



MIGRACIÓN HACIA NGN EN LA PROVINCIA DE GRANMA

MIGRATION TO NGN IN THE GRANMA PROVINCE

Randy Verdecia Peña¹

Resumen

Debido a la necesidad de introducción e integración de la red de la provincia de Granma, hacia una red NGN, como solución a las deficiencias en la infraestructura de la misma, en el presente trabajo se brinda una propuesta de Red de Nueva Generación para la provincia de Granma partiendo de las condiciones actuales de esta y considerando la existencia del dorsal nacional IP/MPLS como transporte. Primeramente, se analiza la estructura del modelo NGN, así como sus características, facilidades y protocolos de señalización. Posteriormente se realiza un profundo análisis del equipamiento propuesto por el fabricante Huawei, evaluando la disponibilidad y las potencialidades de esta tecnología. Finalmente, se exponen elementos que contribuyen a la migración de la red de telecomunicaciones actual de Granma hacia una red NGN.

Palabras clave: provincia de Granma, solución, red de nueva generación (NGN), IP/MPLS, nodo de acceso multiservicio (MSAN), migración hacia NGN.

Abstract

Due to the need of introducing and integrating the province network into a Next Generation Network, as a solution to the deficiencies of its infrastructure, in this paper a proposal for a Next Generation Network for Granma province is done, based on its current conditions and considering the existence of the IP/MPLS national backbone as transport. Firstly, the Next Generation Network model structure features, facilities and signaling protocols are analyzed. Secondly, a detailed analysis of the equipment proposed by the Huawei manufacturer is performed, evaluating the availability and potentials of this technology. Finally, elements that contribute to the migration of the current telecommunications network in Granma Province to a Next Generation Network are discussed.

Keywords: Granma Province, Solution, Next Generation Network (NGN), IP/MPLS, Multiservice Access Node (MSAN), NGN migration.

^{1,*}Departamento de Ingeniería Eléctrica, Centro de Estudios en Telecomunicaciones (CETUC), Pontificia Universidad Católica de Río de Janeiro. Río de Janeiro - Brasil. Autor para correspondencia ✉: randy.verdecia@cetuc.puc-rio.br.
 <http://orcid.org/0000-0003-4798-2681>.

Recibido: 17-12-2018, aprobado tras revisión: 05-11-2018

Forma sugerida de citación: Verdecia Peña, R. (2019). «Migración hacia NGN en la provincia de Granma». INGENIUS. N.º 21, (enero-junio). pp. 78-87. DOI: <https://doi.org/10.17163/ings.n21.2019.08>.

1. Introducción

En la actualidad, el sector de las telecomunicaciones está inmerso en una significativa e intensa evolución, originada principalmente por los cambiantes y cada vez más exigentes requerimientos de los clientes [1]. Esta evolución implica que los operadores de telecomunicaciones deban mejorar constantemente sus redes para satisfacer las necesidades de quienes esperan cada vez más y mejores servicios [2, 3].

Del lado de la demanda, el crecimiento se ve impulsado por la penetración de las telecomunicaciones y la tecnología de la información en todos los aspectos de la vida humana, en todos los sectores de la actividad económica y social [4–6], administración pública [7], provisión de servicios públicos y gestión de infraestructuras públicas [8], la enseñanza [9, 10], salud [11] y la expresión cultural, gestión del entorno y emergencias, sean naturales o provocadas por el hombre. Del lado de la oferta, el crecimiento se ve impulsado por la rápida evolución tecnológica que mejora constantemente la eficacia de los productos, sistemas y servicios existentes y crea las bases para un flujo continuo de innovaciones en cada uno de estos sectores [12].

En los últimos años ha ocurrido un continuo aumento del volumen de tráfico de la información en las redes de telecomunicaciones, debido principalmente a la proliferación de nuevas aplicaciones que combinan voz, datos y video. El tráfico de datos (la demanda del mercado) aumenta, tanto en el segmento residencial como en el sector empresarial, como resultado fundamentalmente de una combinación de los servicios de datos tradicionales, del tráfico de acceso a Internet y del comercio electrónico. Este crecimiento de la demanda de ancho de banda, unido a las exigencias en las prestaciones asociadas, requiere un replanteamiento de las redes públicas existentes y de un proyecto que satisfaga las demandas.

En términos de evolución, la NGN (*Next Generation Network*) es un paso en el cambio de la red de conmutación de circuito tradicional PSTN (*Public Switched Telephone Network*) a la red IP (*Internet Protocol*) basada en paquetes. En este significado, NGN es la integración de la red de voz basada en TDM (*Time Division Multiple*) y la red de paquete basada en IP/ATM (*Internet Protocol/ Asynchronous Transfer Mode*) [3, 13].

En Cuba, el desarrollo de su infraestructura telefónica y de redes de datos, ha estado a cargo de la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba (ETECSA), hace algunos años comenzó un intenso plan de inversiones dedicado a implementar modernas soluciones que le permitan integrar los servicios telefónicos y de datos en un solo sistema y mejorar así las prestaciones a los clientes [14].

Una de las principales deficiencias que presenta la red de telecomunicaciones de la provincia de Granma

es la coexistencia de dos redes paralelas, la de telefonía y la de datos, esto dificulta la gestión de los recursos e impide, en muchos casos, la implementación de nuevos servicios basados en la tecnología IP. Teniendo lo anteriormente planteado, el objetivo de esta investigación es proponer una solución para la migración de la red de telecomunicaciones de la provincia de Granma hacia una red NGN.

2. Materiales y métodos

La red de telecomunicaciones de la provincia de Granma está conformada fundamentalmente por cuatro anillos, el 93 % de los municipios utilizan como medio de transmisión para el transporte de la información la fibra óptica, la cual emplea como tecnología de transporte SDH (*Synchronous Digital Hierarchy*). Esta red consta de 63 elementos de conmutación, los cuales están soportados por 80 dispositivos de transmisión del fabricante Huawei como son: OSN 3500, OSN 2500, metro 2050, metro 1000, metro 100, metro 500. Para la conmutación de la voz la red consta de un tándem provincial C&C08 de Huawei ubicada en Bayamo.

Por otro lado, la red de datos está conformada por dispositivos DSLAM (*Digital Subscriber Line Access Multiplexer*) IP distribuidos por toda la provincia, los mismos se conectan a la red nacional con un enlace redundante mediante un enrutador NE-40, uno con la provincia Santiago de Cuba y el otro con Holguín. Toda esta red está concebida por la existencia del dorsal nacional IP/MPLS (*Multiprotocol Label Switching*) como red de transporte.

La red NGN es una red de paquetes capaz de proveer servicios de telecomunicaciones de banda ancha a usuarios de diferentes proveedores. Su ventaja fundamental es hacer que todos los servicios, tanto de voz como de datos, converjan en una sola red. Su arquitectura es basada en cuatro capas fundamentales que, junto con los protocolos de señalización, logran su correcto funcionamiento. Entre estos protocolos se pueden citar: H.248, H.323, SIP [15].

Hace algunos años se realizó una propuesta para una migración hacia NGN, en la cual se recomienda usar como enrutador de borde un NE40 de Huawei, el cual tiene que realizar toda la agregación de la red en ese punto, el mismo no tiene la capacidad para realizar tal función ya que debe manejar todo el tráfico de la provincia. En el trabajo no se precisan los sitios de la provincia donde podría instalarse dicha tecnología (MSAN IP), con el fin de lograr la migración hacia esta red, tampoco hace referencia a la cantidad de líneas POTS, ADSL2+ y SHDSL necesarias. Por consiguiente, no se calcula la velocidad de transmisión que se deberá utilizar en los diferentes enlaces de datos en la provincia de Granma.

Existen diferentes proveedores de servicios que han brindado una solución para este tipo de red, pero el fabricante Huawei ofrece una solución completa de este modelo de red acorde con las posibilidades de la economía del país. A tal efecto este proveedor brinda una serie de dispositivos tales como: UMG8900, Softswitch3000, UA5000, que hacen que esta red sea flexible como es descrito en [16–18].

3. Resultados y discusión

Teniendo en cuenta la situación actual de la red de telecomunicaciones de la provincia de Granma, así como la existencia del dorsal IP/MPLS, del softswitch y las posibilidades que brinda el fabricante Huawei, se conformó la propuesta de migración hacia NGN de la provincia de Granma. Para la propuesta de migración se utilizó el CX300 el cual es el elemento que realizará toda la conmutación tanto de la voz como de los datos. Además, este dispositivo será el encargado de comunicarse con la red nacional. En la central digital está ubicada la pasarela de medio UMG8900 con 32 flujos E1, conectados a la central digital C&C08, elemento por el cual se comunicará el mundo IP con el TDM. Otros elementos a utilizar son los MSAN IP, los cuales se desplegarán por toda la provincia.

Para los abonados de datos la solución actual se mantiene, pues permanecerán los DSLAM IP para la conectividad, los mismos se insertarán al mundo IP a través del enrutador de borde al igual que los MSAN IP. Para extender los servicios propios de las NGN a todas las URA conectadas a la C&C08, todo el equipamiento debe soportar funcionalidades NGN. En la provincia existen equipos RSM, RSP, ESM, OLT y la central Alcatel, que no soportan funcionalidades NGN, por lo que los segmentos de red que involucran a los mismos, no podrán disfrutar de todas las ventajas de la solución; de ahí la necesidad de que la etapa de consolidación de red NGN, deberá incluir la sustitución progresiva de estos.

Una llamada de la PSTN actual de la central telefónica de la provincia de Granma con el mundo NGN (externo a esta provincia) se hará transitando por el UMG (utilizado como pasarela de medios); el tráfico será encaminado por el enrutador de borde ubicado en Bayamo, que viajará por el dorsal IP/MPLS hasta su destino. Por el contrario, una llamada territorial del nuevo segmento NGN a la PSTN y viceversa, se establece por medio del UMG y su enrutamiento se garantiza en el propio enrutador de borde situado en la provincia sin salir al dorsal IP/MPLS. Todo el control del establecimiento de la llamada, tarificación, entre otras acciones de supervisión de la red lo realizan los dos softswitch.

En la Figura 1 se ilustra la propuesta de migración

de NGN para Granma. El proveedor de servicios a utilizar es Huawei, ya que brinda una solución más completa y a un costo razonable a la situación económica actual de nuestro país. Se propone que en el local de la central digital donde está situada la Central TDM C&C08 se ubique el UMG 8900, utilizado como pasarela de la Central TDM C&C08 que permite la comunicación entre los clientes TDM e IP. Además, en este local se instalarán dos lanswitch S5328 de 24 puertos conectados en *stack* (paralelo), con el objetivo de agregar en este punto todos los servicios provenientes del MSAN IP que se propone ubicar en dicho local y prever las futuras ampliaciones del mismo, además de la migración de forma paulatina de los abonados conectados a la central digital C&C08 hacia NGN.

En el local del CMT se propone ubicar el CX 300 de Huawei, elemento que realizará todas las conmutaciones de la red a nivel provincial, tendrá funcionalidades de agregación para ambas redes, voz y datos, conectándose con dos enlaces G/E a los lanswitch S5328 y mediante F/E a la red SDH provincial, usando el equipo OSN 3500 ubicado en el CMT y con la red SDH nacional utilizando el OSN 7500 con dos enlaces G/E, respectivamente. El CX 300 cuenta con una velocidad de backplane de 48 Gbps, utiliza protocolo de enrutamiento OSPF, IS-IS y BGPv4. En esta propuesta de migración se mantendrán los MSAN TDM, las URA y otros equipos que se utilizan actualmente para brindar servicios a los municipios de la provincia, se pondrán un total de 8 MSAN IP, se incluye el del local de la central digital que hace posible dar servicio a 24 000 abonados nuevos en toda la provincia, aunque en esta solución solo se instalarán 9408 servicios entre telefonía fija y datos.

La proyección futura debe ir hacia la consolidación de las redes NGN, por lo que de forma paulatina se deberá migrar los MSAN actuales con funcionalidad TDM hacia el mundo IP, eliminando la función que hoy realiza C&C08 para conectarlos directamente al enrutador CX 300, igualmente todos los sitios nuevos que se agreguen a la red serán ya con funcionalidades IP. En el caso de esta propuesta solo serán 8 sitios los que serán instalados, por tres razones fundamentales: cambio tecnológico, baja densidad telefónica y ampliación de la red, en la Tabla 1 se muestran los equipos a utilizar y su ubicación.

La teoría de Erlang es aplicable al servicio de telefonía básica, independientemente del soporte, medio o tecnología que se utilice para brindarlo; es el comportamiento de los usuarios el que determina su validez. Se aplica al servicio, no a la tecnología. Existen dos teorías: la de pérdidas (Erlang B) y la de colas (Erlang C). Por tanto, es aplicable al dimensionamiento de los recursos que le servirán de soporte en la NGN; en este caso la velocidad de transmisión VoIP requerida para cursar tráfico sobre este tipo de red.

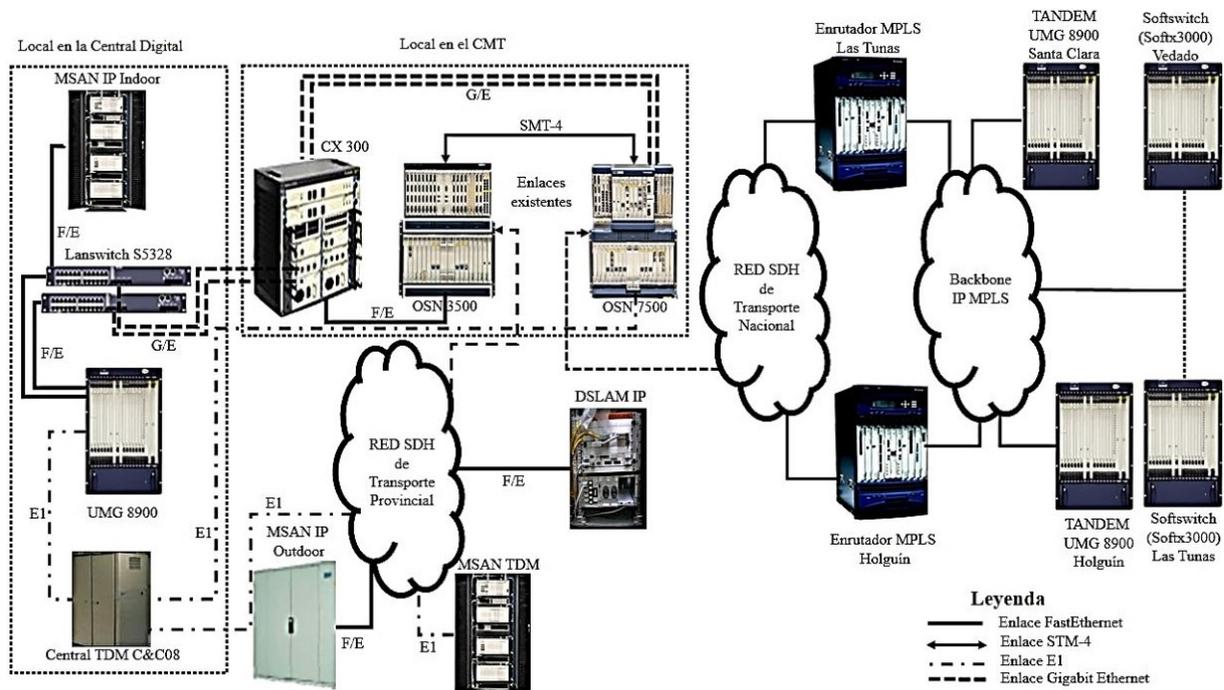


Figura 1. Propuesta de migración de NGN para Granma, proveedor Huawei.

En las redes tradicionales TDM, cuando se calcula la cantidad de circuitos necesarios para cursar un tráfico determinado con un por ciento de pérdida dado, indirectamente se está calculando velocidad de transmisión, porque cada circuito es un canal PCM con una velocidad de transmisión de 64 Kbps.

Tabla 1. Ubicación de los MSAN IP

Equipo	Lugar	Equipo de transmisión
MSAN IP (Interior)	Bayamo	Metro 1000
MSAN IP (Interior)	Cauto Cristo	Metro 1000
MSAN IP (Interior)	Río Cauto	Metro 1000
MSAN IP (Interior)	Niquero	Metro 1000
MSAN IP (Interior)	Manzanillo	OSN 3500
MSAN IP (Exterior)	Vázquez	OSN 500
MSAN IP (Exterior)	Camilo 1	OSN 500
MSAN IP (Exterior)	Camilo 2	OSN 500

Para el cálculo de la velocidad de transmisión de la voz hay que tener en cuenta que cada protocolo o capa cuando encapsula un paquete IP le añade sus encabezados para poder procesarlo y enrutarlo, lo que provoca que el paquete a transmitir tenga un tamaño en bit muy superior al Payload o carga útil de voz. Cada CODEC tiene una velocidad de transmisión de paquetes de voz predeterminada que debido al incremento del tamaño de los paquetes se traduce en un incremento de velocidad de transmisión requerida. Para transmitir la voz desde un MSAN IP a través de la red IP, se tienen que utilizar los siguientes protocolos: Protocolo de en-

lace Capa 2. IEEE 802.3, IP, UDP (User Datagram Protocol) y RTP (Real-time Transport Protocol) [19].

En la Tabla 2 se muestran los cálculos de las velocidades de transmisión realizados en [20], así como el número de líneas necesarias en cada una de las 8 localidades.

Tabla 2. Número de líneas y velocidades de transmisión necesarias

Sitios	N.º líneas	Voz (Mbps)	Datos (Mbps)	Voz + Datos (Mbps)
Bayamo	896	12	26	38
Cauto Cristo	864	12	22	34
Río Cauto	1216	15	34	49
Niquero	960	13	26	39
Manzanillo	896	12	26	38
Vázquez	960	13	26	39
Camilo I	960	13	26	39
Camilo II	960	13	26	39

3.1. Migración sitio Camilo I y II

El reparto Camilo Cienfuegos es una de las zonas más extensas de la cabecera provincial (Bayamo). Es una localidad de alta densidad de viviendas, y de baja densidad telefónica, con solo el 8,58 % de la demanda de pares telefónicos. La red actual está saturada con cables de baja capacidad, en comparación con la cantidad de viviendas existentes y la demanda de servicios telefónicos. El problema de la red de esta zona se debe a la saturación de las redes existentes en la provincia:

fija, móvil, radio. Además, en las URA de Bayamo no se dispone de más puertos, lo que trae consigo que:

- El 66,66 % de las viviendas demanda, al menos, un par telefónico por vivienda.
- El 41,67 % de las edificaciones son de 2 o más niveles.
- El restante 33,33 % demanda un par telefónico cada dos viviendas.
- La densidad telefónica del servicio básico es de solo 2,04 servicios por cada 100 habitantes.

En la Figura 2 se observa la estructura de la red Camilo Cienfuegos. Para la migración de esta zona se propone la utilización de dos MSAN IP Outdoor (Camilo Cienfuegos I y Camilo Cienfuegos II). Los MSAN IP emplearán la red SDH provincial como transporte de los paquetes IP. Se propone también la instalación de dos OSN 500 que se utilizarán como elementos de transmisión de la nueva estructura de red del sitio; los mismos constarán de una tarjeta EFS para los servicios de Ethernet, previendo las conexiones futuras de transmisión de datos asociadas al área de distribución de planta exterior. Los MSAN IP utilizarán, además, dos tarjetas de control de banda estrecha (PVM) y dos de banda ancha (IPMD).

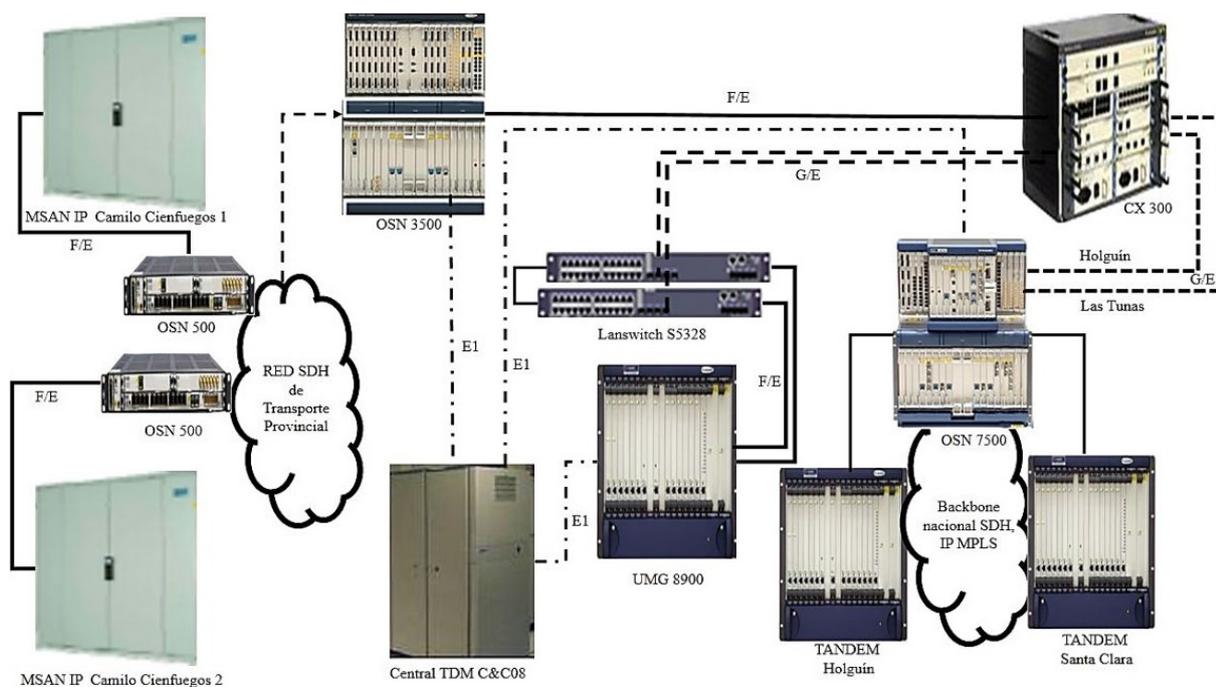


Figura 2. Propuesta de red del sitio Camilo Cienfuegos I y II.

3.2. Migración sitio Bayamo

El sitio Bayamo posee una central TDM C&C08 que presenta 51 520 líneas, de las cuales 9040 se encuentran instaladas en el propio centro telefónico distribuidos en 3 gabinetes RSP de las cuales 8942 están brindando servicios. Estos además de ser catalogados de tecnología obsoleta están a máxima capacidad.

Como se muestra en la Figura 3 el MSAN IP de Bayamo se conectará directamente a los lanswitch

S5328 y estos al CX 300, siendo este el dispositivo encargado de realizar la conmutación hacia el destino final.

El MSAN de Bayamo poseerá dos tarjetas de control para servicios de banda estrecha (PVM) y dos para servicios de banda ancha (IPMD). Las cuatro tarjetas serán cableadas a los lanswitch S5328 que concentrarán el tráfico de la URA IP. Los softswitch del Vedado y Las Tunas realizarán el control del MSAN IP mediante el protocolo H.248.

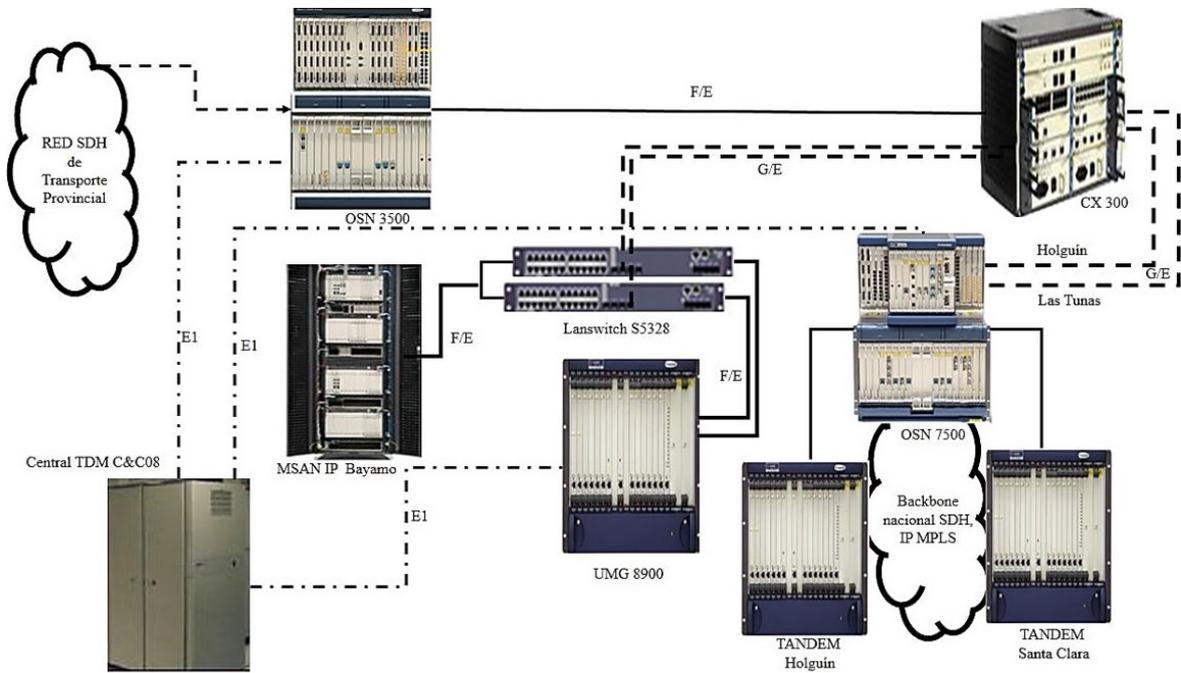


Figura 3. Propuesta de red del sitio Bayamo.

3.3. Migración sitio Río Cauto

El municipio de Río Cauto actualmente posee una URA DLC de la central TDM C&C08 con un total de 800 líneas, de las cuales 788 están en servicio, la misma se encuentra catalogada como una tecnología obsoleta.

Para dar solución al problema existente en este municipio, es necesario realizar un cambio total de la tecnología (DLC) presente aquí. Se logrará a través de

la instalación de un MSAN IP Indoor del tipo F02A HABA cableado posterior del proveedor de servicios Huawei, que será controlado por los softswitch del Vedado y Las Tunas. El MSAN IP poseerá un lanswitch S3328 para recibir el cableado de las interfaces FE de los puertos de las tarjetas de control en banda estrecha (PVM) y banda ancha (IPMD). El equipo de transmisión que se utilizará es el Metro 1000 existente en el propio municipio, como se muestra en la Figura 4.

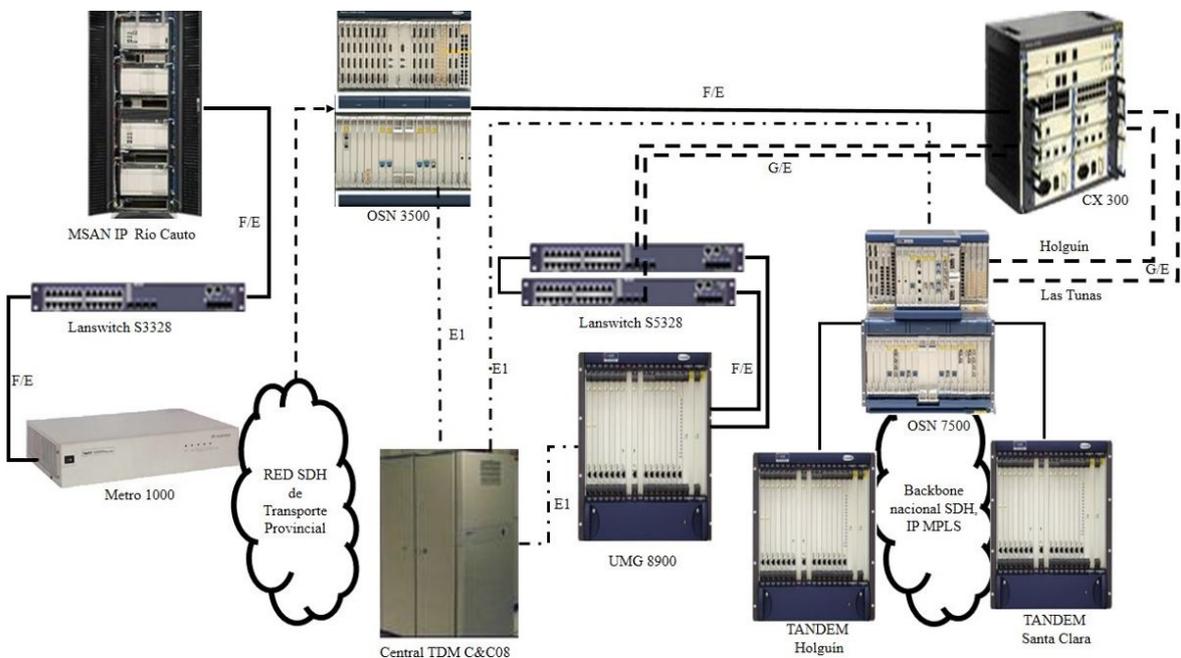


Figura 4. Propuesta de red del sitio Río Cauto.

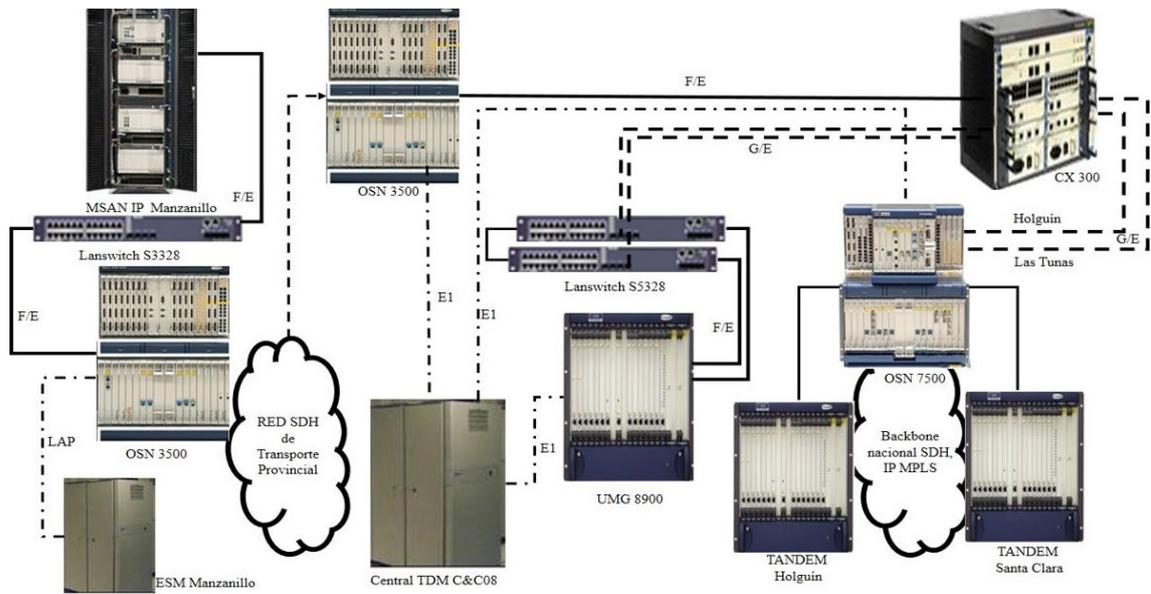


Figura 6. Propuesta de red del sitio Manzanillo.

3.6. Migración sitio Vázquez

El reparto Vázquez es uno de los más extensos del municipio de Manzanillo. Es una zona de alta densidad de viviendas, y de baja densidad telefónica. Para solucionar la situación descrita anteriormente, en esta zona se ubicará un MSAN IP del tipo F01D1000 con 960 líneas POTS, 192 ADSL2+ (combos) y 16 SHDSL (datos puros), equipado para ofrecer servicios VoIP. El MSAN utilizará tarjetas de control de banda estrecha (PVM) y ancha (IPMD).

En la Figura 7 se muestra la estructura de la red del sitio Vázquez. El MSAN IP empleará la red SDH

provincial como transporte de los paquetes IP, y se propone como elemento de transmisión de esta zona un OSN 500; el mismo constará de una tarjeta EFS para los servicios de Ethernet, previendo las conexiones futuras de transmisión de datos asociada al área de distribución de la planta exterior. El tráfico telefónico y de datos puede ser del mundo IP al TDM y entre mundos IP, municipal, provincial y nacional. La comunicación de este segmento de red con los abonados provinciales y nacionales transitará por la red SDH provincial, de la misma forma que el sitio Camilo Cienfuegos, utilizando como elemento de transmisión un OSN 500.

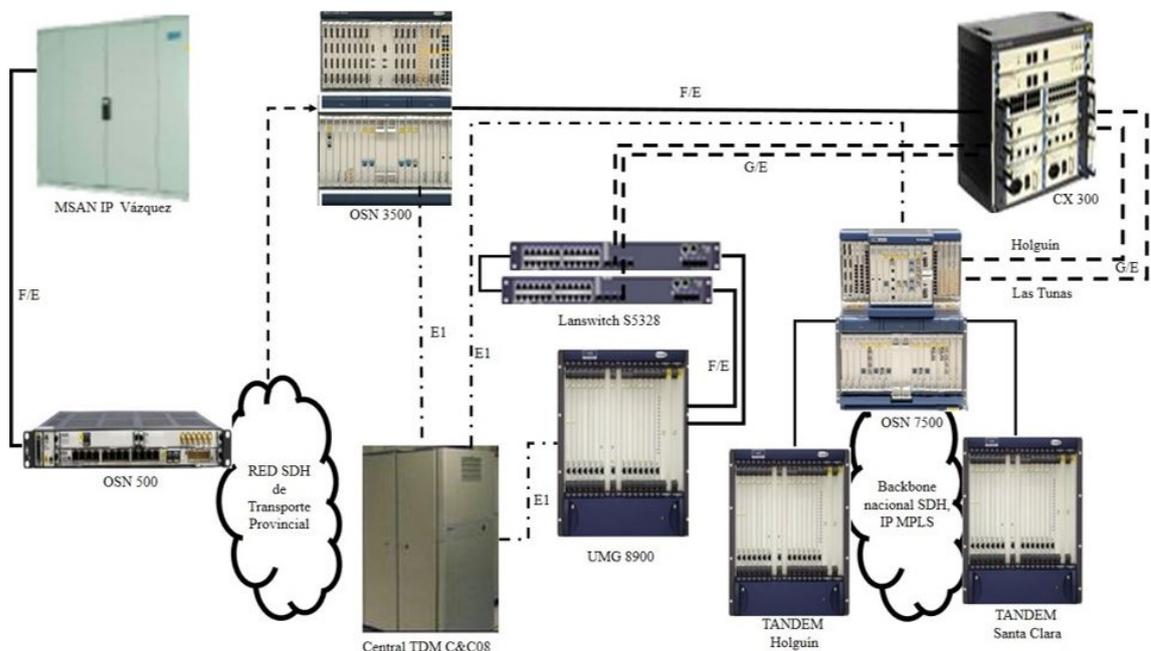


Figura 7. Propuesta de red del sitio Vázquez.

3.7. Migración sitio Niquero

El municipio costero de Niquero posee actualmente una URA RSM de la central TDM C&C08 que poseen 1216 líneas, de las cuales 1153 están en servicio, siendo esto un equipamiento obsoleto y, por lo tanto, no puede someterse a ampliaciones internas de su *hardware*.

Para realizar una ampliación de líneas en esta parte de la provincia de Granma se instalará un MSAN IP F02A HABA de cableado posterior de tecnología

Huawei que será insertado en la solución NGN de Huawei para la provincia.

El MSAN poseerá un lanswitch S3328 para recibir el cableado de las interfaces FE de los puertos de las tarjetas de control de banda estrecha (PVM) y banda ancha (IPMD). Este equipo constará con 960 líneas POTS, 192 ADSL2+ y 16 líneas SHDSL. Este se insertará a la red de transporte provincial mediante un Metro 1000 que se encuentra en servicio en el sitio, como se muestra en la Figura 8.

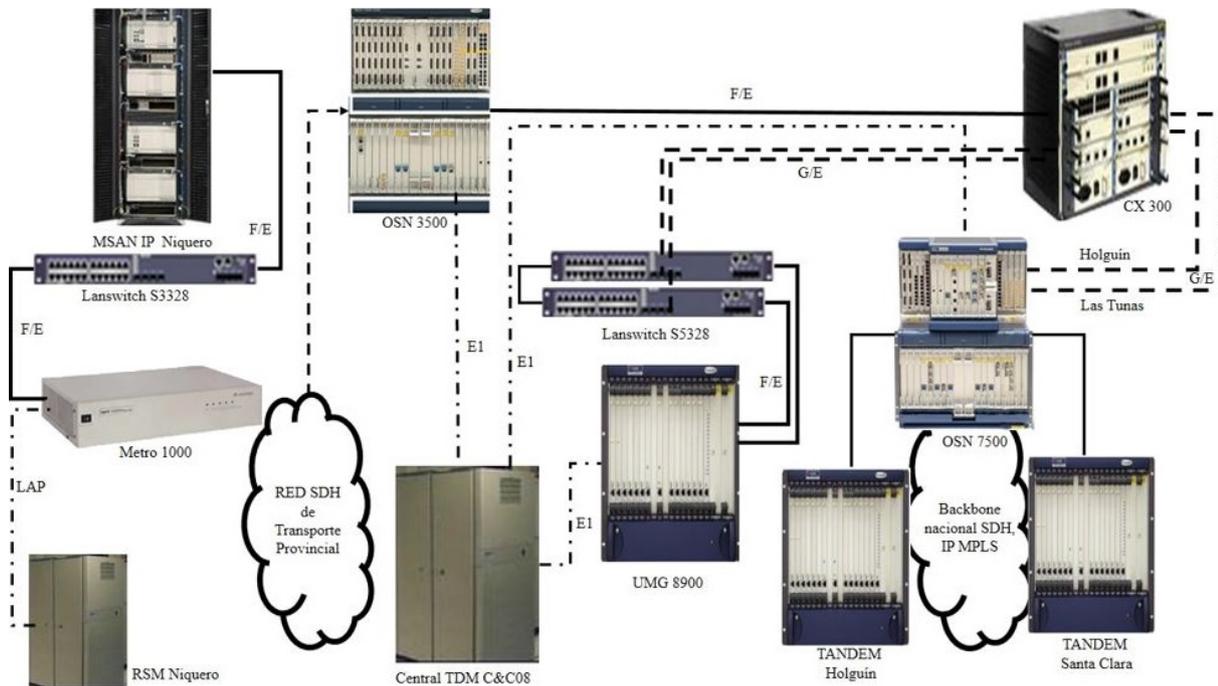


Figura 8. Propuesta de red del sitio Niquero.

4. Conclusiones

La propuesta para la migración de la red de telefonía y de datos de la provincia de Granma hacia NGN reutiliza al máximo la infraestructura de telecomunicaciones actual, lo que permite un ahorro considerable del presupuesto asignado al proyecto. La solución propuesta no conduce a la total migración de la provincia de Granma a NGN, esto se debe a que no se cuenta con el capital suficiente para abarcar todos los sitios, sin embargo, se crean las bases para la rápida expansión de esta tecnología a los lugares que no se llega en esta fase.

El hecho de que más del 90 % de los municipios estén conectados a la red de fibra óptica nacional, facilita la futura instalación de los equipos NGN necesarios en los sitios que no se tuvieron en cuenta en esta parte del proyecto.

La determinación de los sitios de la provincia donde se instalarán los nuevos MSAN IP será decisivo para

poder aumentar el número de líneas telefónicas y de datos, además de que se podrán eliminar las tecnologías más obsoletas existentes en la red de la provincia de Granma.

Referencias

- [1] E. Öztürk, E. Basar, and H. A. Çirpan, "Generalized frequency division multiplexing with flexible index modulation," *IEEE Access*, vol. 5, pp. 24 727–24 746, 2017. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2768401>
- [2] UIT, *Informe sobre el desarrollo mundial de las telecomunicaciones 2002*. Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2002. [Online]. Available: <https://goo.gl/HLLi74>
- [3] CET, *Las telecomunicaciones y la movilidad en la sociedad de la información*. Centro de Estudios

- de Telecomunicaciones de América Latina, 2004. [Online]. Available: <https://goo.gl/oGBt4P>
- [4] S. Jiménez and J. Lira, *Desarrollo de las telecomunicaciones: Una fuente para el progreso*. Libertad y desarrollo, 2015. [Online]. Available: <https://goo.gl/5HWYgT>
- [5] M. Rodríguez, “Crecimiento y expansión de los servicios de telecomunicaciones en Argentina durante la posconvertibilidad, ¿concentración económica con descentralización productiva?” *Galega de Economía*, vol. 25, no. 1, pp. 121–136, 2016. [Online]. Available: <https://goo.gl/o6QmmQ>
- [6] A. L. Mellado Ochoa, “La infraestructura de telecomunicaciones y el desarrollo económico de los países,” Master’s thesis, Universidad del Pacífico, Perú, 2016. [Online]. Available: <https://goo.gl/82nRgN>
- [7] ENS, *El sector de las telecomunicaciones: Entramado de relaciones laborales con los gigantes colombianos*. ENS. Escuela Nacional Sindical, 2015. [Online]. Available: <https://goo.gl/dDpqmo>
- [8] M. de Telecomunicaciones, *Plan Nacional de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información del Ecuador 2016-2021*. Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, Ecuador, 2016. [Online]. Available: <https://goo.gl/kJwWaa>
- [9] R. Verdecia Peña and M. Paneque Mojena, “Aula especializada para el fortalecimiento de la preparación integral de los trabajadores de la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba,” *Didascia: Didáctica y Educación*, vol. 8, no. 1, pp. 131–142, 2017. [Online]. Available: <https://goo.gl/pDoKg7>
- [10] R. M. Hernández, “Impacto de las TIC en la educación: Retos y perspectivas,” *Propósitos y Representaciones*, vol. 5, no. 1, pp. 325–347, 2017. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.20511/pyr2017.v5n1.149>
- [11] L. Y. Avella Martínez and P. P. Parra Ruiz, *Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICS) en el sector salud*. Especialización en Administración en Salud Pública y Servicios de Salud, Universidad Nacional de Colombia., 2013. [Online]. Available: <https://goo.gl/8e8eTQ>
- [12] G. E. Cano Pita, “Las TIC en las empresas: evolución de la tecnología y cambio estructural en las organizaciones,” *Dominio de las Ciencias*, vol. 4, no. 1, pp. 499–510, 2018. [Online]. Available: <https://goo.gl/JFPNRs>
- [13] S. K. Mohapatra, “Integrated planning for next generation networks,” in *2009 IFIP/IEEE International Symposium on Integrated Network Management-Workshops*, June 2009, pp. 205–210. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1109/INMW.2009.5195961>
- [14] O. A. Gusmán Obregón, Y. A. Marín Muro, and C. Rodríguez López, *Red de próxima generación. Una alternativa para la implementación de nuevos servicios en la red de telecomunicaciones de Cuba*. Facultad de Ingeniería Eléctrica. Universidad Central Marta Abreu de las Villas, Cuba., 2007. [Online]. Available: <https://goo.gl/aXtjBV>
- [15] A. B. Johnston, *SIP: Understanding the Session Initiation Protocol*. Artech House, 2009. [Online]. Available: <https://goo.gl/jCCYgk>
- [16] ETECSA, *U-SYS NGN*. Empresa de telecomunicaciones de CUBA S. A., 2006.
- [17] HUAWEI, “U-sys softx3000 softswitch system,” Huawei Technologies Proprietary, Tech. Rep., 2004. [Online]. Available: <https://goo.gl/xSp4WY>
- [18] Huawei, “System description of umg5900,” Huawei Technologies, Tech. Rep., 2004. [Online]. Available: <https://goo.gl/HXAXGU>
- [19] O. González Soto, *Concepto y arquitectura de las redes NGN*. International Telecommunications Union (ITU), 2006. [Online]. Available: <https://goo.gl/RZ4sD7>
- [20] R. Verdecia Peña, *Propuesta para la migración hacia NGN en la provincia de Granma*. Tesis presentada en opción al título de Ingeniero en Telecomunicaciones y Electrónica, Universidad de Oriente Sede ISPJAM, Santiago de Cuba, Cuba, 2014.