



## XVII SIMPOSIO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA (SIE-2017)

### PROPUESTA DE RED DE ACCESO DE NUEVA GENERACION EN REPARTO ABEL SANTAMARÍA. ISLA DE LA JUVENTUD

#### *PROPOSAL OF NEW GENERATION ACCESS NETWORK IN ABEL SANTAMARIA CAST. ISLAND OF THE YOUTH.*

Enrique Moreno Mejías<sup>1</sup>

1-Enrique Moreno Mejías. ETECSA, Cuba. [enrique.moreno@cubacel.cu](mailto:enrique.moreno@cubacel.cu)

Resumen: Con este trabajo pretendemos ofrecer una propuesta de mejoras de la red de telecomunicaciones en el Reparto Abel Santamaría del Municipio Especial Isla de la Juventud. La misma consiste en dar solución a la situación problemática del reparto. Poca disponibilidad de facilidades para nuevos servicios de telefonía, insuficiente ancho de banda para los servicios próximamente comercializables; incluidos voz, datos y video; tanto en sectores residenciales como estatales, obsolescencia en la infraestructura de la red de telecomunicaciones existente. Estas agravantes son algunas de las dificultades por las que no se pueda cumplir con la amplia demanda ni la calidad que requieren los servicios antes mencionados.

Siendo este uno de los primeros repartos en el municipio en desplegar servicios de telefonía básica se quedó atrasado en cuanto a ampliación y visión del crecimiento de la red. Demostrado que volver a desplegar redes de cobre, lo costoso del mantenimiento, la falta de personal calificado para atender tal crecimiento, se vuelve insostenible; la propuesta consiste en ofrecer una Red de Acceso de nueva Generación, mediante Fibra Óptica Pasiva con velocidades del orden de los Gbps; GPON.

Problemática: No existe disponibilidad para nuevos servicios básicos de comunicaciones y de banda ancha, así como el mal estado de la red de acceso existente, totalmente de cobre.





Objetivo(s): Contribuir a la informatización de la sociedad, satisfacer la mayoría de usuarios con servicios de telecomunicaciones de alta calidad.

Metodología: Investigación.

Conclusiones:

- Con la implementación de esta propuesta se cubre la totalidad de usuarios con servicios de alta calidad de: voz, datos y video en su hogar, de todo el reparto.
- Se logra mejorar radicalmente el estado de la red de acceso del reparto.
- Se logra informatizar la zona.
- Disminuyen en gran medida los gastos por mantenimientos.
- Se resuelve la problemática de no contar con personal suficiente para corregir las constantes averías del sistema.
- Se logra mejorar en gran medida los servicios de telecomunicaciones actualmente.
- La propuesta es extensible a las demás áreas con la misma situación.

*Abstract: With this work we intend to offer a proposal of improvements of the telecommunications network in the Distribution Abel Santamaria of the Special Municipality Isla de la Juventud. It consists of solving the problematic situation of the distribution. Low availability of facilities for new telephony services, insufficient bandwidth for services that are soon to be marketed; Including voice, data and video; Both in residential and state sectors, obsolescence in the infrastructure of the existing telecommunications network. These aggravating factors are some of the difficulties that can not be met with the wide demand and quality required by the aforementioned services.*

*Being this one of the first distributions in the municipality in deploying basic telephony services was delayed in terms of expansion and vision of the growth of the network of both residential and state sector. Demonstrated that redeploying copper.*

Palabras Clave: Red de Acceso; Banda Ancha, GPON, xDSL.

Keywords: Acces Network, Broadband, GPON, xDSL.

## 1. Introducción





Considerando las nuevas realidades del mercado caracterizadas por factores tales como: explosión del tráfico digital, utilización creciente de la "Internet", demanda creciente de: nuevos servicios multimedia, movilidad general, convergencia de redes y servicios, calidad de servicios; se hace necesario tomar variantes para lograr integrarse a las necesidades de servicio de banda ancha para múltiples y exigentes usuarios, Tabla 1.

DEMANDA DE ANCHO DE BANDA	(Mbps)
Video sobre Demanda (VoD)	15
Redes Privadas Virtuales (VPN)	2
Videoconferencia	1
Navegación en Internet	1,5
Juegos en línea	1
Dos conversaciones telefónicas IP	0,128
Televisión de alta definición (HDTV)	19,2

**Tabla 1.** Demanda de ancho de banda.

Actualmente las redes son en su mayoría de cobre. Las redes de cobre han sido la base de las telecomunicaciones en los últimos 100 años proporcionando servicios de telecomunicaciones a todos los usuarios, pero se han quedado anticuadas. Las nuevas tendencias se orientan a la convergencia de redes y servicios donde es necesaria la migración hacia arquitecturas de Redes de Nueva Generación; NGN (*Next Generation Network*) [1], dentro de la cual se pone de manifiesto una nueva filosofía basada en acceso por fibra óptica, es decir Red de Acceso de Nueva Generación; NGAN (*Next Generation Access Networks*). La utilización de cable de fibra óptica (en lugar de cable de cobre) reduce significativamente los costes del equipo y de mantenimiento, a la vez que aumenta drásticamente la calidad del servicio (QoS)[2, 3].

El reparto Abel Santamaría del Municipio Isla de la Juventud, presenta actualmente una situación crítica en relación con los servicios de telecomunicaciones que brinda la ETECSA. Debido a la alta densidad poblacional de este reparto, el nivel educacional de sus habitantes, la presencia de centros educacionales, estatales, de interés político, cultural y deportivo, así como el estado en detrimento de la infraestructura de las redes de acceso, se vuelve insostenible satisfacer la alta demanda de servicios de telecomunicaciones básicos como telefonía y otros de alta calidad y ancho de banda. Por

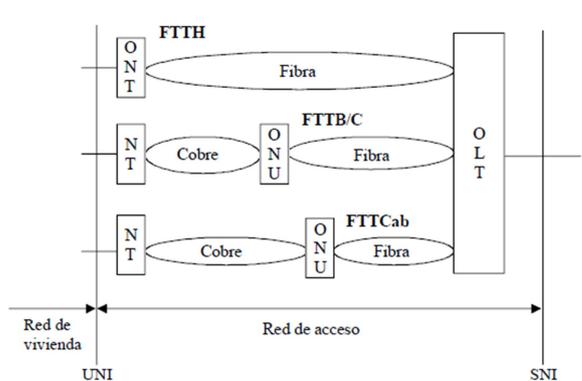
tal motivo se propone estudiar la opción de migrar las actuales redes de cobre hacia una red de acceso mediante fibra óptica. Una Red de Acceso de Nueva Generación con capacidad de Gigabits (GPON, Gigabit Passive Optical Network).

Pese a que los cables de fibra óptica presentan uno de los mayores obstáculos consistente en la provisión de servicios directamente a los abonados en hogares y pequeñas empresas desde la central, por su costo elevado. Se creó la organización de normalización Red de Acceso de Servicio Completo (Full-Service Access Network, FSAN), la cual se fundó para facilitar el desarrollo de especificaciones adecuadas de sistemas de equipos de redes de acceso. La Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU-T) convirtió las especificaciones FSAN en recomendaciones. La especificación FSAN para redes ópticas pasivas (PONs) basadas en ATM se convirtió en una norma internacional en 1998 y fue adoptada por la ITU como recomendación G.983.1.

## 2. Características de GPON:

- Un sistema de terminación de línea óptica (OLT, *Optical Line Termination*).
- Una red de distribución óptica (ODN, *Optical Distribution Network*) pasiva que los interconecta.
- Una unidad de red óptica (ONU, *Optical Network Unit*) o una terminación de red óptica (ONT, *Optical Network Termination*).

En la arquitectura de red de acceso óptico podemos destacar algunas variantes de acceso, Figura 1:



**Figura 1.** Arquitectura de red. (Origen de Imagen: [4])

- FTTB: Fibra al edificio (*fibre to the building*).



- FTTH: Fibra a la vivienda (*fibre to the home*).
- FTTCab/C: Fibra al armario/a la cometida (*fibre to the cabinet/curb*).
- UNI: Interfaz usuario-red (*user network interface*).
- SIN: Interfaz de nodo de servicio (*service node interface*).
- NT: Terminación de red (*network termination*)

Las diferencias entre las opciones de red (FTTB), (FTTCab/C) y (FTTH) estriban principalmente en los distintos servicios que ofrecen. FTTB se divide a su vez en dos escenarios, uno para las unidades multi vivienda (MDU, *multi-dwelling unit*), y el otro para las empresas, Tabla 2.

Categorías de Servicios/Escenarios	FTTB para MDU	FTTB para empresas	FTTC y FTTCab	FTTH
Servicios de banda ancha asimétricos (por ejemplo, servicios de difusión digital, vídeo por demanda (VOD, video on demand), descarga de ficheros, etc.).	X			
Servicios de banda ancha simétricos (por ejemplo, difusión de contenidos, correo electrónico, intercambio de ficheros, cursos a distancia, telemedicina, juegos en línea, etc.).	X			X

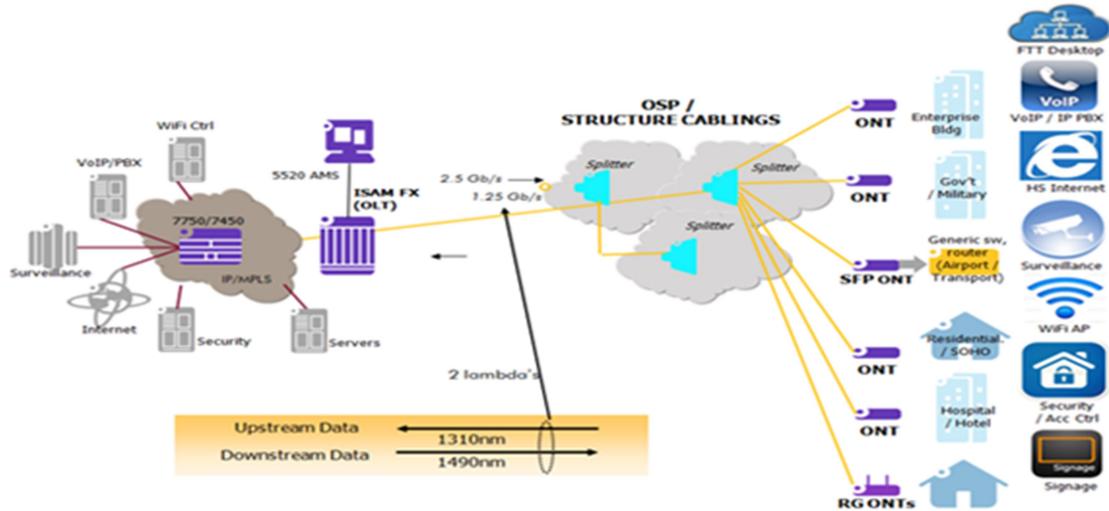


Servicio telefónico ordinario (POTS) y red digital de servicios integrados (RDSI)[5]. La red de acceso ha de ofrecer, de una manera flexible, servicios telefónicos de banda estrecha.	X	X	X	X
Servicios de banda ancha simétricos (por ejemplo, programas informáticos de grupo, difusión de contenidos, correo electrónico, intercambio de ficheros, etc.).		X		
Línea privada. La red de acceso ha de proporcionar, de una manera flexible, servicios de línea privada con distintas velocidades.		X		
Servicios de banda ancha asimétricos (por ejemplo, servicios de difusión digital, vídeo por demanda, descarga de ficheros, juegos en línea, etc.).			X	
Servicios de banda ancha simétricos (por ejemplo, difusión de contenido, correo electrónico, intercambio de ficheros, cursos a distancia, telemedicina, etc.).			X	
Servicios de banda ancha asimétricos (por ejemplo, servicios de difusión digital, video por demanda, telecarga de ficheros, etc.).				X

**Tabla 2.** Categorías de Servicios con los principales escenarios de una Red GPON.

La arquitectura de despliegue FTTH se describe en la figura 2:





**Figura 2.** Arquitectura de despliegue FTTH.

La distancia física máxima entre la ONU/ONT y la OLT en GPON, se presenta mediante dos opciones para el alcance físico[4]: 10 km y 20 km para altas velocidades tales como 1,25 Gbit/s o superiores.

Cada interfaz GPON proporciona, siguiendo el estándar, 2.5 Gb/s en sentido descendente y 1.2 Gb/s en sentido ascendente. Uno de los principios básicos de las tecnologías PON es el hecho de que en el sentido descendente de la comunicación todo el tráfico es difundido a todos los abonados del sistema. En sentido descendente la comunicación se basa en TDM (Time Division Multiplexed). En el sentido ascendente la comunicación se basa en TDMA (Time Division Multiple Access) y por tanto el sentido ascendente se puede usar para transmitir información privilegiada como claves de seguridad. Para evitar que usuarios malintencionados puedan hacer uso del tráfico descendente de otros usuarios del sistema se aplica un algoritmo de encriptación llamado AES - Advanced Encryption Standard, de acuerdo con lo especificado en [6].

El método de encapsulamiento de la información que utiliza GPON se llama GEM (GPON Encapsulation Method) que permite soportar cualquier tipo de servicio, (Ethernet, ATM, TDM, entre otros) en un protocolo de transporte síncrono basado en tramas periódicas de 125Ms. El método GEM se basa en el estándar GFP (Generic Framing Procedure) del ITU-T G.7041 con modificaciones menores para las tecnologías PON. Además, GPON implementa capacidades OAM avanzadas (Operation Administration and Maintenance), ofreciendo una potente gestión de servicio extremo a



extremo. Entre otras funcionalidades incorporadas cabe destacar: monitoreo de la tasa de error, alarmas y eventos, proceso de descubrimiento y ranging automático.

Las longitudes de onda descendentes de 1490 nm y ascendentes de 1310 nm se utilizan para transmitir datos y voz. Los servicios de vídeo RF analógicos se convierten en formato óptico a la longitud de onda 1550 nm mediante el transmisor de video óptico. Las longitudes de onda de 1550 nm y 1490 nm son combinadas por el acoplador WDM, (Multiplexación por división de longitud de onda (wavelength division multiplexing)) y se transmiten juntas de forma descendente. Las tres longitudes de onda transportan simultáneamente diferente información y en varias direcciones sobre la misma fibra.

A continuación mostramos una tabla con las principales categorías de servicios que soporta GPON en relación con los terminales o unidades de red ópticas, sus interfaces y protocolos correspondientes, Tabla 3.

Categoría	del	Servicio	Comentarios
-----------	-----	----------	-------------





servicio		
Servicio de datos	Ethernet	Cumple con lo normalizado en IEEE 802.3 y IEEE 802.1.
RTPC	POTS	
	RDSI (BRI)	La velocidad de la portadora es de 144 kbit/s.
	RDSI (PRI)	La velocidad de la portadora es de 1,544 Mbit/s y de 2,048 Mbit/s.
Línea privada	T1	La velocidad de la portadora es de 1,544 Mbit/s.
	E1	La velocidad de la portadora es de 2,048 Mbit/s.
	DS3	La velocidad de la portadora es de 44,736 Mbit/s.
	E3	La velocidad de la portadora es de 34,368 Mbit/s.
	ATM	Cumple con lo normalizado en la Rec. UIT-T I.361. y Rec. UIT-T I.356.
Video	Vídeo digital	Se ofrece con la misma calidad de la clase 1 especificada en la Rec.
		UIT-T I.356 o rt-VBR/CBR especificada en el Foro ATM.

**Tabla 3.** Categorías de Servicios que debe soportar GPON.

### 3. Equipamiento de acceso.

La solución se basa en equipos de la familia 73xx existente en la base instalada de ETECSA, y en muchos sitios del territorio, como una plataforma de alta capacidad diseñada para combinar GPON y Punto a Punto en fibra así como futuras evoluciones sobre esta tecnología. Ofrece los estándares necesarios, que cumplen con la tecnología GPON [4]y que proporcionan un ancho de banda de 2.5 Gb/s para los usuarios del PON, una gestión integrada de las ONTs a través del interfaz de comunicación y control OMCI, (Open Manage Client Instrumentation): instrumentación y control abierto para el cliente.

#### 3.1 Solución GPON 73XX FX ISAM (OLT)

El equipo de central 73XX ISAM(Intelligent Services Acces Manager), está compuesta por dos bloques funcionales principales, la unidad de control (NT) y la unidad terminal de línea (LT), que hacen que la OLT funcione como un conmutador de dos etapas. Estos





bloques funcionales se construyen sobre la base de la plataforma ISAM, con distintos niveles de aplicaciones, entre las que se incluyen protocolos de comunicaciones y gestión, aplicaciones de servicios y gestión, y aplicaciones de transporte.

- **Unidad de control NT**

En esta unidad se realizan las funciones relacionadas con funcionalidades de la arquitectura de servicios que se implemente, las funciones de control de las versiones Software y de comunicación y gestión de protocolos. Con relación al interfaz hacia la red, las conectividades ópticas pueden ser de GE ó 10 GE y dispone mediante interfaces internos del backpanel del equipo la posibilidad de ampliarlos mediante la tarjeta extensora de interfaces ópticos/eléctricos NT I/O de 1GE/10GE. En esta unidad también reside la posibilidad de agregar enlaces hacia la red, por motivos de seguridad, reparto de carga de tráfico o aumento de capacidad en la red MAN (Metropolitan Area Network). Las conexiones ópticas de red de la OLT que se encuentran presentes en las tarjetas NT se conectan hacia la red Ethernet por medio de conectores LC/UPC.

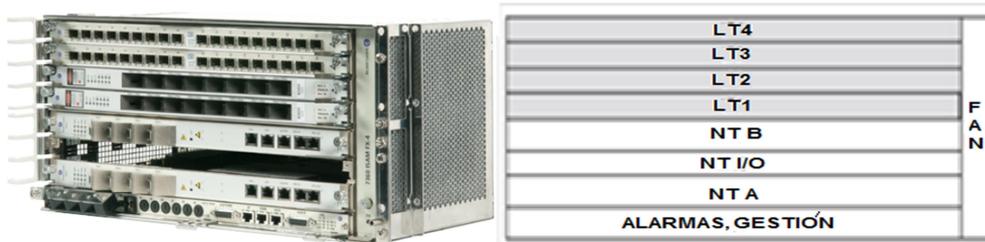
- **Unidad de Línea Óptica (LT)**

Esta unidad realiza las funciones de interworking (IWF), transporte GPON y control de la parte de línea óptica. La unidad de terminación de línea GPON soporta 8/16 interfaces GPON, contiene el controlador de acceso al medio (MAC) con los interfaces hacia la Red Óptica Pasiva (PON) e introduce y soporta la adaptación Ethernet para funcionalidad VLAN y el procesado de los servicios de voz, datos y video IPTV[7]. Las tarjetas LT se conectan a la red GPON mediante conectores ópticos SC/UPC. La interconexión entre NT y LT se realiza mediante enlaces punto a punto que transportan tramas Ethernet. Estos interfaces punto a punto se encuentran incorporados en el backplane del subrack.



- **Estructura Mecánica OLT**

Para el proyecto usaremos el modelo 7360 FX-4, tiene la disposición de tarjetas que se indica en la Figura 3.



**Figura 3.** OLT 7360 FX-4 ISAM.

- 1 slot en posición horizontal donde se albergan las funciones, de alarmas, distribución de alimentación, interfaces para propósitos de supervisión local.
- 1 espacio requerido para la unidad de ventilación
- 4 posiciones para tarjetas de línea universal en este caso son LT GPON, 8/16 puertos.
- 2 posiciones para la Unidad de Control Principal y Redundante.
- 1 posición para la unidad de extensión de interfaces ópticos NT I/O.

El modelo FX-4 puede ubicarse en bastidores ETSI ó en 19" con sus adaptadores, así mismo puede ubicarse en entornos de intemperie, en cabinas debidamente acondicionadas. Las dimensiones del chasis son las siguientes: (Ancho: 445 mm, Altura: 225 mm.

### 3.2 ODN

La red de distribución óptica pasiva consiste en un equipo y componentes ubicados entre el OLT (activo) y las instalaciones del cliente el ONT (activo); este incluye componentes tanto ópticos como no ópticos de la red. Se incluyen empalmes (fusión y mecánicos), conectores, divisores, acopladores WDM, cables de fibra óptica, cordones de conexión.

- **Divisor Óptico.**



- Dispositivo de ramificación óptico bidireccional utilizado en PONs, punto a multipunto (P2MP), tiene una entrada desde el puerto en la OLT y múltiples puertos de salida, hacia las ONU/ONT. Los divisores se consideran pasivos por que no requieren una fuente de energía externa salvo el haz de luz incidente. Son de banda ancha y solo agregan pérdida, principalmente debido al hecho de que dividen la potencia de entrada (de forma descendente). Esta pérdida se expresa en dB y depende principalmente de su número de puertos de salida, como se muestra en la Tabla 4.

Número de puertos	Pérdida de divisor (dB) (excluidas conexiones y pérdida de divisor excesiva)
2	3
4	6
8	9
16	12
32	15
64	18

**Tabla 4.** Pérdidas del divisor.

Uno de los factores más importantes para garantizar una transmisión correcta es controlar las pérdidas de potencia en la red frente a las especificaciones del presupuesto de pérdida del enlace, lo cual se hace estableciendo un presupuesto de pérdida de extremo a extremo total con un margen suficiente. Esto es especialmente válido para señales de vídeo RF analógicas de alta potencia (normalmente a 1550 nm) desde láseres de banda muy estrecha, ya que las intensas retro reflexiones degradan la calidad de la transmisión de video.

- **Parámetros físicos principales que afectan al rendimiento de la red óptica.**

El presupuesto de pérdida debe estar aceptable, para ello debe cumplir algunos parámetros para que satisfagan las necesidades a las que se aspira:

- Transmisor: potencia de lanzamiento, temperatura, envejecimiento.
- Conexiones de fibra: divisor o splitter, conectores, empalmes.





- Cable de fibra: pérdida, efectos de temperatura.
- Receptor: sensibilidad.

El presupuesto de pérdida variará en función, del tipo de PON que se implemente como se expone en la Tabla 5

Tipo		GPON									
Norma		ITU-T G.984.1									
Clase de red de distribución óptica (ODN)		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
		Descendente				Ascendente					
Velocidad de transferencia de bits nominal		1244,16		2488,32		155,52		622,08		1244,16	
<P <sub>lanzamiento</sub> >Mín	dBm	-4	+1	0	+5	-6	-4	-6	-1	-3	-2
<P <sub>lanzamiento</sub> >Máx	dBm	+1	+6	+4	+9	0	+2	-1	+4	+2	+3
Sensibilidad Mín	dBm	-25	-25	-21	-21	-27	-30	-27	-27	-24	-28

**Tabla 5.** Presupuesto de pérdida de clase ODN GPON.

- **Balace Óptico**

El balance óptico[8] aporta información sobre las pérdidas máximas de la red, lo que incide en la distancia máxima de cada enlace, ya que ambos son inversamente proporcionales. La siguiente expresión lineal se utiliza para el cálculo de la longitud máxima de la fibra, y Tabla 6:

$$L_{max} = \frac{P_{op} - a \cdot C_a - b \cdot S_a - n}{F_a}$$

Donde:

- L<sub>máx</sub> es la longitud máxima de la fibra en km.
- P<sub>op</sub> es el margen de potencia máxima para el sistema opto-eléctrico en dB, calculado a partir de la diferencia entre la potencia óptica del transmisor y la sensibilidad del receptor.
- a es el número de conectores de empalme (dos conectores corresponden a una unión).
- C<sub>a</sub> es la atenuación media de conector en dB/conector.
- b es el número de empalmes de fibra.
- S<sub>a</sub> es la atenuación media de empalme de fibra en dB/empalme.



- n es el margen de envejecimiento, ratio de encendido-apagado, cambios de temperatura y otros parámetros que inciden en la atenuación de la señal.
- Fa es la atenuación de la fibra en dB/km.

Divisores ( $10\log x$ , x= relación de división)	
Pérdidas por Km de fibra Up	0.42 dB/Km
Pérdidas por Km de fibra Down	0.30 dB/Km
Conectores	0.3 dB
Empalmes	0.1 dB
Envejecimiento	1 dB

**Tabla 6.** Valores de atenuaciones típicas.

Como solución al despliegue de los divisores proponemos, Figura 4:

- 1 Splitter relación 1:8, con origen PON desde la DT, salida real 4, (Principal).
- 1 Splitter relación 1:2, con origen Divisor Principal, salida real 2, (Secundario).
- 1 Splitter relación 1:16, con origen Divisor Principal, salida real 9, (Secundario).
- 1 Splitter relación 1:8, con origen Divisor Principal, salida real 7, (Secundario).



**Figura 4.** Vista aérea, solución con divisores y su relación.

### 3.3 ONT.

Las ONTs son el punto de conectividad en la casa, oficina del usuario, edificio, gabinete, etc. En este caso la solución que se propone para Abel Santamaría, con objeto de homogeneizar los diferentes entornos es la solución de terminal de red óptica **Nokia**

**G-440G-A**, diseñado para ofrecer servicios triple play en un entorno FTTH. Para el despliegue al aire libre, debe montarse en un compartimento de Out-door, Figura 5.



**Figura 5.** G-440G-A ONT.

- **Funcionalidades**

- Interfaz GPON 1,244 Gbit / s y 2,488 Gbit / s.
- 4 puertos Ethernet negociación automática RJ-45 0/100/1000.
- 4 POTS para servicios de Voz sobre IP[9].
- Asignación dinámica de ancho de banda (DBA).
- IPTV, IGMPv2 e IGMPv3.
- Administrado por AMS.
- Marcación multifrecuencia de doble tono (DTMF,[10] [11].
- (Ancho: 147 mm, Altura: 33 mm, Largo: 227 mm).

Para zonas de edificios, escuelas, círculos infantiles, y zonas de negocio, donde se requiere dar servicio de voz y datos utilizando la infraestructura existente de cobre. Se propone una solución basada en equipos "Micro Nodos" con interfaz GPON, el modelo de terminal, MDUs 7353 CX / 7353 MX.

**MDU 7353 ISAM CX-16VPE** es una solución compacta capaz de funcionar como una ONU con enlace ascendente GPON o como un dispositivo mini-DSLAM, Digital Subscriber Line Access Multiplexer (Multiplexor de línea de acceso de abonado digital). con enlace ascendente de GE, para ofrecer servicios de Internet de alta velocidad a través de la línea de abonado digital de muy alta velocidad (VDSL2), el servicio telefónico antiguo (POTS) y Fast Ethernet (FE); servicios con capacidad de alto ancho de banda en unidades de viviendas múltiples (MDU) y edificios de unidades multi-tenant (MTU), Figura 6.



**Figura 6.** 7353 ISAM CX-16VPE.

En la configuración de GPON, la plataforma soporta la configuración flexible de MDU. Proporciona una capacidad de enlace ascendente asimétrica de 2,5 Gb/s: 1,255 Gb/s dirección descendente/ascendente.

- **Características técnicas de las interfaces que soporta**

- ❖ **(VDSL2)**

- Incluye splitter sobre POTS.
- Compatible con MultiADSL; se puede configurar como VDSL2 ó ADSL.
- Soporta la configuración "Impulse noise sensor" en modo VDSL2
- Soporta la configuración "Virtual noise in Down/ Upstream".
- Permite realizar "Adaptación de velocidad"

- ❖ **(Voz)**

- Soporta protocolo (SIP) y H.248[12].
- Dispone del procesamiento del flujo de medios: [10], [11], [13](6,3 kb/s y 5,3 kb/s).
- Generación de ruido de confort, PLC, supresión de silencio, cancelación de eco [14], [15].
- Supresión del silencio: [10], [11], [13]
- Detección digital de frecuencia múltiple (DTMF) y tono dual.
- Detección automática de fax y módem y activación de datos de banda de voz (modo transparente), [16]Fax sobre IP.

- ❖ **(Fast Ethernet)**

- Recepción y procesamiento de tramas.
- Activar o desactivar la negociación automática.



- Limitación de la velocidad del puerto en descendente/ascendente.
- Suscripción y programación de puertos de red.
- Interfaces de Gestión MDU 7353 ISAM CX-16VPE.
- Interfaz RJ-45 que soporta la conectividad de un terminal local (Craft Terminal).
- Interfaz RJ-45 para el monitoreo de alarmas
- Interfaz FE que admita gestión fuera de banda mediante sistema de gestión a través de la red IP.
- Interfaz de enlace óptico GE que admite gestión en banda mediante sistema de gestión a través de la red IP.

- **Gestión**

Admite las siguientes herramientas de administración: (5520 AMS con conexión remota, proporciona una interfaz gráfica de usuario que le permite realizar tareas como gestión de conexiones, configuración de servicios, gestión de rendimiento, gestión de pruebas y gestión de fallos a través de SNMP. SNMPv1 / v2, CLI sobre UDP o SSH, TL1 sobre UDP o SSH[17]

### **MDU 7353 ISAM MX**

Esta MDU, Figura 7, representa la solución modular de esta familiar, brinda mayor capacidad de servicios ADSL [18], VDSL2, POTs y Fast Ethernet en zonas remotas.



**Figura 7.** 7353 ISAM MX

- La MDU dispone de cuatro posiciones de ranura fijas para:
  - Ventiladores.
  - Power (AC o DC).
  - Controlador de red con enlaces ascendentes flexibles.

- 4 ranuras universales para servicios (ADSL2[18] +, VDSL2, FE y POTS (SIP / H248).
- Las ranuras universales presentan capacidad máxima de:
  - 128 líneas ADSL2 + (LT con 32 puertos ADSL2 + con divisores integrados)
  - 128 líneas VDSL2 (perfiles 8b y 17a) (LT con 32 puertos VDSL2 + con splitters integrados)
  - 64 líneas VDSL2 (perfil 30a) (LT con 16 puertos VDSL2 + con splitter integrado)
  - 128 líneas Fast Ethernet (LT con Fast Ethernet de 32 puertos)
  - 256 líneas POTS (LT con 64 POTS)
- El módulo de potencia proporciona variantes de módulo de potencia AC & DC:
  - Entrada de CA: voltaje de clasificación 220V, 85V ~ 280V AC. (Sin batería)
  - Entrada de CC: -48V clasificación, -36V ~ -72V DC
- Esta plataforma admite las siguientes tarjetas de servicios a usuarios:
  - **(MALT-B).** Tarjeta de línea multi ADSL de 32 puertos con splitters integrados.



- **(MVLT-D).** Tarjeta de línea VDSL2 de 32 puertos con splitters integrados.



- **(MELT-C).** Tarjeta de 32 puertos Ethernet 10 / 100Base-T a través de un conector RJ-45, Fast Ethernet (eléctrico). Además dispone de:
  - 32 puertos de alta densidad.
  - 16 conectores RJ45 (1 para cada 2 puertos FE).
  - Panel de conexiones opcional para extraer los 32 puertos FE



- **(MPOT-A).** Esta unidad proporciona 64 puertos POTs (interfaces de voz) con protocolo SIP y H248. De forma que un equipo totalmente equipado con este hardware soporta hasta 256 abonados. La codificación / decodificación VoIP se proporciona a través de DSP.



- **Gestión**

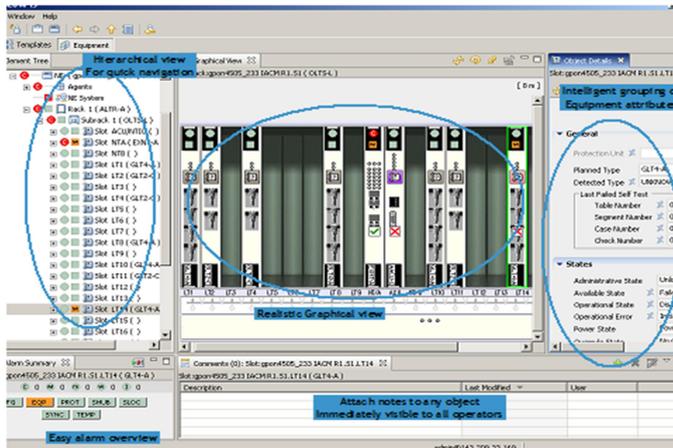
El 7353 ISAM FTTB admite las siguientes interfaces de gestión[17]:

- 1 interfaz Ethernet RS-232.
- 1 interfaz FE con gestión fuera de banda a través de la red IP.
- 1 interfaz óptica / eléctrica de enlace ascendente con gestión en banda a través de una red IP.
- Admite las siguientes herramientas de gestión:(El 5520 AMS proporciona una interfaz gráfica de usuario que permite gestión de: (conexiones, rendimiento, pruebas, fallos) a través de SNMP, SNMPv1 / v2, CLI sobre UDP o SSH, TL1 sobre UDP o SSH, configuración de servicios

#### 4. Sistema de Gestión 5520 AMS

El sistema proporciona gestión de alarmas, mecanismos de configuración de nodo, de servicios y usuarios, gestión del rendimiento de las redes de acceso, gestión de las release SW en los nodos de acceso y back-up/restore de los nodos de acceso. Todo ello gestionado por medio de una interfaz gráfica de usuario intuitiva y navegación árbol jerárquico. El cliente 5520 AMS (Puesto de operador) es una entidad de software independiente que se ejecuta tanto en un PC basado en Windows o estación de trabajo basada en Linux. Con la interfaz gráfica el operador tiene la opción de navegar por el

árbol de elementos o utilizar la representación gráfica del equipo. Se adjunta diagrama a modo de ejemplo, Figura 8:



**Figura 8.** Interfaz Gráfica de Gestión 5520 AMS.

## 5. Dimensionamiento de los Equipos Activos GPON

El volumen de los equipos activos se ha considerado teniendo en cuenta las siguientes premisas

- Datos de Ubicación con los servicios requeridos
- Bucles que pueden soportar las ONTs (300 metros máximo)
- Tipo de servicio que se ofrece POT, ADSL, VDSL2, FE.

Los equipos considerados son los siguientes:

### 1 Equipo OLT 7360 FX-4

- Dirección Territorial IJ.

### 3 Equipos MDU 7353 CX 16VPE.

- Escuela Primaria Celia Sánchez Manduley.
- Club de Computación.
- Escuela Primaria Abel Santamaría Cuadrado.

### 11 Equipos MDU 7353 MX.

- 3 Edificios de Cristales.



- 1 Edificio 9 Plantas.
- 2 Edificios Rodeo\_1.
- 2 Edificios Rodeo\_2
- 2 Edificios Mercado\_1
- 4 Edificios Pesca.
- 4 Edificios Médicos.

### **3 Equipos MDU 7353 MX.**

- 10 Edificios de 59 y 18.
- 3 Edificios 57 y 18.

### **10 Equipos ONT 7368 G440 G-A**

- 1 Oficina Comercial Empresa Eléctrica.
- 1 Empresa de Comercio y Gastronomía.
- 1 Mini punto ETECSA.
- 1 Quiosco CIMEX.
- 1 Quiosco Comercio y Gastronomía.
- 1 Quiosco TRD.
- 1 Oficina de Correos de Cuba.
- 2 Consultorio.
- 1Círculo Infantil Ismaelillo.

Para el estudio y propuesta técnica para llevar a cabo el diseño y la construcción de la planta externa correspondiente a la red de fibra FTTx en Abel Santamaría se parte de aprovechar la fibra tendida entre la Dirección Territorial donde se ubicará el equipo lado central u OLT, y la Oficina de Trámites, cubriendo solo 1 Km 173.30m de distancia, Figura 9.





**Figura 9.** Despliegue Fibra Óptica desde DT.

La Figura 10 que se muestra a continuación es una vista aérea del área ocupada por Abel Santamaría y la distribución de las unidades a conectar:



**Figura 10.** Vista aérea de las unidades a conectar en el reparto Abel Santamaría.

## 6. Conclusiones.

La migración a una nueva tecnología, normalmente conlleva a cambios en equipos activos y pasivos, en cambio en este caso con la migración de la red actual totalmente de cobre a red GPON con acceso a través de fibra óptica no conduce a cambios bruscos pues se reutilizan algunos recursos de esta plataforma como son los pares de cobre hacia el hogar en algunos casos.



Este tipo de tecnología GPON aumenta la calidad de servicio y mejora las condiciones para realizar el mantenimiento, brinda mejor seguridad en relación a la protección contra descargas eléctricas, al contener elementos dieléctricos en su principal sistema de acceso. Tomando en cuenta la geografía, la topología y arquitectura seleccionada y todas las características que posee el diseño y la tecnología a usar se puede reutilizar la misma para seguir desplegando las redes GPON a otros repartos cercanos de alta densidad poblacional como Micro 70 y Micro 2, aprovechando sus ventajas como su flexibilidad, escalabilidad, fiabilidad, ancho de banda y calidad para cualquier servicio de telecomunicaciones que brinda la empresa.





## 7. Referencias Bibliográficas.

- [1] U. Y.2001, "Visión general de las redes de próxima generación.," (12/2004).
- [2] U. G.1000, "Calidad de servicio en las comunicaciones: Marco y definiciones.," (11/2001).
- [3] U. E.800, "Definiciones de términos relativos a la calidad de servicio.," (09/2008).
- [4] U. G.984.1, "Redes ópticas pasivas con capacidad de Gigabits: Características generales.," (03/2003).
- [5] U. L.19, "Red de cobre multipar que soporta servicios múltiples compartidos tales como telefonía tradicional, RDSI y xDSL," (11/2003).
- [6] U. G.984.3, "Gigabit-capable passive optical networks (G-PON): Transmission convergence layer specification.," (01/2014).
- [7] U. Y.1910, "Arquitectura funcional de la TVIP.," (09/2008).
- [8] U. G.984.2, "Enmienda 1: Nuevo apéndice III – Prácticas idóneas utilizadas en la industria para redes ópticas pasivas con capacidad de 2,488 Gbit/s en sentido descendente y 1,244 Gbit/s en sentido ascendente.," (02/2006).
- [9] U. P.1010, "Objetivos fundamentales de la transmisión vocal para terminales y pasarelas VoIP," (07/2004).
- [10] U. G.711, "MODULACIÓN POR IMPULSOS CODIFICADOS (MIC) DE FRECUENCIAS VOCALES," 1993.
- [11] U. G. A. I, "Apéndice I: Calidad de funcionamiento de los códecs G.729 con inicialización síncrona externa en los sistemas que utilizan algoritmos de detección de actividad vocal/transmisión discontinua/generador de ruido de confort externos.," (06/2001).
- [12] U. H.248.28, "Protocolo de control de las pasarelas: Lotes de señalización internacional asociada al canal," (03/2004).
- [13] U. G.723.1, "CÓDEC DE VOZ DE DOBLE VELOCIDAD PARA LA TRANSMISIÓN EN COMUNICACIONES MULTIMEDIOS A 5,3 Y 6,3 kbit/s," (03/96).
- [14] U. G.168, "Digital network echo cancellers," (04/2015).
- [15] U. G.165, "COMPENSADORES DE ECO," (03/93).





- [16] U. T. E. 4, "Procedimientos para la comunicación facsímil en tiempo real entre terminales facsímil del grupo 3 por redes con protocolo Internet. T.38," (07/2001).
- [17] U. G.984.4, "Gigabit-capable passive optical networks (G-PON): ONT management and control interface specification.," (07/2010).
- [18] U. G.992.5, "Transceptores para línea de abonado digital asimétrica – Línea de abonado digital asimétrica 2 de anchura de banda ampliada.," (12/2006).

<https://diocobertsi.files.wordpress.com/2015/09/alcatel-lucent-ont-manual.pdf>

[http://www.isticom.it/documenti/rivista/rivista2014/8\\_sperimentazione\\_traguardo\\_agenda\\_digitale\\_europea\\_2020.pdf](http://www.isticom.it/documenti/rivista/rivista2014/8_sperimentazione_traguardo_agenda_digitale_europea_2020.pdf)

<http://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/4599/Enrique%20Fern%C3%A1ndez%20Aguilar.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

<http://www.naun.org/main/UPress/cc/c022012-124.pdf>

<https://translate.google.com/cu/translate?hl=es-419&sl=en&u=https://networks.nokia.com/products/5520-access-management-system&prev=search>

<https://networks.nokia.com/products/5520-access-management-system>

[https://translate.google.com/cu/translate?hl=es-419&sl=en&u=http://knowlton.osu.edu/sites/default/files/courses/Arch5520\\_Au15\\_0.pdf&prev=search](https://translate.google.com/cu/translate?hl=es-419&sl=en&u=http://knowlton.osu.edu/sites/default/files/courses/Arch5520_Au15_0.pdf&prev=search)

[http://knowlton.osu.edu/sites/default/files/courses/Arch5520\\_Au15\\_0.pdf](http://knowlton.osu.edu/sites/default/files/courses/Arch5520_Au15_0.pdf)

[http://www.pexx.net/pdfs/brochures/alcatel\\_lucent/mpr9500/META\\_BRO.pdf](http://www.pexx.net/pdfs/brochures/alcatel_lucent/mpr9500/META_BRO.pdf)

[http://www.commprog.com/wp-content/uploads/2015/10/Alcatel-Lucent\\_Fixed\\_Access.pdf](http://www.commprog.com/wp-content/uploads/2015/10/Alcatel-Lucent_Fixed_Access.pdf)

[https://translate.google.com/cu/translate?hl=es-419&sl=en&u=http://www.alcatel-lucent.de/university/fba/files/FBA\\_Certification\\_Training\\_Catalogue.pdf&prev=search](https://translate.google.com/cu/translate?hl=es-419&sl=en&u=http://www.alcatel-lucent.de/university/fba/files/FBA_Certification_Training_Catalogue.pdf&prev=search)





[http://www.alcatel-lucent.de/university/fba/files/FBA\\_Certification\\_Training\\_Catalogue.pdf](http://www.alcatel-lucent.de/university/fba/files/FBA_Certification_Training_Catalogue.pdf)

[http://www.air-broadband.com/fileadmin/user\\_upload/Pr%C3%A4sentationen/AIR\\_Broadband\\_ISAM\\_Pr%C3%A4sentation.pdf](http://www.air-broadband.com/fileadmin/user_upload/Pr%C3%A4sentationen/AIR_Broadband_ISAM_Pr%C3%A4sentation.pdf)

<http://www.gikogroup.com/portfolio/caja-de-derivacion-en-planta/>

<http://www.gikogroup.com/portfolio-categories/cajas-de-derivacion/>

<http://www.gikogroup.com/portfolio-categories/red-de-distribucion/page/3/>

<http://www.gikogroup.com/fttx-2/red-de-distribucion/>

<https://es.slideshare.net/GikoGroup/presentacion-giko-es-44211421>

<http://www.gikogroup.com/fttx-2/red-de-distribucion/cajas-de-derivacion/>

[http://www.gikogroup.com/wp-content/uploads/2014/10/caja\\_derivacion\\_precon\\_8abonados.pdf](http://www.gikogroup.com/wp-content/uploads/2014/10/caja_derivacion_precon_8abonados.pdf)

[http://www.ieee802.org/3/efm/public/sep01/khermosh\\_1\\_0901.pdf](http://www.ieee802.org/3/efm/public/sep01/khermosh_1_0901.pdf)

<http://www.itu.int/itudoc/itu-t/workshop/optical/s3amp03.pdf>

<https://www.ietf.org/meeting/86/tutorials/86-IEEE-8021-Thaler.pdf>

<http://homes.di.unimi.it/~gfp/Reti/Slides/1999-00/Gai/vlan.pdf>

[http://www.goamt.com/wp-content/uploads/2015/08/7368\\_ISAM\\_ONT\\_G-240G-A\\_AMT.pdf](http://www.goamt.com/wp-content/uploads/2015/08/7368_ISAM_ONT_G-240G-A_AMT.pdf)

<https://es.scribd.com/doc/253064732/Red-Gpon-pdf>

<http://www.ieee.org.ar/downloads/FTTH-Primer.pdf>

<http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/electronica/ElectronicaAplicadaIII/PlantelExterior/IntroduFOcalculos.pdf>





**Convención Científica Internacional 2017**  
**CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD. PERSPECTIVAS Y RETOS**  
**Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas**



[http://www.um.edu.uy/upload/descarga/web\\_descarga\\_179\\_CaractersticageneralesredfibrapticaalhogarFTTH.-VVAA.pdf](http://www.um.edu.uy/upload/descarga/web_descarga_179_CaractersticageneralesredfibrapticaalhogarFTTH.-VVAA.pdf)

<http://www.c3comunicaciones.es/Documentacion/Guia%20FTTH%20PON%20de%20EXFO%202013.pdf>

<http://www.ramonmillan.com/documentos/gpon.pdf>

<http://www.ccapitalia.net/descarga/docs/2012-gpon-introduccion-conceptos.pdf>

