

AMPLIACIÓN DEL ANCHO DE BANDA EN EL TRAMO ÁVILA -PLAZA SUCRE, ÁVILA – PINTO SALINAS, ÁVILA – CENTRO MÉDICO Y ÁVILA – ALTA VISTA, DE LA RED DE TELEFÓNICA VENEZUELA.

Arteaga Guzman, Luis Daniel

Escuela de Telecomunicaciones, Universidad Católica Andrés Bello.

Caracas, Venezuela

luisdanielarteaga95@gmail.com

Resumen—El siguiente artículo describe la propuesta de ampliación de ancho de banda para los tramos establecidos para la red de Telefónica Venezuela. Dicha propuesta, garantiza la estabilidad en la calidad del servicio, mientras se procede a realizar cada ampliación requiriendo específicamente ampliar las portadoras QAM, solicitando previamente espacio en el espectro de la banda UHF de la grilla de los canales análogos. En el logro de este proyecto se verán beneficiados los usuarios del servicio de data ya que se busca generar mayor velocidad y mejor calidad tanto para la descarga y subida de la información a la red, logrando así un servicio óptimo y acorde a los consumos y costos del mismo.

Palabras claves—QAM, UHF, ANÁLOGOS, RED, ANCHO DE BANDA.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, en medio de un proceso de transformación digital, en el que la cotidianidad se ve sumergida en todos los medios digitales derivados de internet o no, ha hecho que la demanda del ancho de banda sea cada vez más alta, además de considerar los nuevos protocolos (4G, LTE) que se encuentran en la actualidad y que poco a poco obligan a la migración de nuevas tecnologías.

Dada esta premisa, el principal objetivo que tiene este Trabajo Especial de Grado, es el de ampliar el ancho de banda en el tramo Ávila – Plaza Sucre, Ávila – Centro Médico, Ávila – Pinto Salinas y Ávila – Alta Vista, de la Red de Telefónica Venezuela. Este objetivo se llevará a cabo a través de los procedimientos de instalación, migración de data y desinstalación necesarios para garantizar en todo momento el servicio activo.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En este momento, en medio de una pandemia, que sin duda ha hecho que se adopten mecanismos cada vez más ligados a la necesidad del uso del internet, el poseer lo que coloquialmente

llaman “buen internet” se ha vuelto indispensable para las actividades del día a día, desde aquel profesor que necesita impartir sus clases vía Zoom o Skype, hasta aquellos abuelitos que por el proceso de la Pandemia COVID-19 no pudieron estar cerca de sus nietos y evidenciar su crecimiento en tiempo real.

El uso de la red recoge hábitos de todo tipo: desde la comunicación entre personas (que fue en principio la motivación principal para su desarrollo), hasta el acceso a herramientas de todo tipo, a juegos de todas las clases, o al trabajo desde casa.

A. Objetivo General

Ampliar el ancho de banda en el tramo Ávila – Plaza Sucre, Ávila – Centro Médico, Ávila – Pinto Salinas y Ávila – Alta Vista, de la Red de Telefónica Venezuela.

B. Objetivos Específicos

- Recopilar la información del funcionamiento actual.
- Diagnosticar problemáticas que se presentan actualmente.
- Determinar requerimientos para la ampliación del ancho de banda.
- Migrar del sistema antiguo al sistema que se implementara para la solución.

II. MARCO TEÓRICO

II.1 Redes

Según se establece en el anexo de la Ley 32/2003 (ley general de telecomunicaciones): “Una red de telecomunicaciones está formada por los sistemas de transmisión y, cuando proceda, los equipos de computación y demás recursos que permitan definirlos mediante cable, medios ópticos o de otra índole”.

Las redes de telecomunicaciones, como es obvio se constituyen con el objetivo de prestar servicios de comunicaciones, de muy diversa naturaleza, a los usuarios que se conecta a ella y, así, muchas de las redes que hoy existen pueden ofrecer voz, datos e imágenes con la calidad de servicios deseada, en base a incorporar en la misma una

combinación de tecnologías que hacen posible disponer de un gran ancho de banda y una alta capacidad de conmutación. (1)

II.2 Estructura de una Red de Telecomunicaciones

En general, la estructura de una red típica de telecomunicaciones, y en concreto la de la red telefónica, se puede dividir en tres partes diferenciadas claramente en la mayor parte de los casos son:

- Red de transporte.
- Red de comunicación.
- Red de acceso

Alrededor de las cuales gira una estructura para la gestión y administración, que resulta fundamentalmente para la provisión de servicios y el mantenimiento operativo de la red. (1)

II.3 Proceso de Transmisión

El proceso de transmisión es el que se sigue para hacer llegar el mensaje desde la fuente al consumidor. Se descompone de un gran número de subprocesos, cuyo conjunto tiene como objetivo el mejor aprovechamiento de los medios disponible para el envío (radio o cable); naturalmente, garantizando las debidas calidad y accesibilidad.

Las transmisiones radio se basan en la propiedad de ciertas escrituras, las antenas, de tomar energía de una fuente de excitación y convertirla en radiación (electromagnética) que se propaga por la atmosfera o el espacio libre; o al revés, en la recepción. Las dimensiones y la forma física de las antenas se adecuan al margen de frecuencias a cubrir y la forma de radicación deseada: omnidireccional (para la radiodifusión clásica. ej.) o directiva (para cubrir una ruta de transporte con un radio enlace o para enlaces tierra-satélite-tierra. eje.). (2)

II.4 Ancho de Banda o Broadband

Se define y presenta Ancho de Banda en términos de variables más importantes, broadband es una plataforma convergente y se debe entender en términos de su capacidad para la provisión de una diversidad de aplicaciones y servicios.

Proveer “Banda de Ancha” o simplemente “acceso a Internet” depende de la calidad de la oferta del proveedor relativa a la demanda de recursos por parte de las aplicaciones y contenido que un usuario desea utilizar. (3)

II.5 Características de Ancho de Banda

- **Velocidad o ancho de banda:** Es ampliamente conocido y corresponde al número de bits que pueden ser transmitidos por la red por unidad de tiempo.
- **Latencia (o tiempo de retraso) y “jitter”:** Latencia corresponde al tiempo que demora un mensaje en viajar desde un punto a otro de una red, y que se descompone en los tiempos de propagación, transmisión y en cola.
 1. Tiempo de propagación: resulta de la razón entre la distancia a recorrer entre dos puntos, y a velocidad de la luz en el

medio de propagación (cable, fibra, aire, etc.)

2. Tiempo de Transmisión: es el tiempo que toma transmitir una unidad de datos y es resulta la razón entre el tamaño del paquete de datos a enviar y el ancho de banda disponible.
3. Tiempo en colas: corresponde a los atrasos ocasionados por las colas en la red, debido a los switches necesitan almacenar paquetes por algunos momentos antes de direccionarlos. (4)

II.6 Pathloss 5.0

El programa Pathloss 5 es una herramienta integral de diseño de rutas para enlaces de radio que operan en el rango de frecuencia de 30 MHz a 100 GHz. Es un software de planificación avanzado para diseñar redes y enlaces de relevadores de radio de microondas. Los ingenieros de transmisión que trabajan en la planificación de redes de microondas utilizan estas herramientas de software para garantizar un enfoque metódico y completo de su tarea. (5)

II.7 ODU – IDU

IDU (InDoor Unit): Módulo interno que contiene las funciones de banda base y frecuencia intermedia.

ODU (OutDoor Unit): Módulo externo que dispone de las funciones de radiofrecuencia y que va acoplado a la antena. (10)

II.8 Línea de vista.

Línea de vista se refiere a un camino (path) limpio, sin obstrucciones, entre las antenas transmisoras y receptoras. Para que exista la mejor propagación de las señales RF de alta frecuencia, es necesaria una Línea de vista sólida (limpia - sin obstrucciones).

Cuando se instala un sistema inalámbrico, se debe de tratar de transmitir a través de la menor cantidad posible de materiales para obtener la mejor señal en el receptor. Siempre habrá problemas si se quiere transmitir a través de cualquier metal o concreto reforzado. Si existe una cantidad significativa de metal muy cercana a la antena de transmisión, las señales RF se pueden reflejar en ella cancelando parte de la señal transmitida, produciendo como efecto adverso, la reducción del rango y calidad de la señal principal. (11)

II.9 Polarización de la antena

La polarización de una antena no es más que la orientación del campo eléctrico que se irradia de ella, entre los tipos de polarización tenemos la polarización lineal que puede vertical horizontal. (16)

II.10 Tipo de polarización de la antena

- **Polarización vertical:** Tipo de polarización en el cual el vector eléctrico se halla en un plano vertical.
- **Polarización horizontal:** Tipo de polarización en el cual el vector eléctrico se halla en un plano horizontal. (17)

III. MARCO METODOLÓGICO

Para realizar este Trabajo Especial de Grado, se elaboró un marco metodológico que permita cumplir de forma estratégica cada una de las fases necesarias de forma organizada y lógica.

A. Fase I: Investigación

En el desarrollo de esta fase se realizó la exploración bibliográfica referente a los tópicos abarcados por el TEG, la cual compone el marco teórico del mismo, así como también el marco contextual y metodológico.

B. Fase II: Diseño y planificación

En base a la investigación previamente realizada, se elaboró la fase que comprende el diseño y la planificación de las actividades que lograrían el alcance de los objetivos propuestos. Entre las actividades completadas resaltan:

- Inspección de las estaciones mencionadas al inicio, para detectar la situación actual y determinar el plan de acción.
- Realización del estudio de factibilidad y cálculo de cada enlace.
- Recepción de los diagramas de conexión suministradas por Movistar.

C. Fase III: Desarrollo e implementación

En esta fase se efectuaron todas las instalaciones de los nuevos equipos y las migraciones de cada estación en base a los datos suministrados previamente en los cálculos. Para lograrlo se realizó lo siguiente:

- Instalación de los equipos en cada estación atendida.
- Migración de los datos en los equipos anteriores a los equipos finalmente instalados.

D. Fase IV: Resultados y recomendaciones

Esta última fase comprendía la verificación del funcionamiento en conjunto de las etapas expuestas anteriormente. Las actividades a cumplir fueron:

- Ensamblaje final del proyecto.
- Obtención de resultados y recomendaciones

IV. DESARROLLO

En este apartado se llevaron a cabo las creaciones de instructivos de configuración bajo las fases de metodologías planteadas previamente.

Esta fase se inició con una visita guiada a cada una de las estaciones, para así determinar altura, tipos de torre, datos de antenas a desinstalar, distancia de los enlaces y tipo de enlace.

Por ende, se presenta a continuación el Perfil Topográfico en cada una de ellas:

1) Plaza Sucre ID16300 – Ávila

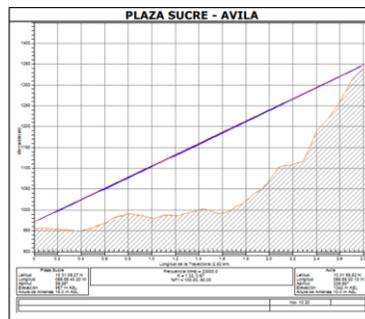


Figura 1: Perfil Topográfico Plaza Sucre

Dirección: Bulevar Plaza Sucre. Edificio Palacio del Blumer. Referencia Frente a la Plaza. Localidad Catia. Parroquia Sucre. Municipio Bolivariano Libertador. Estado Distrito Capital.

Latitud Norte: 10°31'9.27" N

Longitud Oeste: -66°56'40.22" W

Cota: 956,64m

Altura y Tipo de Torre/ trípode / poste: Mástil 6m

Datos de la antena a desinstalar: Radio Ceragon Plaza Sucre– Ávila ETH3/ETH

Distancia del enlace: 2,83km

Enlace Ericsson: Operativo

2) Centro Médico ID 16386 – Ávila

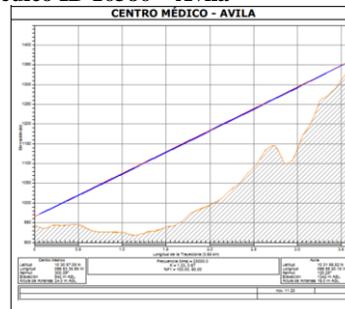


Figura 2: Perfil Topográfico Centro Médico

Dirección: Avenida Francisco Fajardo. Urbanización San Bernardino. Edificio Roel Suites. Null. Localidad San Bernardino. Ciudad Caracas. Parroquia San Bernardino. Municipio Bolivariano Libertador. Estado Distrito Capital.

Latitud Norte: 10°30'57.08" N

Longitud Oeste: 66°53'38.55" W

Cota: 942,39m

Altura y Tipo de Torre/ trípode / poste: Mástil 3m

Datos de la antena a desinstalar: Radio Huawei Centro Médico – Ávila ETH3/ETH3

Distancia del enlace: 3.58 km

Enlace Ericsson: Operativo

3) Pinto Salinas ID 7124 – Ávila

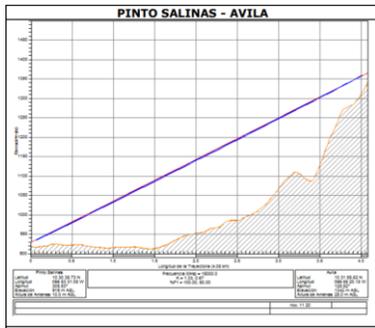


Figura 3: Perfil Topográfico Pinto Salinas

Dirección: Parroquia El Recreo. Municipio Bolivariano Libertador. Estado Distrito Capital.

Latitud Norte: 10°30'38.73"N

Longitud Oeste: -66°53'31.08"W

Cota: 918,99

Altura y Tipo de Torre/ trípode / poste:

Mástil 3m

Datos de la antena a desinstalar: Radio

SIAE Pinto Salinas – Ávila LAN1/LAN1

Distancia del enlace: 4.08 km

Enlace Ericsson: Operativo

4) **Alta Vista ID 7126 – Ávila**

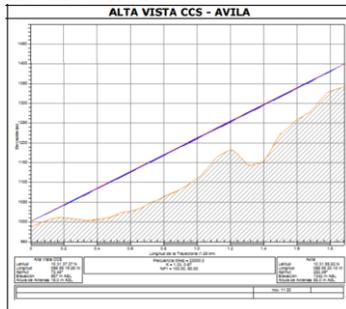


Figura 7: Perfil Topográfico Alta Vista

Dirección: Calle San Isidro. Sector Alta Vista. Ciudad Caracas. Parroquia Sucre. Municipio Bolivariano Libertador. Estado distrito Capital. Código Postal 1030.

Latitud Norte: 10°31'37.37"N

Longitud Oeste: -66°56'19.26"W

Cota: 986,68m

Altura y Tipo de Torre/ trípode / poste:

Mástil 3m

Datos de la antena a desinstalar: Radio

Huawei Alta Vista GCS – Ávila EG6- 1/EG6-1

Distancia del enlace: 1.88 km

Enlace Ericsson: Operativo

Diagrama de Conexiones

Un diagrama de conexión es como un pequeño borrador que se hace antes de cualquier instalación. Esto sirve para realizar pequeños análisis de instalaciones, así sea grande o pequeña. En el caso de este proyecto los encargados en enviar dicha información son los prestadores de servicio Telefónica Movistar de Venezuela, específicamente autorizado por el Sr Alejandro De Abreu, que a continuación se presenta evidencia.



Figura 11: Tráfico y gestión

Enlace #1 Ávila – Pinto Salinas: Actualmente cuenta con un enlace que tiene una configuración 1+1 más 2 ODU, aunque cada ODU da la capacidad total de 158 Mbps con una modulación de 128 QAM. La configuración 1+1 señala que 1 ODU está activo y la otra sirve de Backup ante presencias de cualquier falla de la principal.

Enlace #2 Ávila – Centro Médico: Este enlace presenta las mismas características de configuración que el enlace #1 Ávila – Teatro Municipal, antes mencionado.

Enlace #3 Ávila – Plaza Sucre: Actualmente este enlace tiene una capacidad total de 198 Mbps con una modulación 2456 QAM, la configuración no se puede ver por el sistema utilizado en la medición.

Enlace #4 Ávila – Alta Vista: Este enlace no tiene gestión, por lo cual no se le puede llegar vía remota. En el transcurso de las visitas se harán las mediciones necesarias para conocer su status actual.

Polarización Vertical y Horizontal de cada enlace

La polarización de una antena es la polarización de la onda radiada por dicha antena en una dirección dada. El sentido de giro del campo eléctrico, para una onda que se aleja del observador, determina si la onda esta polarizada vertical u horizontalmente.

Polarización Vertical				Polarización Horizontal			
	Plaza Sucre	Ávila		Plaza Sucre	Ávila		
Emisor (m)	926.64	1041.62	Emisor (m)	926.64	1041.62		
Latitud	10.51.29.74	10.51.29.74	Latitud	10.51.29.74	10.51.29.74		
Longitud	066.09.20.22	066.09.20.22	Longitud	066.09.20.22	066.09.20.22		
Altura (vertical) (')	7.65	7.65	Altura (vertical) (')	7.65	7.65		
Receptor de Antena	AC2008H	AC2008H	Receptor de Antena	AC2008H	AC2008H		
Altura de Antena (m)	15.00	15.00	Altura de Antena (m)	15.00	15.00		
Características de Antena	42.80	42.80	Características de Antena	42.80	42.80		
Tipo de Línea de TL	0.00	0.00	Tipo de Línea de TL	0.00	0.00		
Longitud de Línea de TL (m)	102.00	102.00	Longitud de Línea de TL (m)	102.00	102.00		
Pérdida en Línea de TL (dB)	0.00	0.00	Pérdida en Línea de TL (dB)	0.00	0.00		
Pérdida en Conexiones (dB)	0.00	0.00	Pérdida en Conexiones (dB)	0.00	0.00		
Pérdida Microondas (dB)	3.00	3.00	Pérdida Microondas (dB)	3.00	3.00		
Polarización (dB)	2300.00	2300.00	Polarización (dB)	2300.00	2300.00		
Longitud de Polarización	2.00	2.00	Longitud de Polarización	2.00	2.00		
Longitud de Línea de Línea (dB)	1.07	1.07	Longitud de Línea de Línea (dB)	1.07	1.07		
Pérdida por Reflexión (dB)	0.00	0.00	Pérdida por Reflexión (dB)	0.00	0.00		
Margen de Campo (dB)	0.00	0.00	Margen de Campo (dB)	0.00	0.00		
Pérdida por Difracción (dB)	51.00	51.00	Pérdida por Difracción (dB)	51.00	51.00		
Pérdida Total del Enlace (dB)	31.00	31.00	Pérdida Total del Enlace (dB)	31.00	31.00		
Factor de Seguridad	20.00	20.00	Factor de Seguridad	20.00	20.00		
Indicador de Tránsito (dB)	1.00	1.00	Indicador de Tránsito (dB)	1.00	1.00		
Pérdida de Tránsito (dB)	0.00	0.00	Pérdida de Tránsito (dB)	0.00	0.00		
Diagrama de Enlace	3MAG27H	3MAG27H	Diagrama de Enlace	3MAG27H	3MAG27H		
Código de Unidad de Registro (dB)	BCK 19.6	BCK 19.6	Código de Unidad de Registro (dB)	BCK 19.6	BCK 19.6		
Índice de Línea (dB)	48.50	48.50	Índice de Línea (dB)	48.50	48.50		
Total Recibido (dB)	32.11	32.11	Total Recibido (dB)	32.11	32.11		
Margen de Ganancia (dB)	32.11	32.11	Margen de Ganancia (dB)	32.11	32.11		
Factor de Seguridad	2.00	2.00	Factor de Seguridad	2.00	2.00		
Indicador de Tránsito (dB)	1.00	1.00	Indicador de Tránsito (dB)	1.00	1.00		
Pérdida de Tránsito (dB)	0.00	0.00	Pérdida de Tránsito (dB)	0.00	0.00		
Temperatura Anual Promedio (°C)	30.00	30.00	Temperatura Anual Promedio (°C)	30.00	30.00		
Punto de Servicio de Protección por Multibeam (°C)	100.0000	100.0000	Punto de Servicio de Protección por Multibeam (°C)	100.0000	100.0000		
Punto de Servicio Anual por Multibeam (°C)	1.72e-05	1.72e-05	Punto de Servicio Anual por Multibeam (°C)	1.72e-05	1.72e-05		
(% (dB))	7.74e-05	7.74e-05	(% (dB))	7.74e-05	7.74e-05		
Punto de Servicio Anual por Línea (% (dB))	100.0000	100.0000	Punto de Servicio Anual por Línea (% (dB))	100.0000	100.0000		
Tolerancia Anual (dB)	0.00	0.00	Tolerancia Anual (dB)	0.00	0.00		
Margen de Protección	17.0	17.0	Margen de Protección	17.0	17.0		
0.0% (Línea de Línea)	1.72e-05	1.72e-05	0.0% (Línea de Línea)	1.72e-05	1.72e-05		
Margen de Línea - Protección por Línea (dB)	13.47	13.47	Margen de Línea - Protección por Línea (dB)	13.47	13.47		
Margen de Línea - Protección por Línea (dB)	13.47	13.47	Margen de Línea - Protección por Línea (dB)	13.47	13.47		
Punto de Servicio Anual por Línea (% (dB))	99.9999	99.9999	Punto de Servicio Anual por Línea (% (dB))	99.9999	99.9999		
Tolerancia Anual (dB)	0.00	0.00	Tolerancia Anual (dB)	0.00	0.00		

ameritaban la ampliación de anchos de banda. Para ELBECA como contratista solo se le indicó cuales estaciones debían ser intervenidas para la mejora y así se procedió a dar inicio a los procesos.

Para el objetivo número 2, así como se menciona anteriormente, Telefónica Movistar, fue la encargada en suministrar los datos que determinarían que la situación inicial no era la más idónea para funcionar con calidad y sustentabilidad del servicio. Como ejemplo de este resultado para el logro de dicho objetivo, se evidencia en el capítulo IV, el perfil Topográfico de cada una de las estaciones, permitiendo así determinar la altura, tipos de torre, entre otros.

Además, en el capítulo IV, se muestran los diagramas de conexiones, en los que se pudo obtener un pequeño borrador para antes de cualquier instalación determinar algunos análisis. A su vez, se reflejan la canalización CONATEL, en el que se permite orientar la toma de decisiones con respecto a la ejecución de dicho proyecto. Tal como fue el caso, las líneas de vista estuvieron garantizadas desde un inicio para las alturas propuestas de las antenas a instalar.

De la misma manera, se muestran las polarizaciones verticales y horizontales que básicamente consta de la polarización de la onda radiada por dicha antena en cuestión para una dirección dada, se utilizó el programa PATHLOSS, en el que se muestra cuáles son las frecuencias, modulaciones, potencias, entre otros.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente capítulo tiene el propósito de plasmar los resultados obtenidos tanto en el desarrollo como en el ensamblaje final del proyecto, a fin de poder evaluar el alcance y éxito del mismo. Asimismo, se plantean las recomendaciones que se consideran necesarias para futuros trabajos que tengan la intención de dar continuación a la investigación del presente Trabajo Especial de Grado.

En general, tomando en cuenta la necesidad de garantizar la calidad y la permanencia de un servicio tan imprescindible en la sociedad, como lo son los datos y demás, la elaboración de un proyecto que permitiera ampliar el ancho de banda de los tramos necesarios, se convertía en una alternativa accesible y realista, basados en la situación inicial, para lograr la solución a dicha problemática.

Una vez realizadas en su totalidad las actividades que se contemplaron al inicio del proyecto, y tomando en cuenta las consideraciones descritas a lo largo del mismo, se concluyeron los aspectos que se menciona a continuación.

- Se logró exitosamente la ampliación del ancho de banda solicitada en los requerimientos previos dictados por Telefónica Movistar.
- Se realizó la migración del tráfico de datos presente en los tramos en cuestión, llegando en unos casos a una capacidad lógica mayor a la solicitada al inicio del proyecto y en los restantes cumpliendo con el requerido.
- El tramo que inicialmente no contaba con gestión se logró gestionar.
- Se consiguió demostrar el funcionamiento óptimo de las ampliaciones de los anchos de banda, siempre considerando los datos confidenciales para Telefónica Movistar.
- Se retiraron los equipos desincorporados que se encontraban en buen estado, pero no lograban

cumplir la función necesaria en este proyecto ya que eran obsoletos.

A pesar de que se alcanzaron los objetivos planteados y que el proyecto se encuentra en óptimo funcionamiento, se considera importante indicar recomendaciones para proyectos futuros que deseen mejorar el desempeño del mismo, entre estas:

- Desarrollar un plan de acción de tal manera que las personas involucradas en el proyecto puedan seguir el orden adecuado para aprovechar al máximo el tiempo y los recursos.
- Solicitar los permisos de ejecución requeridos para tener acceso a las estaciones con tiempo, ya que este factor es delicado por temas de seguridad y a veces logran retrasar las tareas asignadas de cada día.
- Hacer las pruebas necesarias de los equipos y conexiones antes de trasladarlos a los sitios donde se realizará cada instalación, ya que se podría lograr ganar más tiempo en el sitio.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- 1) Bruce A, Hallberg (2003). *Fundamentos de Redes*. Mc Graw Hill.
- 2) Stalling, William (2000) *Comunicaciones Y Redes De Computadores*. Prentice Hall. 6ta. Edición.
- 3) M. Caballero José (1998). *Redes de Banda Ancha Alfaomega*.
- 4) Schwartz Mischa (1994). *Redes de Telecomunicaciones*. Iberoamerica. <http://www.pathloss.com/> Recuperado el 25 de septiembre del 2020.
- 5) *Integración de una Estación de Base en una Red Móvil Existente*. Recuperado de http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11880/fichero/DOCUMENTO+8_CAPITULO+5.pdf, el 27 de septiembre del 2020.
- 6) Printel, F. (2016). *Conceptos Sobre Línea de Vista*. WNI, Wireles Solutions. México, D.F.
- 7) Escuela Politécnica Nacional. Recuperado de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10776/1/CD-6315.pdf pagina 20> el 21 de enero del 2021.
- 8) *Polarización de las emisiones de radiodifusión con modulación de frecuencia en la banda 8 (ondas métricas)*. Recuperado de https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-BS.464-5-1990-PDF-S.pdf el 21 de enero del 2021.