.558	1	17.56
2040332421	MORDAZA P/CAB AUTOS MALIKO 1,5TN	U	6.279	180	1130.17
					<b>54556.00</b>

## Anexo 5

### Imagen de GIE.

- Foto frontal de gabinete



## Anexo 6

Dimensiones y peso del gabinete.

- Dimensiones

Dimensions	ACSMMM cabinet
Height	1847 mm
Width	1832 mm (1843 mm, roof included)
Depth	640 mm (652 mm, roof included)

- Peso

Equipped **ACSMMM cabinet**: 600 kg.

## Anexo 7

- El gabinete sobre su base

