

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

DISEÑO DE INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA MIGRACIÓN DE LOS CLIENTES CORPORATIVOS DE LA CORPORACIÓN DIGITEL UBICADOS EN LA GRAN CARACAS A LA NUEVA PLATAFORMA RED CORPORATIVA IP

**Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
para optar al título de Ingeniero Electricista
por la Br. Johana Gámez**

Caracas, 2016

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

DISEÑO DE INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA MIGRACIÓN DE LOS CLIENTES CORPORATIVOS DE LA CORPORACIÓN DIGITEL UBICADOS EN LA GRAN CARACAS A LA NUEVA PLATAFORMA RED CORPORATIVA IP

Prof. Guía: Ing. María Eugenia Álvarez

Tutor Industrial: Ing. Irvin Zerpa

**Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
para optar al título de Ingeniero Electricista
por la Br. Johana Gámez**

Caracas, 2016

CONSTANCIA DE APROBACIÓN

Caracas, 01 de junio de 2016

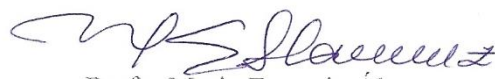
Los abajo firmantes, miembros del Jurado designado por el Consejo de Escuela de Ingeniería Eléctrica, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por la Bachiller Johana C. Gámez P., titulado:

**“DISEÑO DE INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA MIGRACIÓN DE LOS
CLIENTES CORPORATIVOS DE LA CORPORACIÓN DIGITEL
UBICADOS EN LA GRAN CARACAS A LA NUEVA PLATAFORMA RED
CORPORATIVA IP”**

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudios conducente al Título de Ingeniero Electricista en la mención de Comunicaciones, y sin que ello signifique que se hacen solidarios con las ideas expuestas por el autor, lo declaran APROBADO.


Prof. Carolina Regoli
Jurado


Prof. Gerlis Caropresse
Jurado


Prof. Maria Eugenia Álvarez
Prof. Guía

DEDICATORIA

Guardo en mi Corazón esa herencia benevolente que me ha dejado mi padre y, desde la admiración más profunda, fijo allí mi norte, intentando dejar en mí alrededor esa huella imborrable, llena de buenos principios y sobre todo, de una actitud luchadora ante la vida y todos sus contratiempos. Es por eso, que este logro tan significativo va dedicado en su honor, pues sus enseñanzas, me han impulsado en la conquista de esta gran meta, teniendo la certeza, que en donde quiera que se encuentre lo disfruta y celebra tanto como yo.

Para ti viejo, mi querido viejo.

AGRADECIMIENTOS

A Dios todopoderoso, porque mi creencia y fe en él, me han hecho fuerte y paciente.

A mi padre, quien ha sido mi principal fuerza y apoyo en cada una de mis decisiones a lo largo de este bonito camino.

A mi madre, que desde que me trajo al mundo, ha puesto sus brazos a mi disposición, dándome la confianza y la libertad de forjar mis propios caminos.

A mi hermano, que a pesar de su carácter, ha estado en los momentos más importantes.

A todas mis tías, Betty, Hortencia y especialmente Lila, quien ha sido mi confidente, mi amiga y un gran apoyo en todo momento, quedándose con el título de: “mi segunda mamá”

Al resto de la familia, por siempre creer en mí y brindarme apoyo incondicional.

A mis amigas de toda la vida, que día a día me acompañaron, me animaron en los momentos de dudas y nunca me dejaron desfallecer.

A mis amigos de la escuela y de la facultad, quienes me dieron comprensión, apoyo y fuerza para afrontar cada momento.

A mí amada UCV, la mejor universidad de Venezuela, que a pesar de vivir momentos críticos frecuentemente, es la casa que vence las sombras y forma profesionales íntegros y de calidad.

A la Corporación Digitel, especialmente a mis compañeros, quienes me apoyaron desde el primer momento y convirtieron mis pasantías en una experiencia increíble, no solo por los conocimientos adquiridos, sino por la valiosa amistad que me brindaron.

¡A todos, Gracias!

Gómez P., Johana J.

**DISEÑO DE INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA
MIGRACIÓN DE LOS CLIENTES CORPORATIVOS DE LA
CORPORACIÓN DIGITEL UBICADOS EN LA GRAN CARACAS
A LA NUEVA PLATAFORMA RED CORPORATIVA IP**

Prof. Guía: María Eugenia Álvarez. Tutor industrial: Ing. Irvin Zerpa. Tesis. Caracas, U.C.V. Facultad de Ingeniería. Facultad de Ingeniería Eléctrica. Ingeniero Electricista. Opción: Comunicaciones. Institución: DIGITEL C.A, 2016.

Palabras claves: Red corporativa IP, MPLS, Switch, modelo de ingeniería de detalle, clientes corporativos.

Resumen.

Con el acelerado crecimiento de las redes de telecomunicaciones y la necesidad de interconexión de los usuarios, especialmente de las empresas nacionales, y con ellas la de los servicios corporativos, Digitel ha idealizado la creación de una red corporativa IP con el fin de optimizar recursos, tiempos de respuesta y evitar posibles congestiones en la plataforma principal, por donde actualmente se comparten rutas de transmisión de todos los servicios brindados, voz, datos e Internet. La nueva red corporativa IP constará de un core principal compuesto por routers interconectados en topología anillada y ubicados en lugares estratégicos a nivel nacional, a estos, a su vez, estarán conectados switches a los cuales serán migrados y agregados los clientes corporativos en cada una de las regiones. La ingeniería de detalle para la integración y migración de clientes corporativos a esta nueva red, específicamente los clientes ubicados en la Gran Caracas, consistió en la propuesta de diseño necesaria para la implementación de la solución, buscando la mejora en la ejecución de la migración a nivel nacional y mejorando tiempos de respuesta en la misma.

LISTA DE ACRÓNIMOS

3GPP	<i>3rd Generation Partnership Project.</i>
ACM	<i>Adaptive Modulation and Coding/ / codificación y modulación adaptativa.</i>
CBS	<i>Committed Burst Size / Tamaño de ráfaga comprometido</i>
CIR	<i>Committed Information Rate / Tasa de información comprometida</i>
DCN	<i>Data Communication Network / Red de comunicación de datos.</i>
EBS	<i>Excess Burst Size / Exceso de tamaño de ráfaga</i>
DWDM	<i>Dense Wavelength Division Multiplexing / Multiplexado compacto por división en longitudes de onda</i>
FEC	<i>Forwarding Equivalence Class / Reenvío de clase de equivalencia</i>
GHz	<i>GigaHertz / Gigahercio</i>
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers / Instituto para los Ingenieros Eléctricos y Electrónicos.</i>
IETF	<i>Internet Engineering Task Force / Grupo de Trabajo de Ingeniería de Internet.</i>
IDU	<i>In-Door Unit / Dentro de la puerta de la unidad</i>
IP	<i>Internet Protocol / Protocolo de Internet.</i>
ISP	<i>Internet Service Provider / Proveedor de servicio de Internet.</i>
ITU	<i>International Telecommunication Union / Unión Internacional Telecomunicaciones.</i>
LAN	<i>Local Area Network / Red de área local.</i>
LSP	<i>Label Switched Path / Etiqueta de ruta de conmutación</i>
LLC	<i>Logical Link Control / Control de enlace lógico</i>
LSRs	<i>Label Switching Router / Enrutador de Conmutación de etiquetas</i>
MAC	<i>Media Access Control / Control de acceso al medio.</i>
Mbps	<i>Megabits per second / Megabit por segundo</i>

MPLS	<i>Multi-Protocol Label Switching</i> / Conmutación Muti-Protocol mediante etiquetas.
ODU	<i>Out-Door Unit</i> / Unidad exterior
OSI	<i>Open System Interconnection</i> / Modelo de interconexión de sistemas abiertos.
PDB	<i>Power Distribution Blocks</i> / Bloque de distribución eléctrica
PDH	<i>Plesiochronous Digital Hierarchy</i> / Jerarquía digital Plesiócrona
PES	Puesta en servicio
POP	<i>Points of Presence</i> / Punto de presencia
PIR	<i>Peak Information Rate</i> / Pico de información sobre tarifas
QPSK	<i>Quaternary Phase-Shift Keying</i> / Modulación por desplazamiento de fase cuaternaria.
QAM	<i>Quadrature Amplitude Modulation</i> / Modulación por amplitud en cuadratura.
RF	Radio Frecuencia
RFC	<i>Request For Comments</i> / Solicitud de comentarios
RNC	<i>Radio Network Controller</i> / Controlador de la red de radio
SHF	<i>Super High Frequency</i> / Súper alta frecuencia
SLA	<i>Service Level Agreement</i> / Acuerdo de nivel de servicio
TDM	<i>Time Division Multiplexing</i> / Multiplexación por división de tiempo
TTL	<i>Time To Live</i> / Tiempo de vida
UPS	<i>Uninterruptible Power Supply</i> / Sistema de alimentación ininterrumpida
VLAN	<i>Virtual Local Area Network</i> / Red virtual de área local.
WDM	<i>Wavelength Division Multiplexing</i> / Multiplexación por división de longitud de onda
WGS84	<i>World Geodetic System revisión año 84</i> / Sistema Geodésico Mundial 1984

ÍNDICE GENERAL

CONSTANCIA DE APROBACIÓN.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
LISTA DE ACRÓNIMOS.....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
ÍNDICE DE TABLAS.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I.....	2
ASPECTOS GENERALES.....	2
1.1 Planteamiento del problema.....	2
1.2 Justificación.....	3
1.3 Objetivo general.....	4
1.4 Objetivos específicos.....	4
1.5 Metodología de la investigación.....	5
1.6 Tipo de estudio.....	6
1.6.1 Proyecto factible.....	6
CAPITULO II.....	8
MARCO TEÓRICO.....	8
2.1 La compañía: Corporación Digitel C.A.....	8
2.1.1 Reseña Histórica.....	8
2.1.2 Estructura Organizacional de VP Operaciones de la Red.....	9
2.2 Proyecto.....	11
2.2.1 Negociación.....	13

2.2.2 Inspección de sitio (Site Survey)	13
2.2.3 Ingeniería de detalle	14
2.2.4 Instalación e ingeniería final	15
2.3 SLA	15
2.4 Espectro Radioeléctrico	16
2.5 Enlace Microondas	17
2.5.1 Nivel de señal en el receptor	18
2.5.1.1 Pérdidas de espacio libre	18
2.5.1.2 Desvanecimiento	19
2.5.2 Zonas de Fresnel	19
2.5.3 Radio efectivo de la tierra, el factor k	20
2.5.4 Criterios de Despeje	21
2.5.5 Confiabilidad de los radioenlaces	22
2.6 Redes Backhaul.....	23
2.7 Redes Backbone.....	23
2.8 Red IP/MPLS.....	23
2.8.1 Componentes Funcionales de MPLS	24
2.8.2 Etiqueta MPLS	25
2.9 DWDM	26
2.10 G.703.....	27
2.11 Ethernet.....	27
2.12 Puntos de presencia (POP).....	28
2.13 Radios	28
2.14 Parámetros de tráfico	29
2.15 Router y switch	30
CAPITULO III.....	31
DESARROLLO DEL DISEÑO	31
Desarrollo del modelo de Ingeniería de Detalle	31
3.1 Portada	31

3.1.1 Encabezado:	31
3.1.2 Fecha:	32
3.1.3 Nombre del cliente:	34
3.1.4 Pie de página:	34
3.2 Introducción	34
3.3 Índice de contenido	34
3.4 Información del cliente	34
3.5 Información general del enlace.....	35
3.5.1 Radios disponibles para enlaces Corporativos.....	35
3.5.2 Bandas de Frecuencias	36
3.5.3 Diámetro de la Antena	38
3.6 Información general del servicio	39
3.6.1 Tipo de solicitud.....	40
3.6.2 Servicio	40
3.6.3 Capacidad solicitada (Mbps).....	40
3.6.4 Interfaz	41
3.6.5 VLAN.....	41
3.6.5.1 Tipos de puertos	42
3.7 Detalle de instalación.....	42
3.7.1 Informe de Sitio A (Lado cliente)	43
3.7.2 Informe de Sitio B (Lado Digtel).....	44
3.8 Despacho de equipos	45
3.9 Diagrama de gestión	45
3.10 Cálculo del enlace.....	47
3.11 Diagrama lógico de ruta de transmisión	55
3.11.1 Topología de la Red CPE.....	55
3.12 Script de configuración	58
3.13 Tabla de etiquetado.....	59
3.14 Observaciones generales.....	60
MODELO DE INGENIERÍA DE DETALLE PROPUESTO.....	61

CAPITULO IV	68
MIGRACIÓN DE LOS CLIENTES CORPORATIVOS A LA NUEVA RED IP CORPORATIVA.....	68
4.1 Estaciones Backhaul	69
4.2 Estaciones Backbone	69
4.3 Información de contacto	71
4.4 Información general del enlace.....	72
4.5 Información general del servicio	72
4.6 Detalles de instalación	72
4.6.1 Diagrama lógico de ruta de transmisión	72
4.6.2 Script de Configuración	73
4.7 Tabla de etiquetado.....	73
4.8 Observaciones Generales.....	73
PROYECTO DE INSTALACIÓN DE SWITCH CORPORATIVO	75
CAPITULO V.....	89
EJECUCIÓN DEL MODELO PROPUESTO	89
5.1 Pre- Evaluación.....	89
5.1.1 Matriz de Requerimiento	90
5.2 Pre- Ingeniería.....	93
5.3 Ingeniería de detalle.....	94
5.3.1 Cálculo del enlace	95
5.3.2 Diagrama de Gestión.....	99
5.3.3 Despacho de equipos.....	100
5.3.4. Diagrama Lógico de Ruta de Transmisión	101
4.3.5 Script de Configuración	102
5.4 Implementación del documento de ingeniería de detalle.....	103
5.5 Esquema de Ejecución.....	104
5.6 Tiempos de Respuesta	107

CAPITULO VI	111
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	111
CONCLUSIONES	111
RECOMENDACIONES.....	113
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	114
BIBLIOGRAFÍA.....	116
ANEXOS	117

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama de la Vicepresidencia de Operaciones de la Red.	10
Figura 2. Organigrama de la Gerencia de Transmisión y BB IP.	11
Figura 3. Bandas de frecuencias.....	16
Figura 4. Cuadro Nacional de atribución de bandas de frecuencias.	17
Figura 5. Etiqueta MPLS.	26
Figura 6. Antena Andrew VHLP1-220.	39
Figura 7. Etiquetado de VLAN dentro de la trama ethernet.	41
Figura 8. Asignación de direcciones IP para la gestión de equipos.....	46
Figura 10. Módulo datos del terreno, perfil topográfico generado..	49
Figura 11. Módulo cálculo de altura de antenas..	50
Figura 12. Módulo hoja de trabajo.....	53
Figura 13. Reporte de cálculo de enlace..	54
Figura 14. Diagrama lógico del core de la red IP corporativa.	55
Figura 15. Diagrama lógico region Gran Caracas de la red IP corporativa.	56
Figura 16. Estándar para el diseño de diagramas lógicos de clientes corporativos. ...	57
Figura 18. Tabla de etiquetado.....	60
Figura 19. Ejemplo de script para un servicio de Internet de 10 Mbps.	59
Figura 20. Clientes en las principales estaciones de la Gran Caracas.....	68
Figura 21. Posibles estaciones de interconexión para el cliente 412 Empresa Ucevista	90
Figura 22. Estación de interconexión Torre la castellana este.	91
Figura 23. Disponibilidad de puertos en el gestor Secure CRT en el switch de la estación TLCE.....	92
Figura 24. Módulo sumario en el cálculo de enlace cliente 412 Empresa Ucevista- TLCE.....	96
Figura 25. Módulo datos del terreno en el cálculo de enlace cliente 412 Empresa Ucevista-TLCE.	96

Figura 26. Módulo altura de antenas en el cálculo de enlace cliente 412 Empresa Ucevista-TLCE.	97
Figura 27. Módulo hoja de trabajo en el cálculo de enlace cliente 412 Empresa Ucevista-TLCE.	97
Figura 28. Hoja de cálculo de enlace del cliente 412 Empresa Ucevista.....	98
Figura 29. Diagrama de gestión del cliente 412 Empresa Ucevista.....	100
Figura 30. Formato para la reserva y despacho de equipos..	101
Figura 31. Diagrama lógico de ruta de transmisión del cliente 412 Empresa Ucevista.	102
Figura 32. Script de configuración para el cliente 412 Empresa Ucevista..	103
Figura 33. Esquema de ejecución de la etapa de pre-evaluación.....	104
Figura 34. Esquema de ejecución de la etapa de pre-ingeniería..	105
Figura 35. Esquema de ejecución de la etapa de ingeniería de detalle..	106
Figura 36. Esquema de ejecución de la etapa de implementación.....	107
Figura 37. Comparación de tiempos de respuesta entre SLA actual y SLA propuesto... ..	109

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Distribución del País en Regiones.	32
Tabla 2. Radios disponibles para enlaces corporativos.....	35
Tabla 3. Tipos de Enlaces a utilizar en función a la distancia..	39
Tabla 4. Estaciones Principales de la Gran Caracas en donde se desea instalar switches Corporativos..	70
Tabla 5. Matriz de requerimiento cliente 412 Empresa Ucevista..	90
Tabla 6. Tiempos de respuesta en cada etapa del SLA actual y SLA propuesto..	108

INTRODUCCIÓN

Inicialmente, cada red de telecomunicaciones ha sido especialmente diseñada para diferentes servicios, red telefónica, redes de datos, redes de distribución; con el transcurso del tiempo, estas han crecido de manera vertiginosa y nace la necesidad de integrar los servicios, utilizando conmutadores con caminos digitales únicos para establecer conexiones de diferentes servicios. Esta evolución trajo consigo avances tecnológicos, nuevos servicios, necesidad de velocidades mayores, incremento en la utilización de las redes, así como también mayor gasto en recursos y equipos.

En ese sentido, la empresa Digitel C.A, cuenta con un core principal en donde se sustentan todos los servicios que provee a clientes naturales, pyme y corporativos, compartiendo rutas digitales, equipos e infraestructura para prestar servicio de voz, Internet y datos. Sin embargo, actualmente con la creciente demanda de servicios corporativos, nace la necesidad de contar con una plataforma autónoma para la prestación de servicios a clientes corporativos, brindando soluciones adaptadas a cada requerimiento y mejorando los tiempos de respuesta. Para esto, se debe prever el manejo de la futura red, diseñando un modelo de ingeniería de detalle para la incorporación e integración de clientes corporativas a la nueva plataforma, orientado a la optimización y manejo de recursos de la misma.

En el diseño del modelo de ingeniería de detalle, se toman como partes importantes a desarrollar, las siguientes: estudio de viabilidad de las solicitudes del cliente, informe del sitio A (lado cliente), informe de sitio B (lado Digitel), cálculo del enlace, especificaciones técnicas de los equipos a instalar, diagramas de gestión, diagrama de ruta de transmisión y las logísticas necesarias por parte de los diferentes departamentos de la empresa, para lograr la migración de clientes corporativos a una única plataforma red IP corporativa, en este caso, orientado a clientes de la Gran Caracas, pero que eventualmente podrá ser aplicado para clientes en todas las regiones del país.

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1 Planteamiento del problema

Las crecientes demandas de servicios de telecomunicaciones, ha llevado a las grandes empresas del sector a implementar estrategias para ampliar y reestructurar sus redes, con el fin de adaptarse al crecimiento y ofrecer a sus clientes servicios de calidad. En ese sentido, Digitel C.A ha idealizado la creación de una nueva red corporativa IP, adecuando sus redes al progresivo incremento de solicitudes de servicios corporativos a nivel Nacional.

Actualmente, todos los servicios que la empresa ofrece, telefonía móvil y fija, Internet y datos, se sustentan en una única plataforma de transmisión, lo que conlleva a congestionamientos de la red a la hora de incluir de manera constante clientes que soliciten nuevos servicios. Es por esto, que independizar los clientes corporativos de la plataforma actual, garantizará tiempos de respuesta de manera expedita, así como proveer una red estable, optima y escalable.

Sobre esta base y con el objetivo principal de colocar operativa la nueva red, nace la necesidad de diseñar un modelo de ingeniería detallada, que permita al personal encargado del departamento de enlaces corporativos, hacer uso de la red de manera óptima y ordenada, para así atender nuevas solicitudes de servicios corporativos de manera rápida y eficiente y sin la dependencia de aprobaciones de otros departamentos encargados de administrar la red principal, garantizando factibilidad inmediata y logrando respectivamente la integración de clientes nuevos y migración de los clientes corporativos que se encuentran en la red actual.

1.2 Justificación

Se desea proveer al departamento de implementación y operaciones de la Corporación Digitel C.A. el modelo de ingeniería detallada necesario para la implementación de los servicios que cada cliente corporativo solicita, posibilitar la migración e incorporación de clientes de la Gran Caracas que disfrutan servicios sobre la red de BBIP (Backbone IP) y Backhaul, a la nueva plataforma de la red IP corporativa, con el fin de proveer una red independiente, estable, óptima y escalable.

Por otra parte, se desea evitar congestionamientos y fallas del servicio en la plataforma actual, en donde se comparten rutas de los servicios de voz, datos e Internet de todos los clientes de la empresa, así como la optimización de puertos en los equipos de la red BBIP y BH (Backhaul), garantizando una total autonomía e independencia del core principal de la red de servicios Digitel.

Este proyecto consiste inicialmente en la recolección de datos técnicos necesarios para la prestación de un servicio a un cliente corporativo, así como las características, ventajas y desventajas de la nueva red a diseñar. Dichos datos deben ser recolectados en el lugar donde se realizará el radio enlace, a su vez estos datos deben ser expresados en un documento para su posterior interpretación e implementación; estos servicios se enmarcan en las necesidades de cada cliente donde es considerado todo el proceso, desde su inspección hasta la puesta en servicio.

Debido a la diversidad de clientes cada proyecto significa una propuesta distinta, por lo que se hace necesaria la implementación de un “Diseño de ingeniería de detalle”, en este caso, limitando solo clientes de la Gran Caracas, pero que se podrá aplicar a todas las regiones del país.

La importancia de este trabajo de aplicación profesional, está en estandarizar los procedimientos y criterios ajustados a las necesidades y normativas del cliente para la implementación de la red, no solo para la migración de los clientes a la nueva plataforma a implementar, sino también de nuevos clientes que deseen un servicio corporativo, haciendo un estudio de la situación actual y de la solución propuesta, es

decir, de la estructura de red a implementar y la interconexión a los switches, para brindar los servicios a clientes de la Gran Caracas, sirviendo esto como base para la implementación de servicios corporativos a clientes a nivel Nacional.

Por consiguiente, se pretende establecer y mostrar las responsabilidades, generando un esquema de procesos donde se consideran tiempos de respuesta para la ejecución del mismo, con el fin de estar listo para el plan de ejecución de instalación.

De esta manera, se generará un reporte donde evidencie un análisis de la utilización del diseño de ingeniería de detalle en el proceso de ejecución.

1.3 Objetivo general

Diseñar un esquema de ingeniería de detalle para hacer posible la migración e integración de clientes corporativos ubicados en la Gran Caracas hacia la nueva plataforma Red IP Corporativa de Digitel C.A.

1.4 Objetivos específicos

- Analizar la documentación de la solución propuesta, incluyendo las especificaciones técnicas de los equipos, la arquitectura de red y las configuraciones necesarias para llegar a dicha solución.
- Diseñar un esquema de ingeniería de detalle que contemple todas las etapas necesarias para el alcance de la solución.
- Estudiar el proceso de diseño de la ingeniería de detalle, así como las responsabilidades de los departamentos de la empresa y del cliente, basados en documentos de proyectos similares.

- Elaborar el flujograma de ejecución del proyecto con todas sus etapas, mencionando toda la documentación empleada.
- Aplicar el modelo de ingeniería de detalle propuesto, limitando el estudio a un cliente en particular ubicado en la Gran Caracas.
- Valorar el diseño propuesto y su impacto tanto para la empresa como para el cliente implicado.

1.5 Metodología de la investigación

Fase 1. Estudio Documental

En esta fase se recopiló toda la información y documentación necesaria para el estudio de la viabilidad de los requerimientos solicitados, para esto se tomó en cuenta la normativa y lineamientos de la corporación, mediante el acuerdo de nivel de servicio ofrecido al cliente (SLA).

También se recopiló toda la información técnica de la solución propuesta, así como las especificaciones de equipos y tecnologías necesarias.

Fase 2. Diseño

Se llevó a cabo la elaboración del modelo de ingeniería de detalle, en donde se especificaron las características de cada etapa y la documentación necesaria estudiada en la fase 1, además, se tomó en cuenta proyectos realizados anteriormente, así como las responsabilidades de cada departamento de la empresa.

Fase 3. Ejecución del Diseño

En esta fase, se ejecutó el modelo de ingeniería de detalle elaborado en la fase 2, en donde se aplicaron cada una de las actividades contempladas en el esquema de proyecto y se evaluó la factibilidad de cada una, llevando a cabo la solución propuesta a un cliente en particular.

Fase 4. Análisis de Resultados

Después de ejecutado el modelo de ingeniería de detalle se estudió el impacto de la solución propuesta tanto para la empresa, como para el cliente, es decir se determinaron los pro y contras del diseño, con el fin de valorar el trabajo realizado.

Fase 5. Elaboración del informe final

Esta es la última fase del proyecto y se elaboró toda la documentación producto de las actividades realizadas en las fases previas y los resultados obtenidos.

1.6 Tipo de estudio

El tipo de estudio que se llevará a cabo en la presente investigación, corresponde a un proyecto factible, el cual está definido de la siguiente manera:

1.6.1 Proyecto factible

“El proyecto factible consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos. El proyecto

debe tener apoyo en una investigación de tipo documental, de campo o un diseño que incluya ambas modalidades” [1]

“El proyecto factible comprende las siguientes etapas generales: diagnóstico, planteamiento y fundamentación teórica de la propuesta; procedimiento metodológico, actividades y recursos necesarios para su ejecución; análisis y conclusiones sobre la viabilidad y realización del proyecto; y en caso de su desarrollo, la ejecución de la propuesta y la evaluación tanto del proceso como de sus resultados”. [1]

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 La compañía: Corporación Digitel C.A.

2.1.1 Reseña Histórica

En el año 2000 se inicia la historia de la empresa, cuando TIM (Telecom Italia Mobile) compró el 56,6% de Digitel llevándola a cambiar de nombre (Digitel TIM). Esto marcaría una revolución en el campo de las telecomunicaciones en el país, ya que, Digitel en septiembre del año 2000 sacude al mercado con la puesta en servicio de la mensajería de texto de manera gratuita durante 5 meses continuos entre usuarios de la misma compañía, captando una cantidad de 500.000 usuarios durante ese periodo. En noviembre de 2002 Digitel presentó al mercado venezolano las mensajería multimedia, con su servicio Exprésate, sobre la innovadora plataforma GPRS. También en noviembre de 2002 se dio inicio al servicio de Roaming internacional para los clientes pre-pago Radi-Call, lo que añadió aún más factores diferenciadores a la oferta de Digitel.

En mayo de 2005 Digitel introdujo al mercado oficina móvil, una plataforma que permite a los clientes mantenerse conectados en todo momento y lugar con sus lugares de trabajo. Como parte de esta plataforma, en agosto del mismo año llega Correo Móvil, un producto con el cual los clientes pueden recibir, enviar y reenviar correos electrónicos con archivos adjuntos en tiempo real.

En mayo de 2006 el 100% de las acciones de la compañía son adquiridas por el grupo Telvenco, presidido por Oswaldo Cisneros. De esta manera Digitel pasa a ser la única compañía de telecomunicaciones del país con capital 100% venezolano. La compra marcó una etapa de expansión, pues la cobertura Digitel se amplía gracias a la

adquisición de las empresas regionales Digicel e Infonet, ubicadas en el oriente y occidente del país, respectivamente.

Las innovaciones continúan, y Digitel en el 2008, ya posee seis millones de usuarios. En marzo de 2009, Digitel dio el siguiente paso hacia la evolución natural de su red GSM a la red HSDPA de 3G con el objetivo de ofrecer una nueva gama de servicios de la mano de la tecnología más avanzada del mundo convirtiéndose en una de las primeras operadoras en el mundo en establecer una red 3G UMTS/HSDPA en la banda de 900 MHz.

A partir del 5 de septiembre de 2013 la red 4G/LTE de Digitel se encuentra disponible comercialmente. La operadora Digitel cuenta con zonas 4G/LTE en la región Gran Caracas, Maracay, región Centro, región Centro Occidente, región Occidente, y constituye la empresa pionera de la tecnología en el país.

Desde sus inicios la Corporación Digitel C.A ha sido una empresa innovadora y espera continuar sorprendiendo al mercado venezolano con la mejor tecnología y la mejor oferta de servicios del mercado de las telecomunicaciones en Venezuela.

2.1.2 Estructura Organizacional de VP Operaciones de la Red

Dentro de la estructura de la empresa, se encuentra el Departamento de Operaciones de la Red, el cual está compuesto por diferentes Gerencias de alto nivel.

En la figura 1, se observa el organigrama del departamento.

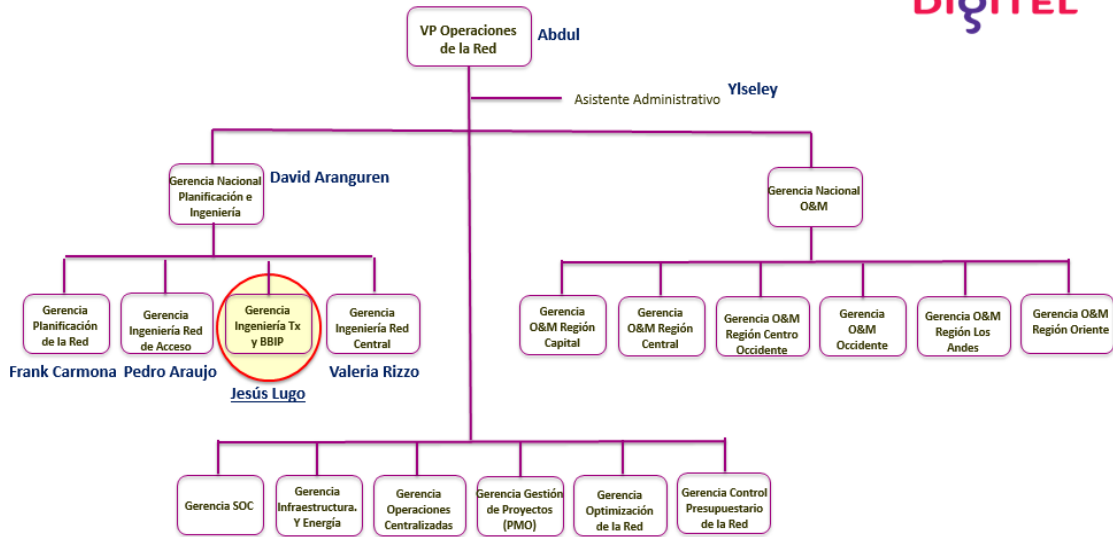


Figura 1. Organigrama de la Vicepresidencia de Operaciones de la Red. Fuente: Corporación Digital C.A.

El presente Trabajo Especial de Grado (a partir de ahora, T.E.G), se desarrolló en la Gerencia de Transmisión y BB IP específicamente en el departamento de enlaces corporativos o mejor conocido como “Proyectos Corporativos Operaciones” (PCO), constituido por un grupo de trabajo altamente calificado y multidisciplinario.

En la figura 2, se muestra el organigrama de la Gerencia de transmisión de BB IP y el departamento en donde se llevó a cabo el proyecto.

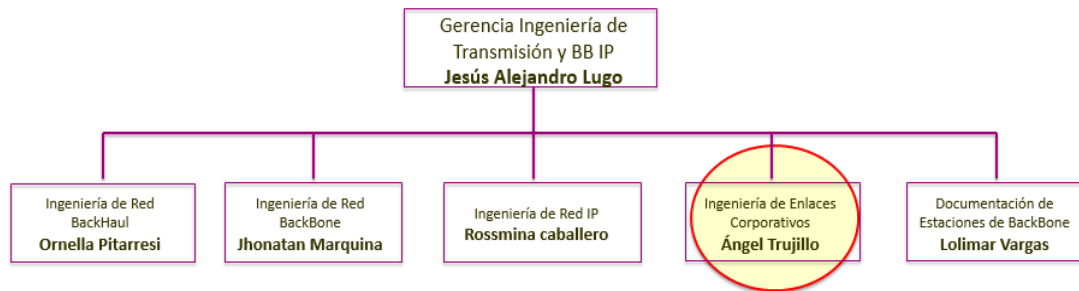


Figura 2. Organigrama de la Gerencia de Transmisión y BB IP. Fuente: Corporación Digitel C.A.

En el departamento de ingeniería de enlaces corporativos, se tiene como principales responsabilidades: dimensionar los enlaces corporativos, evaluar propuestas de proveedores, elaborar en SAP las solicitudes de pedido para la adquisición de enlaces, revisar y aprobar documentación de inspección de sitios (Site surveys), elaborar ingeniería de detalle para la instalación de enlaces, revisar, aprobar y custodiar documentación de ingeniería final (“As Built”) y elaborar los estándares de calidad para las instalaciones de enlaces corporativos.

2.2 Proyecto

En ingeniería, se dice que un proyecto es el conjunto de cálculos, especificaciones y diagramas que sirven para construir un aparato o sistema. Sin embargo, el concepto de proyecto de ingeniería debe ser más amplio, de manera que en la ingeniería de proyectos podemos decir que un proyecto es:

“Una actividad cíclica y única para tomar decisiones, en la que el conocimiento de las bases de la ciencia de ingeniería, la habilidad matemática y la experimentación se conjugan para poder transformar los recursos naturales en mecanismos y sistemas que satisfagan las necesidades humanas” [2]

Dichas actividades además de ser planificadas cumplen con un determinado orden, de esta manera se tiene un mayor control sobre el proyecto y se asegura que el mismo se llevará a cabo dentro de los límites de tiempo establecidos. Un proyecto implica la búsqueda de nuevas tecnologías y alternativas para un desempeño más eficiente de los sistemas.

En el caso específico de las telecomunicaciones son consideradas como actividades todos los pasos necesarios para la instalación o puesta en marcha de algún sistema o servicio, ya sea un enlace microondas, la interconexión de una red de datos, etc. En tal caso el objetivo principal es la correcta instalación o puesta en marcha de los servicios.

Un proyecto de ingeniería puede ser dividido en cinco etapas o actividades a realizar, las cuales harán más práctica la realización de las labores y proporcionarán un mayor control y conocimiento sobre el estatus del proyecto.

Las etapas del proyecto son:

- Negociación
- Inspección del Sitio (Site Survey)
- Ingeniería de Detalle
- Instalación
- Ingeniería Final (As-Built)

Estas etapas deben llevarse a cabo en el orden que ha sido establecido, ya que el cumplimiento indebido, puede acarrear inconvenientes y contratiempos en los tiempos preestablecidos para la culminación del proyecto. El proyecto no puede considerarse como finalizado hasta que hayan sido concluidas todas las etapas.

Cada etapa posee determinadas funciones que las caracterizan. En el marco teórico se ampliará la información sobre los aspectos previos a la ingeniería de detalle.

2.2.1 Negociación

En la negociación de un proyecto para un servicio de telecomunicaciones, la empresa contratista, en este caso corporación Digitel C.A y la empresa contratante (cliente corporativo), definen todos los parámetros referentes a la puesta en marcha y las condiciones que deben cumplirse previo al inicio del proyecto. En primera instancia se describe detalladamente el servicio requerido, ya sea Internet, datos o voz y todas las características del mismo.

Es necesario realizar un estudio de pre-evaluación, en donde se estudia la factibilidad de la solicitud, es decir, el especialista encargado del proyecto, debe estudiar la petición y definir mediante herramientas disponibles (Google Earth, PathLoss, diagramas de la red), las posibles estaciones de interconexión, la disponibilidad de ancho de banda y puertos en los equipos, por los cuales será entregado el servicio.

Una vez que sean revisados los requisitos, se establece el procedimiento necesario para la adjudicación del proyecto. Luego se establecen las garantías que la empresa contratista debe ofrecer en relación a la realización del trabajo y finalmente se establece la normativa y estándares con respecto a todas las instalaciones que serán llevadas a cabo, por ejemplo sistema radiante, energía, aterramiento, etc.

2.2.2 Inspección de sitio (Site Survey)

Es necesario el conocimiento de la topología del terreno y las condiciones de la infraestructura donde se va a desarrollar el proyecto, lo que hace necesario la elaboración de una inspección en campo, en donde se recauda la información del sitio A (lado cliente).

En la inspección en campo se requiere de la recaudación de toda la información posible, ya que a partir de este documento se generarán todos los estudios y cálculos de los enlaces, iniciando posteriormente el documento de ingeniería de detalle necesario para la instalación de los equipos y materiales.

El levantamiento físico del sitio A, debe enfocarse en recaudar todos los datos correspondientes a posibles estaciones de interconexión, infraestructura, energía, equipamiento, sistemas de puesta a tierra, entre otros parámetros, que posteriormente serán evaluados por el responsable del proyecto por parte de Digitel, para dar continuación al proyecto.

Una vez estudiado el informe de sitio A, en donde se aprueban las características técnicas y se realizan las observaciones necesarias, se selecciona el sitio B, el cual constituye la estación más idónea para interconectar la sede del cliente, asegurando una línea de vista franca, infraestructura y disponibilidad de equipos. Se debe realizar igualmente la inspección de sitio, en el sitio B seleccionado.

Los datos que son recopilados en el informe de sitio, son los necesarios para la posterior aplicación en una ingeniería de detalle.

2.2.3 Ingeniería de detalle

La ingeniería de detalle, contempla la elaboración del proyecto desde un punto de vista minucioso, resaltando todos los detalles en la instalación de un determinado sistema. Es un conglomerado de procesos y documentos cuya finalidad es aportar una propuesta de diseño que permita la implementación de la solución, basada en la plataforma tecnológica a la que pertenezca [3]

La ingeniería de detalle para un enlace microondas debe contener los cálculos realizados para la obtención del enlace, además de los diagramas de conexionado de los equipos por donde se va a canalizar el servicio solicitado. Las aplicaciones que realizan los cálculos de los enlaces microondas generan un reporte donde se especifican en más detalle los resultados obtenidos. Es conveniente que el documento de ingeniería de detalle posea dicho reporte, de tal manera que la empresa contratante y los lectores del documento tengan conocimiento. Esto ayudará a comprender las razones de las decisiones tomadas a la hora de generar la ingeniería.

Así, la ingeniería de detalle también debe describir cantidades y ubicación de los elementos de cada proyecto. Esta debe generar un documento que puede ser

desglosado en varias etapas o niveles, los cuales a su vez, pueden ser divididos en tópicos más específicos. Dichas etapas o niveles serán especificados y desarrollados en el modelo de ingeniería de detalle propuesto.

2.2.4 Instalación e ingeniería final

La ingeniería final o cierre es el último paso en el proceso de un proyecto de ingeniería, en esta se valida la propuesta efectuada en la ingeniería detallada, después de haber ocurrido la instalación y se certifica que el cliente disfruta del servicio solicitado de manera óptima y confiable.

2.3 SLA

Un acuerdo de nivel de servicio o ANS (en inglés Service Level Agreement o SLA), es un contrato escrito entre un proveedor de servicio y su cliente con objeto de fijar el nivel acordado para la calidad de dicho servicio. El ANS es una herramienta que ayuda a ambas partes a llegar a un consenso en términos del nivel de calidad del servicio, en aspectos tales como tiempo de respuesta, disponibilidad horaria, documentación disponible, personal asignado al servicio, etc.

Básicamente el ANS establece la relación entre ambas partes: proveedor y cliente. Un ANS identifica y define las necesidades del cliente a la vez que controla sus expectativas de servicio en relación a la capacidad del proveedor, proporciona un marco de entendimiento, simplifica asuntos complicados, reduce las áreas de conflicto y favorece el diálogo ante la disputa.

Los principales puntos a cubrir en un deben ser: tipo de servicio, soporte a clientes y asistencia, provisiones para seguridad y datos, garantías del sistema y tiempos de respuesta y disponibilidad del sistema.

Estos puntos son importantísimos a la hora de formalizar de forma contractual una operación.

2.4 Espectro Radioelétrico

El espectro radioelétrico, de conformidad con lo establecido en el artículo 4 de la Ley Orgánica de Telecomunicaciones, es el conjunto de ondas electromagnéticas cuya frecuencia se fija convencionalmente por debajo de los 3000 gigahercios (GHz) y que se propagan por el espacio sin guía artificial. El espectro se divide en bandas de frecuencias que se designan por números enteros, en orden creciente. Las bandas de frecuencias constituyen el agrupamiento o conjunto de ondas radioeléctricas con límite superior e inferior definidos convencionalmente. Estas a su vez podrán estar divididas en sub-bandas. El espectro radioelétrico venezolano es un bien del dominio público de la Nación, para cuyo uso y explotación se debe contar con la respectiva concesión de uso asociada a una habilitación administrativa, la cual es otorgada por Conatel. [3]

La siguiente imagen ilustra los diversos servicios de radiocomunicaciones, disponibles en cada sub-banda:

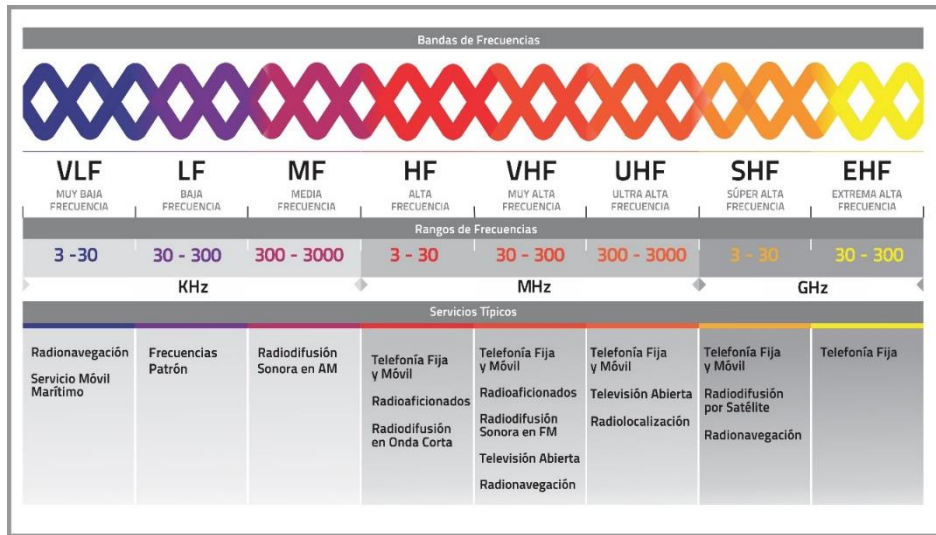


Figura 3. Bandas de frecuencias. Fuente: <http://www.conatel.gob.ve/espectro-radioelectrico/?target=CUNABAF>

El Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencias (CUNABAF) establece la atribución de las distintas bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico en la República Bolivariana de Venezuela, tomando como referencia la atribución prevista en el Cuadro de Atribución de Bandas de Frecuencias contenido en el Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones). [3]

En la figura 4, se observa el cuadro correspondiente.

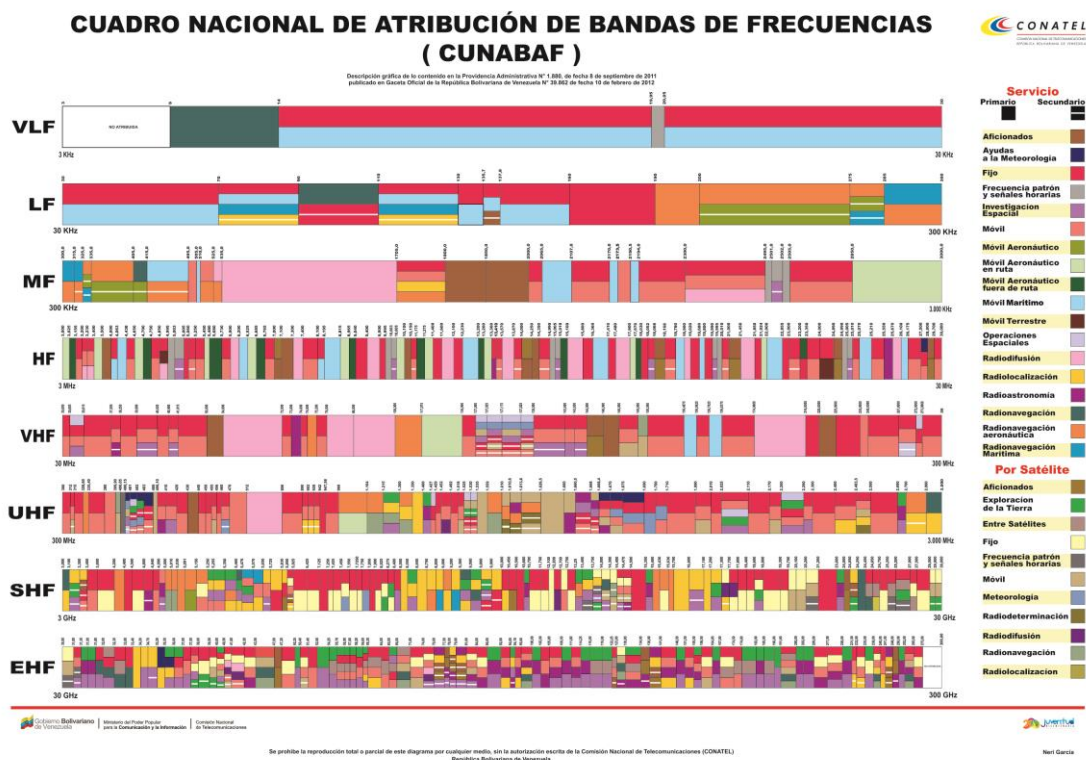


Figura 4. Cuadro Nacional de atribución de bandas de frecuencias. Fuente: <http://www.conatel.gov.ve/espectro-radioelectrico/?target=CUNABAF>

2.5 Enlace Microondas

Para los ingenieros en telecomunicaciones es fundamental, en el diseño de un radioenlace, poder predecir o estimar el comportamiento de mismo. Dicha estimación

generalmente se hace en la fase inicial del diseño. No obstante, debe tenerse en cuenta que se trata de un cálculo teórico, y que por lo tanto está sujeto a variaciones debidas a múltiples factores, por lo cual habrá que realizar las oportunas comprobaciones, medidas y ajustes durante la posterior fase de instalación para asegurar el buen funcionamiento del sistema.

En los últimos años muchos investigadores han propuesto relaciones para expresar el comportamiento de las ondas a frecuencias milimétricas a través de los factores climáticos, lluvias, vegetación, etc. La Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) se encarga de recoger dichos estudios y los presenta como estándares de cálculos y predicción para la unificación de criterios.

2.5.1 Nivel de señal en el receptor

El nivel de señal obtenida en el receptor nos proporciona información acerca del correcto funcionamiento del sistema desde un punto de vista teórico. Este apartado se basará en conceptos y fórmulas para la determinación de factores que afectan el nivel de señal recibida en un radioenlace.

2.5.1.1 Pérdidas de espacio libre

Se trata de las pérdidas de propagación que sufre la señal radioeléctrica en condiciones de espacio libre, sin ningún obstáculo en el camino, es decir, visión directa entre las antenas. En esta magnitud no suelen incluirse otras pérdidas adicionales debidas a lluvia, absorción atmosférica, etc. Estas pérdidas están relacionadas directamente con la distancia del radioenlace y la frecuencia de funcionamiento mediante la siguiente expresión:

$$A_{el} = 20 \times \log(f) + 20 \log(D) + 32.4 \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:

f: frecuencia en MHz.

D: distancia en km.

2.5.1.2 Desvanecimiento

Un radio enlace, debido a anomalías atmosféricas y en diferentes periodos de tiempo, podría experimentar una disminución en el nivel de su señal recibida y/o distorsión en su espectro, e incluso se podría crear un evento de interrupción. Por esto el desempeño del sistema está condicionado a la probabilidad de que el nivel de señal recibida no caiga por debajo del nivel mínimo que reconoce el equipo receptor.

El desvanecimiento se debe normalmente a los cambios atmosféricos y a las reflexiones del trayecto de propagación al encontrar superficies terrestres o acuáticas. La intensidad del desvanecimiento aumenta en general con la frecuencia y la longitud de trayecto.

2.5.2 Zonas de Fresnel

La zona de Fresnel es una zona de despeje adicional que hay que tener en consideración en un enlace microondas punto a punto, además de la línea de vista.

Este factor deriva de la teoría de ondas electromagnéticas, respecto de la expansión de las mismas al viajar en el espacio libre. Esta expansión resulta en reflexiones y cambios de fase al pasar sobre un obstáculo. El resultado es un aumento o disminución en el nivel de intensidad de la señal recibida.

Para establecer las zonas de Fresnel primero se debe determinar la línea de vista, que en términos simples es una línea recta entre la antena transmisora y la antena receptora. De esta manera la zona que rodea a la línea de vista es la zona de Fresnel.

La ecuación que determina los radios de las zonas de Fresnel a cualquier distancia de la trayectoria es:

$$r_n = \sqrt{\left(\frac{d_1 \cdot d_2}{d_1 + d_2}\right) \cdot \lambda \cdot n} \quad (\text{Ecuación. 2})$$

Donde:

d1: distancia del sitio 1 hasta la obstrucción en metros.

d2: distancia del sitio 2 hasta la obstrucción en metros.

λ : longitud de onda en metros.

n: número de zona de Fresnel.

2.5.3 Radio efectivo de la tierra, el factor k

Es importante conocer que la constante dieléctrica de la atmósfera cambia con la altura respecto a la tierra. Esta variación refractiva causa que la propagación del frente de onda efectivamente se “doble”. Si existe una condición donde la constante dieléctrica de la atmósfera es constante con respecto a la altura sobre el suelo, no ocurrirá ninguna refracción y el frente de onda viajará en línea recta. Sin embargo ésta no es la norma. Como las variaciones del dieléctrico están típicamente presentes, el frente de onda usualmente se refractará siguiendo un recorrido entre la línea recta y la verdadera curvatura de la tierra. La propagación del frente de onda a través del ambiente se verá reducida, y será “doblado” efectivamente. Esto es porque en vez de viajar en línea recta, el frente de onda normalmente se dobla hacia la tierra, lo cual sirve para extender su horizonte.

Con el fin de ahorrar tiempo en los cálculos generalmente se utilizan los tres valores más significativos de K. Dos de los tres valores describen los límites entre los que la refracción pueda ocurrir (aunque con condiciones anómalas, pueden existir valores fuera de ese límite), mientras que el tercer valor describe una condición “normal” o esperada. El valor de K = infinito, también conocido como la atmósfera “súper normal”, es una condición extrema donde el frente de onda sigue la verdadera curva de tierra. El otro valor extremo es K = 2/3 y su término es atmósfera “sub normal”. Esta es una condición referida a veces como abultamiento de la tierra. El

valor medio es $K = 4/3$ y es usado para evaluar la trayectoria bajo condiciones atmosféricas normales.

Inicialmente, estos métodos gráficos permiten medir los despejes en distancias, como metros. Una vez que esta información es obtenida, típicamente se convierte en una significativa medición de diseño.

2.5.4 Criterios de Despeje

Si el despeje de la trayectoria tiene menos del 60% de la primera zona de Fresnel, habrá más pérdida que simplemente la de espacio libre, incluso si la condición de línea de vista existe. Con los despejes de las zonas de Fresnel impares, pueden ocurrir pérdidas un poco menores a las de espacio libre, mientras que con las zonas pares las pérdidas pueden ser algo significativas. Esto se debe a la relación de fase entre la onda directa y reflejada recibida por la antena.

Cuando la señal es reflejada, ésta experimenta un retraso en fase de 180° (equivalente a un retraso de $1/2$ longitud de onda) referenciado al frente de onda incidente. Si la zona de reflexión se encuentra en la primera zona de Fresnel, la señal reflejada llegará al receptor con otro desfase de $1/2$ longitud, para un total de 1 longitud de onda. Las señales recibidas estarán entonces en fase y serán aditivas.

Si la superficie reflectora se encuentra en los límites de la segunda zona de Fresnel, el frente de onda al reflejarse, alcanza la antena receptora con un retardo total de 1,5 longitudes de onda. Esto significa que estará desfasada con respecto al frente de onda incidente, y las señales que lleguen al extremo receptor se cancelarán.

El levantamiento de una o ambas antenas es un método para alterar los despejes de las zonas de Fresnel. Como los despejes aumentan a órdenes superiores en los números de las zonas de Fresnel, la intensidad de este problema disminuye a causa de que la magnitud del coeficiente de reflexión con respecto a la superficie reflectora disminuye.

Las trayectorias son usualmente diseñadas para cumplir con un criterio específico de los despejes de la zona de Fresnel para uno o más valores de K. Los requerimientos para “rutas Fuertes” determinan que el despeje debe ser al menos $0.3 \cdot F_1$ (30% la primera zona de Fresnel) cuando se utiliza un $K = 2/3$, y el despeje debe ser igual a $1 \cdot F_1$ (100% de la primera zona de Fresnel) cuando se utiliza $K = 4/3$. Los requerimientos para “rutas ligeras” especifican que el despeje debe ser $0.6 F_1$ (60% la primera zona de Fresnel) mas 3,05 metros cuando se utiliza una $K = 1$.

Otra consideración importante es el tipo de superficie que se está evaluando. En general, están definidos tres tipos de superficies, cada una con su propio coeficiente de reflexión: $R = 0$ para la superficie tipo “filo de cuchillo”, $R = 0,3$ para rugosidad normal y $R = 1$ para una superficie esférica lisa. Los tipos de superficie hacen una gran diferencia en relación a la atenuación en las zonas pares de Fresnel, porque las obstrucciones con superficies grandes y lisas reflejan mayor energía.

Combinando estas ondas reflejadas fuera de fase con la señal incidente en el receptor ocurrirán grandes atenuaciones de la señal recibida.

2.5.5 Confiabilidad de los radioenlaces

Para estimar la confiabilidad de un radioenlace, se debe calcular el porcentaje de interrupción o error en el desempeño del sistema a implementar. Sabemos que la señal a transmitir se verá afectada por diversos fenómenos de propagación que reducirán la potencia de la señal en la estación receptora. A medida que la potencia recibida decrezca, las posibilidades de interpretación en el receptor disminuirán, aumentando así la probabilidad de errores en la transmisión de información.

2.6 Redes Backhaul

Se denomina Backhaul (red de retorno) a la infraestructura que interconecta las estaciones base (EB), o Nodos B en la terminología 3GPP, con los controladores radio de la red (RNC, Radio Network Controller) dentro de la red de acceso radio (RAN, por sus siglas en inglés). Las líneas de transmisión usados habitualmente en el Backhaul son enlaces E1/T1 punto a punto, que interconectan los elementos de red a través del uso de diversos tipos de topologías, utilizando radioenlaces, cable o fibra óptica.

En líneas generales las redes Backhaul es la porción de una red jerárquica que comprende los enlaces intermedios entre el núcleo (o Backbone), y las subredes en sus bordes.

2.7 Redes Backbone

Una red troncal o (Backbone) es una red utilizada para interconectar otras redes, es decir, un medio que permite la comunicación de varias LAN o segmentos. Suelen ser de alta capacidad y permiten un mayor rendimiento de las conexiones LAN de una empresa. Es un mecanismo de conectividad primario en un sistema distribuido. Está compuesta de un gran número de Routers de gran capacidad.

2.8 Red IP/MPLS

MPLS (Multi-Protocol Label Switching) fue publicado por la IETF en el RFC 3031 en el año 2001. MPLS es una tecnología de mapeo de etiquetas y reenvío de paquetes, que integra el intercambio de etiquetas con el enrutamiento a nivel de red. [4].

El intercambio de etiquetas (o mapeo) implica el cambio del valor de la etiqueta en la cabecera del paquete a medida que este se desplaza de nodo en nodo dentro de la red. La idea de MPLS es mejorar el rendimiento del enrutamiento de capa de red y su escalabilidad [5]. MPLS da soporte a diversas tecnologías de red, ubicándose entre las capas 2 y 3 del modelo OSI (Open Systems Interconnection) [6].

2.8.1 Componentes Funcionales de MPLS

- LSRs (Label Switching Router): Es un enrutador de alta velocidad especializado en el envío de paquetes etiquetados por MPLS. Son llamados también, Nodos MPLS.
- Etiqueta: es un identificador corto, de longitud fija y con significado local empleado para identificar un FEC.
- FEC (Forwarding Equivalence Class): Clase que define un conjunto de paquetes que se envían sobre el mismo camino a través de una red, aun cuando sus destinos finales sean diferentes.
- LSP (Label Switched Path): Es una ruta a través de uno o más LSRs en un nivel de jerarquía que sigue un paquete de un FEC en particular.
- Dominio MPLS: es un conjunto de nodos contiguos que operan con enrutamiento y reenvío MPLS y que se encuentran bajo una misma autoridad administrativa [7].

La base del MPLS está en la asignación e intercambio de etiquetas, que permite enviar paquetes de manera eficiente a través de una red, gracias a las etiquetas MPLS de 4 bytes adosadas a los paquetes IP, que permiten reducir el procesamiento de paquetes en los dispositivos de la red, pues el análisis del encabezado de capa 3 se realiza exclusivamente cuando el paquete ingresa o sale del dominio MPLS y, luego al interior se reenvía al siguiente dispositivo mediante una simple inspección de las etiquetas adosadas a los paquetes.[8]

2.8.2 Etiqueta MPLS

Una etiqueta MPLS es un identificador corto y de longitud fija que se inserta entre el encabezado de capa 2 y capa 3. Es utilizado por los LSRs del núcleo de una red para tomar decisiones de envío de un paquete, además permite identificar el camino que debe atravesar un paquete asociado a un FEC determinado. Las etiquetas MPLS tienen significado local, es decir que cada LSR en una red realiza una decisión independiente respecto al valor de la etiqueta que empleará para representar un FEC. El encabezado MPLS está formado por 32 bits distribuidos en cuatro campos. [9]

- **Etiqueta:** Es un campo conformado por 20 bits, en el que se encuentra el valor de la etiqueta asignada, que se intercambia en cada LSR.
- **EXP o experimental:** Está compuesto por 3 bits y se usa para identificar la Clase de Servicio (CoS, Class of Service) que requiere un paquete.
- **S (Stack):** Formado por un bit, dado que en MPLS es posible la inserción de múltiples etiquetas, este bit determina si esa etiqueta es la última en el paquete.

Si $S = 1$ es la última, si $S = 0$ existen más etiquetas añadidas al paquete.

- **TTL (Time To Live):** Está formado por 8 bits y su función es prevenir que los paquetes ingresen en un lazo indefinido (bucle).

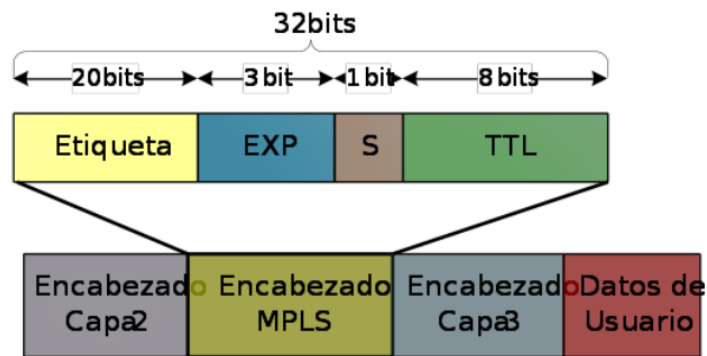


Figura 5. Etiqueta MPLS. Fuente:
<http://www.ramonmillan.com/tutoriales/mpls.php>

2.9 DWDM

La multiplexación por división en longitud de onda, multiplexación óptica o WDM (Wavelength Division Multiplexing) tiene su origen, en la posibilidad de acoplar la salida de diferentes fuentes emisoras de luz, cada una a una longitud de onda o frecuencia óptica diferente, sobre una misma fibra óptica. Después de la transmisión a través de la fibra, cada una de estas señales o canales ópticos en distintas longitudes de onda, pueden ser separadas entre sí hacia diferentes detectores en su extremo final. El componente encargado de inyectar las distintas fuentes sobre la misma fibra óptica es el multiplexor, el de separarlas es el demultiplexor, el de regenerarlas a nivel óptico el amplificador, y el de adaptar las longitudes de onda recibidas a una longitud de onda estandarizada, estabilizada y susceptible de ser multiplexada y demultiplexada, es el transpondedor.

DWDM no es tan sólo una técnica para ampliar la capacidad de una red de fibra óptica, sino, más bien, una tecnología robusta de backbone, que permite satisfacer el crecimiento en volumen y complejidad que presentan los servicios de telecomunicaciones, sin necesidad de hacer nuevos tendidos de fibra. [10]

2.10 G.703

El interfaz E1/G.703 es una norma de la ITU, que describe un nivel físico, es decir características físicas y eléctricas de la señal que se transmite entre los dos extremos de la comunicación. En dicho interfaz se suelen emplear dos pares de cables: uno para transmitir los datos y otro para recibirlos, que generalmente son de tipo coaxial o par trenzado.

Es una interfaz para transmitir voz o datos sobre canales digitales tales como los E1 (hasta 2048 Kbit/s). Se suele transportar sobre cables equilibrados de par trenzado de 120 ohm terminados en conectores RJ-48C. Sin embargo, algunas compañías telefónicas usan cables no balanceados (dos cables coaxiales de 75 ohmios), también permitido por G.703.

2.11 Ethernet

Ethernet es la tecnología de las redes de área local, LAN (Local Area Network por sus siglas en inglés) que más se utiliza en la actualidad. Funciona en la capa de enlace de datos y en la capa física. Se trata de una familia de tecnologías de red que se definen en los estándares IEEE 802.2 y 802.3. [11]

Para su correcto funcionamiento, Ethernet depende de las dos subcapas separadas en la capa de enlace de datos. La subcapa de control de enlace lógico (LLC por sus siglas en inglés) y la subcapa de control de acceso al medio (MAC por sus siglas en inglés). [11]

Antes de que un nodo envíe algún dato a través de una red Ethernet, primero escucha y se da cuenta si algún otro nodo está transfiriendo información; de no ser así, el nodo transferirá la información a través de la red. Todos los otros nodos escucharán y el nodo seleccionado recibirá la información. En caso de que dos nodos traten de enviar datos por la red al mismo tiempo, cada nodo se dará cuenta de la colisión y esperará una cantidad de tiempo aleatoria antes de volver a hacer el envío.

Cada paquete enviado contiene la dirección de la estación destino, la dirección de la estación de envío y una secuencia variable de bits que representa el mensaje transmitido. El dato transmitido procede a 10 millones de bits por segundo y el paquete varia en una longitud de 64 a 1518 bytes, así el tiempo de transmisión de un paquete en la Ethernet está en un rango de 50 a 1200 microsegundos dependiendo de su longitud. La dirección de la estación de destino normalmente es referida por una única interfaz de red. Cada estación recibe una copia de cada paquete, pero ignora los paquetes que son dirigidos a otras computadoras y procesa solamente los que son dirigidos a ella. Las velocidades de envío de paquetes utilizando la tecnología Ethernet son de 10 Mbps (Ethernet estándar), 100 Mbps (Fast Ethernet – 100BASEX) y de 1000 Mbps utilizando el Gigabit Ethernet cuya especificación se encuentra respaldada por la IEEE con número 802.3z. [11]

2.12 Puntos de presencia (POP)

Un punto de presencia de Internet es un lugar donde un proveedor ofrece servicios de acceso a Internet a grandes velocidades. Es un lugar situado estratégicamente en una ciudad, compuesto por un Data Center y varios armarios de comunicaciones, todo perfectamente redundado, monitorizado y securizado para garantizar la disponibilidad del servicio, aprovechando al máximo los recursos disponibles.

2.13 Radios

Los radioenlaces permiten la interconexión entre los terminales de telecomunicaciones con el uso de ondas electromagnéticas. Igualmente, pueden ser definidos como un sistema de comunicación entre puntos fijos situados sobre la superficie terrestre. [12]

Un radio, dependiendo del modelo puede estar conformado por una o más IDUs (Unidades Interiores). Una IDU no es más que un modem que interconecta el radio con el backbone de la red, a través interfaces Ethernet, Seriales, entre otras. [13]

2.14 Parámetros de tráfico

- **El PIR (Peak Information Rate):** tasa máxima de emisión de un cliente expresada en bits/s y acordada previamente entre cliente y operador mediante algún tipo de contrato o acuerdo de nivel de servicio (SLA). El PIR nunca puede ser mayor que la capacidad de la línea que provee el operador. [14]
- **CIR (Committed Information Rate):** tasa media de tráfico a largo plazo que el operador se compromete a dar a un cliente mediante un contrato o acuerdo de nivel de servicio (SLA). Este parámetro se mide en bits/s y generalmente es menor al PIR. En cualquier caso el CIR nunca puede ser mayor al PIR. [14]
- **CBS (Committed Burst Size):** tamaño máximo de las ráfagas permitidas en la red. Especifica el número máximo de bytes que pueden ser transmitidos al PIR sin dejar de cumplir con el acuerdo del CIR.[14]
- **EBS (Excess Burst Size):** umbral de tamaño de ráfagas superior al CBS. Cuando las ráfagas exceden el EBS los paquetes que contienen se marcan para eliminarlos. [14]

2.15 Router y switch

Los Routers son dispositivos capa tres (red) que permiten interconectar redes y a su vez elegir la mejor ruta que deben tomar los paquetes. Por otra parte, los Switches son dispositivos capa dos (enlace de datos) que distribuyen los datos en forma de trama conectándose directamente con los equipos finales mediante cables de red. [15]

CAPITULO III

DESARROLLO DEL DISEÑO

Desarrollo del modelo de Ingeniería de Detalle

El modelo de ingeniería de detalle propuesto, busca generar un documento que como principal objetivo, cumpla con los requerimientos de los clientes y además, tenga un esquema de presentación ordenado y definitivo para las áreas de interés en la corporación Digitel, esto con el fin de implementar la mayor cantidad de servicios y efectuar la migración a la nueva red corporativa IP.

Los puntos que conforman el modelo, han sido determinados mediante la consulta de fuentes principales, como lo son ingenierías de detalles realizadas anteriormente y material técnico disponible en el departamento de PCO. De esta manera se ha logrado conformar un nuevo modelo de ingeniería de detalle, que principalmente será desarrollado para la solicitud de un nuevo servicio, seguidamente para la migración de clientes a la nueva red y posteriormente aplicado a un cliente corporativo ubicado en la Gran Caracas, también se conformará un esquema de trabajo en donde se reflejará las tareas de cada departamento con el fin de mejorar los tiempos de respuesta a las solicitudes de nuevos servicios. El documento de ingeniería consta de 14 puntos importantes que serán desarrollados a continuación.

3.1 Portada

En la portada del documento deben ser incluidos los siguientes datos:

3.1.1 Encabezado: Debe contener el logo de la empresa del lado izquierdo y del lado derecho la Región en donde se encuentra ubicada la sede del cliente, es

decir, en donde se desea instalar el servicio solicitado. En la Corporación Digitel, se tiene la siguiente distribución por Regiones del País:

Tabla 1. Distribución del País en Regiones. Fuente: Elaboración propia.

REGIÓN	ESTADOS
Región Gran Caracas	Distrito Capital, Vargas y Miranda
Región Centro	Carabobo
Región Centro Llano	Aragua, Guárico y Anzoátegui
Región Occidente	Zulia y parte del Estado Falcón
Región Centro Occidente	Resto del Estado Falcón, Lara, Portuguesa, Barinas, Cojedes y Yaracuy
Región Andina	Táchira, Trujillo, Mérida y Apure
Región Oriente	Nueva Esparta, Sucre y Monagas
Región Guayana	Amazonas, Bolívar y Delta Amacuro

3.1.2 Fecha: Es aquella fecha en la que es culminado y enviado el documento de ingeniería a todos los departamentos de interés, teniendo en cuenta principalmente los siguientes:

- **Ingeniería de la red Backhaul (BHIP):** Encargados de dimensionar la red de Backhaul, revisar y aprobar recursos de la red, custodiar documentación de las instalaciones que se lleven a cabo en la misma y aprobar factibilidades de servicios nuevos.
- **Ingeniería de red IP (BBIP):** Encargados de dimensionar los elementos de red IP, elaborar ingeniería de detalle para la instalación de los elementos de red que conforman el backbone y Backhaul IP y la red de Sincronismo, revisar, aprobar y custodiar documentación de ingeniería

final de los elementos de red que conforman el backbone y Backhaul IP, administrar la red DCN de la corporación y aprobar factibilidades de servicios nuevos.

- **Ingeniería de enlaces corporativos (PCO):** Dimensionar los enlaces corporativos, revisar y aprobar documentación de inspección de sitios (Site Surveys), elaborar Ingeniería de detalle para la instalación de Enlaces Corporativos, revisar, aprobar y custodiar documentación de ingeniería final de los Enlaces Corporativos (“As Built”).
- **Transporte IP:** Encargados de implementar los Scripts en los equipos de toda la red, certificar rutas, realizar Pruebas PES (puesta en marcha de servicios) y garantizar la operatividad del servicio.
- **O&M corporativos región Capital:** Implementar servicios Corporativos, realizar mantenimiento, atender y resolver fallas de clientes corporativos, así como la instalación de nuevos elementos. Existen Diferentes grupos de O&M Corporativos, distribuidos y organizados por Regiones a nivel Nacional.
- **Sistemas 412:** Administran la red Core de la corporación, los Routers “P” y los puntos de presencia (POP).
- **NOC (centro de control de la red):** Monitorean la red a nivel Nacional, controlan la entrada y salida a las estaciones, control de fallas o cortes en los servicios, para su expedita solución.
- **Gerencia de ventas empresas/gubernamentales:** También llamados ingenieros de proyectos corporativos (IPC), son los encargados de remitir la solicitud del cliente a PCO, mediante una matriz de requerimiento, en donde se especifique, el tipo de servicio, la capacidad y la interfaz

requerida. Llevan a cabo la negociación con el cliente y la definición del SLA.

3.1.3 Nombre del cliente: se debe escribir de la siguiente manera: *Cliente 412: XXX*, seguido de la ubicación de la Sede de interés, esto permite mantener organizada la base de datos del departamento.

3.1.4 Pie de página: De lado izquierdo se indica el responsable del proyecto, es decir la persona que elabora el documento por parte de PCO y del lado derecho, se colocará el nombre de la persona responsable de revisar el proyecto por parte del departamento O&M corporativos, dando así, la aprobación de todos los datos que se encuentren en el mismo.

3.2 Introducción

En esta sección es importante dar una breve reseña de la situación actual y la situación planificada del proyecto, en donde se especifique el principal objetivo del mismo y se dan observaciones generales que se consideren necesarias.

3.3 Índice de contenido

Debe ser incluida una tabla de contenido en donde se muestren los puntos resaltantes del documento.

3.4 Información del cliente

Es necesario contar con la información del cliente, ya sea para adecuaciones a la hora de la instalación o para solicitar información complementaria, esta debe ser suministrada al departamento de ventas en el momento que el cliente solicita el

servicio. La sección incluye los siguientes datos: Nombre del Cliente, persona de contacto, teléfono, correo electrónico y por último la dirección (Parroquia, ciudad/población, Estado).

3.5 Información general del enlace


Es importante suministrar la información básica del enlace a implementar, es decir el radio disponible en el inventario de PCO que será destinado para la solicitud del cliente, así como la frecuencia de operación y el diámetro de la antena a utilizar.

3.5.1 Radios disponibles para enlaces Corporativos.

Se tiene disponibilidad de cuatro modelos de Radios para la instalación de nuevos enlaces microondas, con la finalidad de atender los requerimientos de clientes corporativos.

En la tabla 2, se tienen las principales características de los equipos a utilizar:

Tabla 2. Radios disponibles para enlaces corporativos. Fuente: Elaboración propia.

<p>NERA EDGE</p> 	<p>PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS:</p> <ul style="list-style-type: none">- Posibilidad de alcanzar la capacidad máxima indicada, mediante la activación
---	---

<p>CERAGON IP10</p> 	<p>de la licencia correspondiente</p> <ul style="list-style-type: none"> -Bandas con licencia de frecuencia: 7, 8, 11, 13, 15, 18, 23, 26, 38 GHz -Emplean Código y Modulación Adaptivos (ACM), su red se beneficia de continuidad confiabilidad y liberación de capacidad adicional.
<p>ZTE NR8120</p> 	<ul style="list-style-type: none"> -Modulaciones: QPSK a 256QAM -Tecnología de Radio de Microondas Nativo². Con esta tecnología, la portadora de microondas soporta tráfico IP/Ethernet nativo junto con PDH
<p>HUAWEI RTN-605</p> 	<p>opcional nativo. Ningún tipo de tráfico es mapeado encima del otro, mientras ambas comparten dinámicamente en conjunto el mismo ancho de banda.</p>
<p>ERICSSON CN510</p> 	

3.5.2 Bandas de Frecuencias

La prestación de servicios considerados legalmente como de telecomunicaciones a terceros- el prestador de servicios y/o acceso de Internet (ISP/ IAP) debe obtener ante CONATEL la correspondiente habilitación general que

ampare la prestación de servicios de telecomunicaciones como tal, con el atributo de ISP/IAP, así como el despliegue de la red, ello de conformidad con la Ley Orgánica de Telecomunicaciones vigente y su reglamento sobre habilitaciones administrativas y concesiones de espectro radioeléctrico.

Las redes que se desplieguen para la prestación de servicios ISP/ IAP, deben estar habilitadas legalmente pues las mismas serán consideradas como una red pública, esto atendiendo a la especificidad de la prestación de servicios y no a las especificaciones técnicas de la red en sí, pues tal como lo ordena la ley no se regula las tecnologías sino los servicios que se prestan con ellas.

Dado que la estructura y la densidad de la red de transporte de las grandes empresas de telecomunicaciones, exige un gran número de frecuencias, en particular para saltos cortos comprendidos entre unos pocos kilómetros y unas decenas de kilómetros, la mayoría de las bandas de frecuencias consideradas, especialmente para zonas de densa población, se sitúan en la gama de frecuencias superior a 11 GHz.

Los servicios requeridos por los clientes corporativos de Digitel, están comprendidos en las bandas de frecuencias SHF (Super High Frequency) o también conocida como la banda centimétrica con un rango de frecuencias de entre 10 a 1 centímetro.

En el anexo 2, se tienen las canalizaciones de bandas de microondas asignadas por CONATEL y respaldadas por las recomendaciones de la UIT. Las bandas licenciadas, en las que puede operar Digitel son: 23 GHz, 18 GHz, 15 GHz, 13 GHz y 8 GHz respectivamente, teniendo para los enlaces corporativos frecuencias altas, por tratarse de enlaces punto a punto de distancias cortas, frecuencias de 23 GHz, 18 GHz y 13 GHz respectivamente.

3.5.3 Diámetro de la Antena

El tamaño de la antena, por ejemplo, habrá de ser inversamente proporcional a la frecuencia de la señal que ésta debe captar. Dicha frecuencia está relacionada con la longitud de onda según la siguiente fórmula:

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad (\text{Ecuación 3})$$

λ = longitud de onda (m). f = frecuencia (Hz). c = velocidad de la luz $3 \cdot 10^8$ m/s.

La longitud de la antena deberá ser la mitad de la longitud de onda. Por ejemplo, el tamaño de la antena necesaria para captar una frecuencia de 75 MHz será de 2 metros aproximadamente. Este valor corresponde a la longitud ideal o teórica. En la práctica, esta longitud se suele reducir un poco, aproximadamente un 5 %.

Sin embargo cuando se trata de frecuencias altas y de enlaces punto a punto con distancias cortas, es necesario el uso de antenas de diámetros muy pequeños, ya que las pérdidas de espacio libre es una función que depende de la longitud del enlace y de la frecuencia utilizada. Mientras mayor sea la longitud del enlace mayor será la atenuación y mientras mayor sea la frecuencia mayor será la atenuación, lo que quiere decir que la pérdida de espacio libre es directamente proporcional a la distancia y a la frecuencia, por ello se recomienda utilizar frecuencias más bajas para enlaces de largo alcance y frecuencias más altas para enlaces más cortos, esto se traduce a antenas directivas de diámetros pequeños.

Las antenas disponibles en el inventario de PCO, son las antenas Andrew ValuLine. Están disponibles como antenas de polarización simple y apoyan las bandas de frecuencia estándar. Los productos se componen de 1 ft. (30 cm), 2 ft. (60 cm), 3 pies (90 cm), 4 ft. (120 cm), 6 ft. (180 cm) y antenas de diámetro de 8 pies (240 cm).

En la figura 6, se observa una antena VHLP1-220 con diámetro 0.3 m y frecuencia de operación 21.2 GHz a 23.6 GHz.



Figura 6. Antena Andrew VHL P1-220. Fuente: <http://es.commscope.com>

Teniendo en cuenta la distancia del enlace y las bandas de operación licenciadas, se tiene entonces, una tabla general del enlace a utilizar para la instalación de un servicio corporativo.

Tabla 3. Tipos de Enlaces a utilizar en función a la distancia. Fuente: Elaboración propia.

Distancia del enlace	Banda de Operación	Diámetro de la antena
$0 < D < 1.5 \text{ Km}$	23 GHz	0.3 m
$1.5 < D < 2 \text{ Km}$	23 GHz	0.6 m
$2 < D < 3 \text{ Km}$	18 GHz	0.6 m
$4 < D < 5 \text{ Km}$	18 GHz	0.9 m
$5 < D < 7 \text{ Km}$	13 GHz	0.6 m
$D \gg 7 \text{ Km}$	7 GHz	0.9 m

3.6 Información general del servicio

Es necesario definir todas las características del servicio solicitado, para eso, se especifican los siguientes puntos:

3.6.1 Tipo de solicitud

Se debe definir el tipo de solicitud que el cliente requiere, es decir, si se trata de un servicio Nuevo (el cual amerita la instalación de un nuevo enlace última milla), una mudanza de sede, una migración de interfaz (aquellos clientes que poseen un servicio en interfaz G.703 y desean migrar a ETH), una migración en la red de transmisión o una ampliación de la capacidad.

3.6.2 Servicio

El cliente corporativo puede solicitar servicio de Voz, Internet y Datos. Sin embargo mediante la nueva red Corporativa IP, solo se va a transmitir servicio de Datos e Internet en interfaz ETHERNET. El servicio de voz es un servicio transmitido en TDM en interfaz G.703.

3.6.3 Capacidad solicitada (Mbps)

La capacidad solicitada viene dada por Mbps o Mbit/s, la cual es una sigla desarrollada para identificar la unidad de un megabit por segundo y utilizada para cuantificar un caudal de datos que equivale a 1.000 kilobits por segundo o 1.000.000 bits por segundo. Es importante destacar que esta magnitud no constituye una velocidad, ya que la velocidad a la que se transmiten los datos no tiene nada que ver con el caudal o el flujo de información.

Esta cantidad es entregada en toda su totalidad, ya que el servicio es netamente dedicado y se asigna un canal solo para el cliente en cuestión.

3.6.4 Interfaz

Por tratarse de una red IP, la interfaz física en que se transmitirá el servicio solicitado, será mediante la tecnología Ethernet.

3.6.5 VLAN

Se debe asignar una red virtual de área local (VLAN por sus siglas en inglés), ya que permiten que redes IP y subredes múltiples existan en la misma red conmutada, son útiles para reducir el tamaño del broadcast y ayudan en la administración de la red separando segmentos lógicos de una red de área local. Dada esta particularidad, las VLANs proveen una forma de separar grupos de hosts con objetivos diferentes aunque estos se encuentren conectados al mismo switch. Para la comunicación entre switches se utiliza un protocolo estándar definido por la IEEE. Se trata de 802.1q, cuya función es la de encapsular las tramas Ethernet en una nueva estructura. Así, a la trama Ethernet tradicional se le agregan 4 bits en la cabecera que conforman el identificador de VLAN. De esta manera, el tráfico va todo junto en el mismo cable pero es fácilmente identificable. [11]

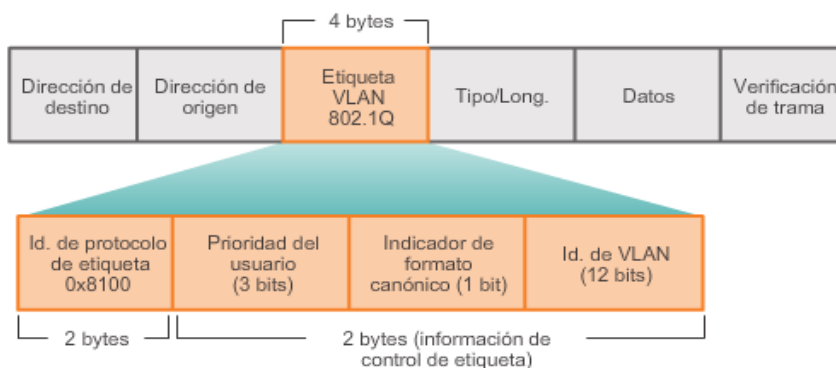


Figura 7. Etiquetado de VLAN dentro de la trama Ethernet. Fuente: http://www.reuter.com.ar/ccna/ccna1/mod5_ccna/ .

En la figura 7, se observa una trama Ethernet con etiquetado de VLAN.

3.6.5.1 Tipos de puertos

Un switch que utiliza VLANs puede tener dos tipos de puertos: Puertos de acceso y puertos de trunk.

- **Puertos de acceso:** este tipo de puertos son los que conectan hosts finales. Trabajan con las tramas clásicas de Ethernet, sin el agregado de las etiquetas de VLAN.
- **Puertos de trunk:** los puertos de trunk tienen una función especial que es la de conectar switches entre sí o un switch con un router. Cuando llega tráfico a un puerto de trunk proveniente desde el propio switch, éste es etiquetado con el identificador de VLAN y enviado por el puerto. El equipo que lo recibe, desencapsula la trama Ethernet (quitándole la etiqueta) y lo envía al puerto que corresponda.

Entonces, si el cliente corporativo, desea servicio de Datos e Internet, no será necesario utilizar dos puertos en el equipo de transmisión del lado Digitel, en ese caso, se asigna un puerto configurado en modo troncal y las respectivas VLAN para cada servicio, garantizando así la entrega de servicios por separado del lado cliente y la optimización de recursos en la red.

3.7 Detalle de instalación

3.7.1 Informe de Sitio A (Lado cliente)

En esta sección se soporta toda la información registrada en los puntos anteriores y en donde se verifican los datos suministrados por la inspección en campo (Site Survey).

En este punto se aporta toda la información relacionada con el sitio del lado cliente, se tendrán aspectos como dirección, coordenadas, fecha de inspección realizada por la contratista correspondiente, etc. También se suministra toda la información técnica relacionada con el cliente, en donde se señalan 3 posibles opciones de interconexión con estaciones Digitel y en donde por cada una se destaca el nombre de la estación, el azimut, la distancia, línea de vista, estructura a utilizar, ubicación de la estructura a utilizar, altura de la edificación, altura de la antena, distancia del recorrido IDU/ODU, diámetro de la antena y banda de frecuencia.

Además se incluye un reporte fotográfico en donde se incluyen aproximadamente 17 fotografías que se distribuyen de la siguiente manera: una fotografía de la ubicación del cliente y posibles sitios B en Google Earth, una fotografía de coordenadas tomadas en sitio con GPS, dos fotografías de la línea de vista para el sitio B1 (línea de vista cercana y línea de vista lejana), dos fotografías de la línea de vista para el sitio B2, dos fotografías de la línea de vista para el sitio B3, una fotografía de la Ubicación de la antena y estructura a instalar, recorrido del cableado desde la ODU hasta la IDU (las fotografías que sean necesarias), una fotografía de la sala de datos del cliente, una fotografía del rack en donde se ubicara la IDU, una del UPS, una del tomacorrientes, una del sistema puesta a tierra, una fotografía de la pantalla de voltímetro (medición impedancia – sistema de puesta a tierra) y una fotografía de la pantalla de voltímetro (medición voltaje – 110v ó -48v). Las fotografías serán editadas para mostrar de manera ficticia el recorrido de los cables y el lugar de colocación de la antena.

Por último se tiene un campo de observaciones, en donde debe señalarse principalmente los siguientes aspectos:

- Condiciones de acceso a la sede cliente (acceso vial, seguridad, vehículo a utilizar, permisos especiales, etc.).
- Condiciones de acceso al lugar donde se instalará la antena.
- Situación de la sala de datos (Estatus general, Rack, UPS, Sistema de Puesta a tierra, Tomacorrientes).

Se deberá especificar el voltaje de recepción en el tomacorriente donde se propone conectar los equipos propuestos (110v o -48v); así como también la impedancia recibida en el sistema de puesta a tierra existente en la estación (barra o anillo de tierra).

3.7.2 Informe de Sitio B (Lado Digitel)

En el formato de inspección de Sitio B, se tienen los datos generales de la estación de Digitel seleccionada para la interconexión con la sede del cliente, de igual manera se tiene el nombre de la estación, la ubicación geográfica y las especificaciones de la infraestructura existente, en donde se indica el tipo de estación, dimensiones, estructura, ubicación de la estructura, diámetro de la antena y altura de la antena. En esta sección también se tiene una descripción general del enlace y los requerimientos de la instalación, se observa si se tiene espacio en el rack para el radio del cliente, alimentación, sistema puesta a tierra, pasamuros, recorrido del cable IF desde la IDU hasta la ODU y el tipo de soporte para la antena.

El reporte fotográfico está compuesto por: dos fotografías de la línea de vista hacia la sede del cliente (vista lejana y vista cercana), una fotografía de la fachada de la estación, una fotografía del rack y la posición en donde se instalara la IDU, una fotografía indicando la alimentación del equipo, una del sistema de puesta a tierra, una de los pasamuros, una fotografía del recorrido del cable IF, una de la estructura completa (torre, monopolo o mástil) y por ultimo una fotografía de la arista de la torre en donde se ubicará la antena. Igualmente por último se tendrá un cuadro de observaciones en donde se deberá indicar cualquier aspecto importante acerca del informe de sitio.

3.8 Despacho de equipos

Se debe llenar una tabla de materiales en donde se especifican los materiales que serán necesarios para la ejecución de la instalación. La tabla incluye tres campos: código SAP del material, cantidad y sitio destino a donde será enviado.

3.9 Diagrama de gestión

La gestión de red involucra el proceso de planificación, organización, supervisión y control de los elementos de comunicación para garantizar un adecuado nivel de servicio. Los objetivos principales consisten en mejorar la disponibilidad y el rendimiento de los sistemas. Sin embargo, su función principal se basa en realizar actividades de monitorización y control de la red de comunicaciones con el objetivo de cumplir con los requisitos de usuario para los cuales fue diseñada. [16]

Al tratarse de un cliente nuevo, es necesaria entonces, solicitar la gestión del nuevo radio última Milla, para esto, el personal encargado de la administración de la DCN (Ingeniería de la Red IP) debe asignar los siguientes elementos:

- Una dirección IP: Esta dirección va a ser utilizada para identificar al dispositivo final de manera única en la red. Dicha IP siempre debe pertenecer al segmento de red asociado a una de las VLANs de gestión establecidas dentro de la estación.
- Una máscara de subred: Se le asigna para poder identificar el segmento de red al cual pertenece la dirección IP. Dicho segmento siempre debe estar asociado a una de las VLANs de gestión establecidas dentro de la estación.
- Un *Gateway*: Se utiliza como salida para establecer la conexión con otras redes. La dirección IP que se utiliza como *Gateway* siempre va a estar

relacionada con una de las VLANs de gestión establecidas dentro de la estación.

Para Solicitar la Gestión del equipo es necesario realizar un Diagrama, en donde se indique el equipo a gestionar, el nombre del cliente, la estación de interconexión de Digitel y el posible equipo de la Red DCN, de donde puede tomarse la gestión. Una vez realizado el Diagrama es enviada la solicitud al departamento de Ingeniería transporte IP, y posteriormente es devuelto con los parámetros correspondientes.

En la figura 8, se tiene un diagrama de gestión con la asignación de IP's respectivas para el radio lado cliente y lado celda (Lado Digitel).

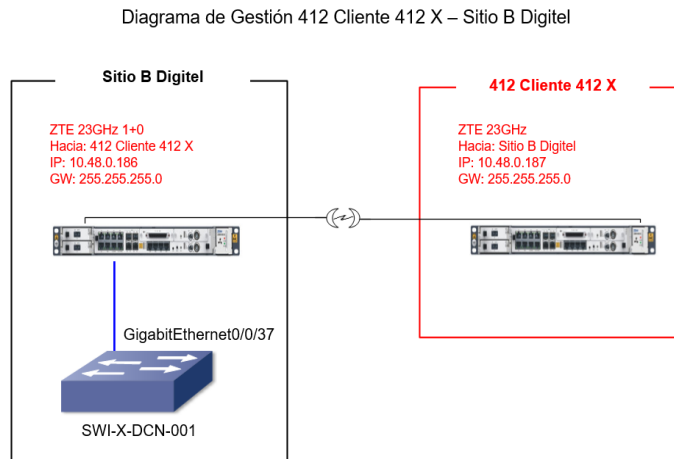


Figura 8. Asignación de direcciones IP para la gestión de equipos. Fuente: Elaboración propia.

Mediante los sistemas de gestión respectivos para cada proveedor y la dirección IP asignada, será viable entonces, visualizar la configuración del equipo, las posibles fallas y la disponibilidad de puertos.

3.10 Cálculo del enlace

La información mostrada en este punto es el cálculo realizado para las frecuencias tomadas en cuenta, en donde se busca que el enlace no tenga posibles obstrucciones y además se verifican que las zonas de Fresnel cumplan al menos con el 60%. Por otra parte el cálculo de enlace busca verificar que el enlace puede llevarse a cabo utilizando los equipos propuestos.

Para realizar el cálculo del enlace se hace uso de una de las herramientas disponibles en Digitel para cálculo de enlaces de microondas “PathLoss”, el cual se encarga de todo lo concerniente al cálculo de enlaces punto a punto y a la vez sirve de plataforma tecnológica para optimizaciones sobre toda la red de Digitel.

Este es un software de carácter modular que posee las capacidades para realizar; trazado de perfiles apoyándose en mapas digitalizados, cálculo de confiabilidad de enlace Punto a punto, cálculo de altura de antenas y re-cálculo en caso de pre-establecimiento de una de las antenas, selección de equipos a utilizar, análisis de interferencias, ente otras.

Se debe tener en cuenta el uso de los siguientes módulos y características:

- **Sumario (Summary):** Módulo en el cual se enfocan básicamente las características más relevantes del enlace. Siendo estas: ubicación de estaciones, frecuencia de operación y equipos a utilizar. El objetivo de este módulo, permite conocer el ángulo azimutal que presenta una estación que conforma el extremo del enlace, dadas las coordenadas de las estaciones, el sumario, solo calcula la longitud del enlace y el ángulo azimutal de las mismas. En la Figura 9 se observa el módulo sumario.

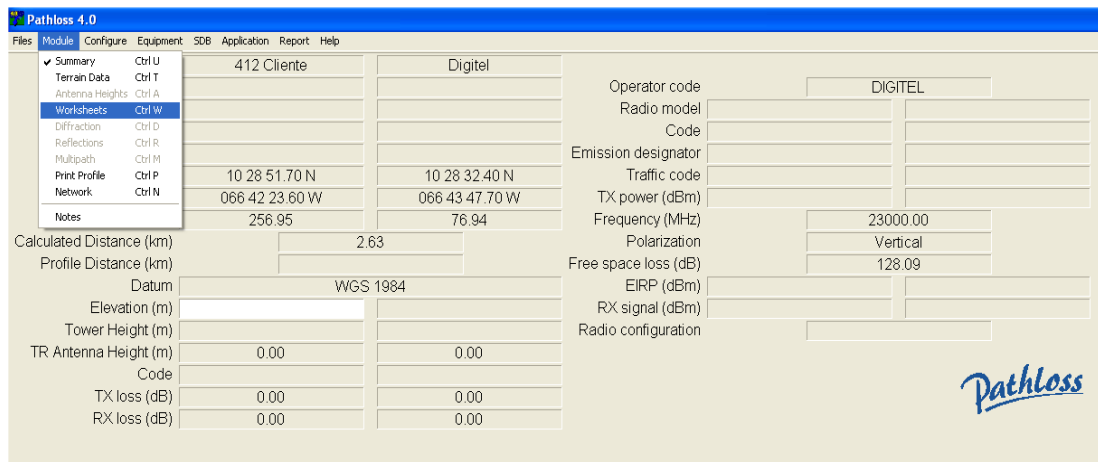


Figura 9. Módulo sumario. Fuente: Pathloss 4.0.

- Datos del terreno (Terrain Data):** Este módulo se usa para crear/editar los perfiles, usando ya sean, mapas digitalizados, introducción de datos a mano o base de datos del terreno. Es en este módulo donde se ingresan todos los datos que tienen que ver con el levantamiento topográfico y las características del terreno. También se puede modelar los obstáculos en el enlace en la pestaña “Rango de estructura” (Range of structures), para ello se debe considerar una altura promedio de los obstáculos sean árboles o edificios, si existen ambos se debe reflejar de manera que exista concordancia con el modelo real donde será instalado el enlace.

En la figura 10, se tiene un perfil generado a través del módulo datos del terreno.

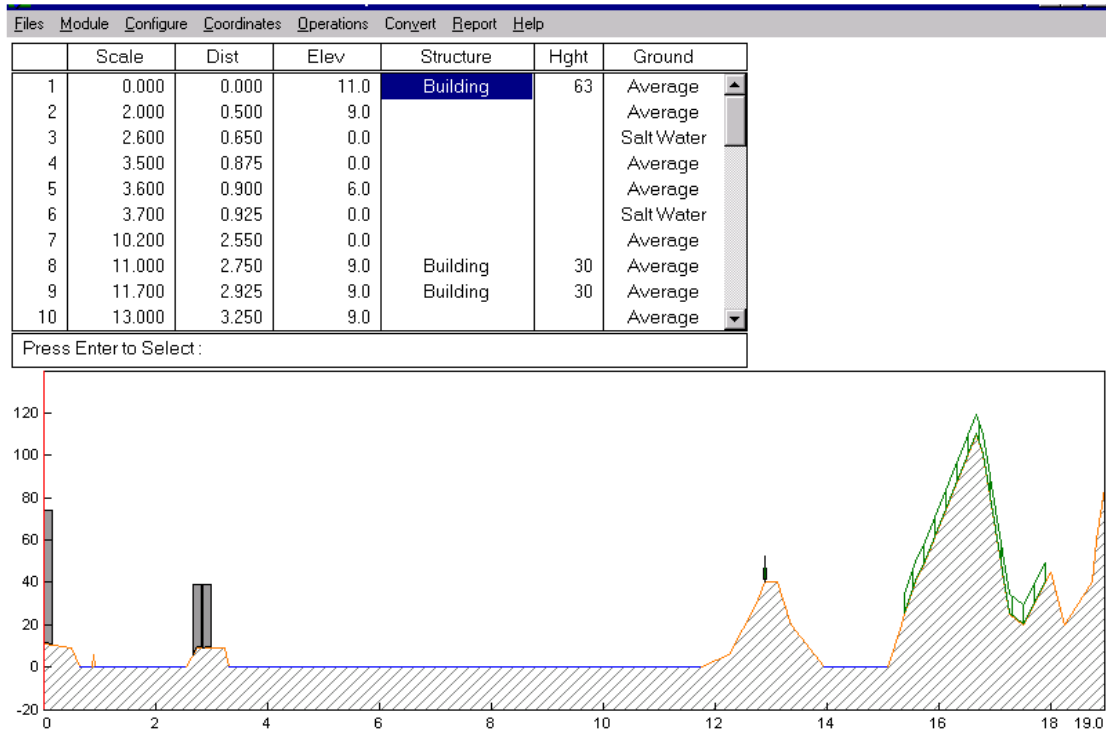


Figura 10. Módulo datos del terreno, perfil topográfico generado. Fuente: Pathloss 4.0.

- **Cálculo de Altura de Antenas:** Este módulo es de gran importancia, ya que se encarga, de todo lo concerniente al cálculo de altura de antenas. Para eso es necesario tener establecido el perfil que se desea analizar. Se puede calcular la altura de antenas, de dos formas, la principal, la optimización que hace el programa, y la segunda, la cual consiste en establecer en función del perfil, la altura que el diseñador considera necesario, para cada estación.

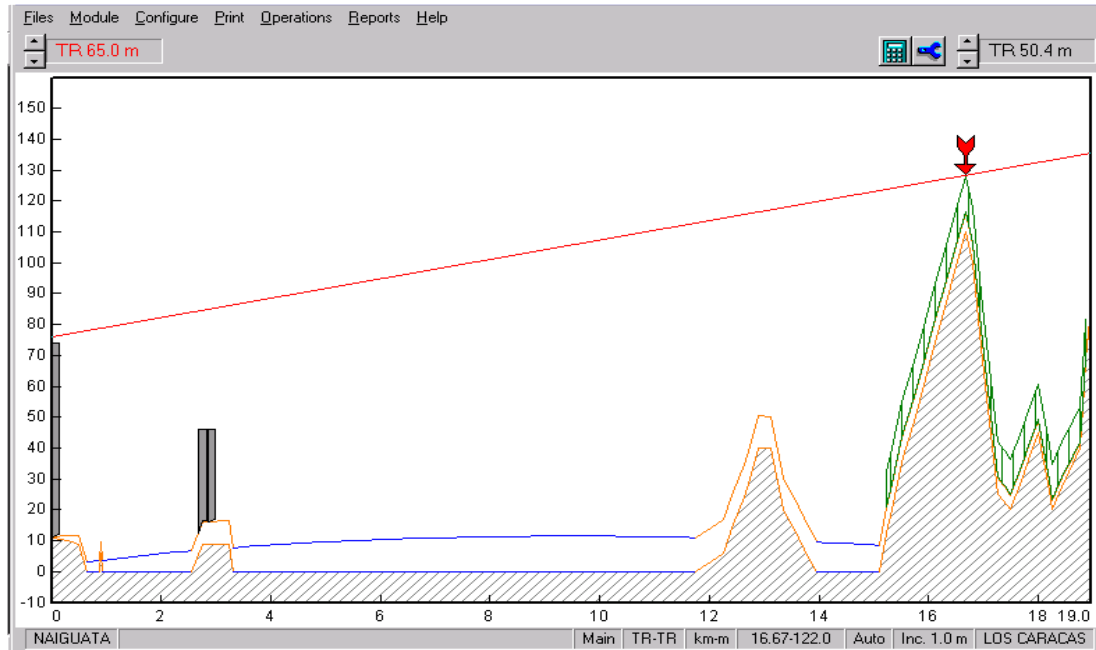


Figura 11. Módulo cálculo de altura de antenas. Fuente: Pathloss 4.0.

Si se desea que el programa optimice la altura de antenas, se debe pulsar la opción calculadora que se muestra en la figura 11.

Si por el contrario se desea establecer las alturas sin considerar la optimización que brinda el programa, se puede pulsar, directamente en la altura calculada, y se modifica a criterio del diseñador.

Este programa tiene la particularidad de asumir dos criterios para el despeje, evaluarlos y arrojar los resultados en función de la peor condición. Se recomienda establecer los parámetros de despeje, garantizando que pase el 100% para un $k=4/3$ o que pase un 60% para $k=2/3$.

- **Hoja de Trabajo (Worksheets):** Este es el módulo más importante del programa, en donde se seleccionan todos los parámetros técnicos del enlace. Se seleccionan, las antenas, los radios y las guías de onda a utilizar. Además, se establecen, los canales de frecuencia en los que

operara el enlace, y las posibles atenuaciones, que presentan los conectores.

Es en este módulo, donde se calculan los parámetros necesarios para aplicar la fórmula de cálculo de confiabilidad, además, se establecen características de pluviosidad a las que se someterá el enlace. Como su nombre lo indica, la hoja de trabajo, calcula todo lo que se necesita para estimar la confiabilidad del enlace. Se calcula en este módulo, nivel de señal recibida, atenuación por lluvia, confiabilidad en el año y en el peor mes del año.

Es importante asegurar de contar con un índice Anual Rain con al menos cinco 9, (99.999xx) y se debe verificar que el nivel de recepción se encuentra en el rango de -30 dBm y -36 dBm, si el resultado no es el ya planteado, se debe modificar el nivel de transmisión de ambos equipos hasta lograr los niveles acordados.

Nota: se encuentran casos donde los niveles de recepción no alcanza el nivel de -30dBm en estos casos es importante validar la distancia del enlace, ya que sin ser la misma superior a 3 Km es posible admitir el nivel recibido.

Existe la posibilidad de cambiar el método de cálculo de confiabilidad, se pueden cambiar también los métodos de cálculo para la diversidad, sea de espacio o frecuencia. Existe la posibilidad también de calcular (en la opción de interferencias) la degradación del umbral de recepción, solo si se tienen los valores requeridos. Es de recalcar, que cualquier cambio que se haga en este menú, acarreará cambios en los cálculos de confiabilidad y disponibilidad del enlace. La actualización en este respecto se hace de manera automática.

Las bases de datos de enlaces que posee DIGITEL hasta el momento, se han hecho tomando en cuenta el método de Vigants-Barnett. La confiabilidad de un enlace, se puede estimar, según este método, por medio de la siguiente expresión.

$$P (\%) = (6.0 \times 10^{-5} abdf^D \times 10^{-\frac{Md}{10}}) \quad (\text{Ecuacion 4})$$

$$D (\%) = (100 - P (\%)) \quad (\text{Ecuacion 5})$$

Donde:

a {
4 Superficies muy húmedas, incluye paso sobre agua
1 Paso sobre terrero promedio (poco rugoso)
¼ Paso por montañas, terreno muy rugoso o muy seco

b {
½ Zonas como golfos o costas, (áreas húmedas y calientes)
¼ Clima nórdico o temperatura normal
1/8 Zona montañosa o clima seco

F = Frecuencia (GHz)

d = Longitud del enlace (Km)

Md = Margen de desvanecimiento (dB)

P (%) = Indisponibilidad en %

D (%) = Disponibilidad en %

Es necesario aclarar que las formulas conseguidas para el cálculo de confiabilidad de enlaces (incluye la de Barnett) son de carácter empírico, no existió un método teórico para la elaboración de estas fórmulas, la fórmula de Barnett se obtuvo como resultado de las estadísticas arrojadas del comportamiento de muchos enlaces que se sometieron a estudios en los Estados Unidos de Norte América.

En la actualidad, para garantizar una simulación rigurosa en materia de lluvia, se utiliza la recomendación 530- 7 de la ITU-R, para la cual es necesario establecer el valor en mm/hr de la cantidad de lluvia que se espera caerá.

Se plantea un escenario de 120 mm/hr, el cual es considerado como muy lluvioso. Actualmente los diseñadores de la corporación utilizan para su simulación este valor, ya que es el peor caso posible.

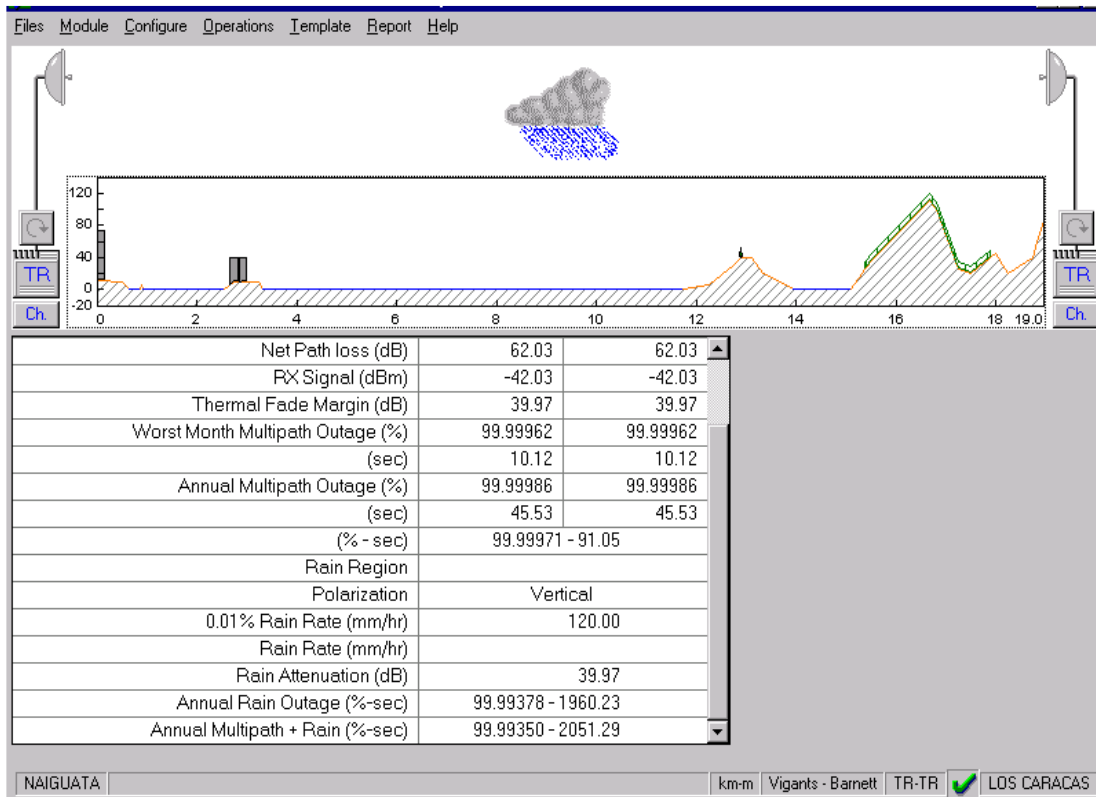


Figura 12. Módulo hoja de trabajo. Fuente: Pathloos 4.0

Después de realizar el cálculo de un enlace, se debe seleccionar del menú principal, la opción reportes. En la figura 13, se muestra un ejemplo de reporte, el cual debe incluirse en los detalles de instalación del modelo de ingeniería de detalle.

Elevation (m)	886.84	896.00
Latitude	10 29 46.22 N	10 29 50.60 N
Longitude	066 51 04.30 W	066 51 07.10 W
True azimuth (°)	327.68	147.68
Vertical angle (°)	3.29	-3.29
Antenna model	VHLP1-220	VHLP1-220
Antenna height (m)	5.00	5.00
Antenna gain (dBi)	34.90	34.90
Frequency (MHz)	23000.00	
Polarization	Vertical	
Path length (km)	0.16	
Free space loss (dB)	103.74	
Atmospheric absorption loss (dB)	0.03	
Net path loss (dB)	33.97	33.97
Radio model	NR8000 23G 7M QPSK	NR8000 23G 7M QPSK
TX power (watts)	2.00e-03	2.00e-03
TX power (dBm)	3.00	3.00
EIRP (dBm)	37.90	37.90
TX Channels	92L 21864.5000V	92H 23096.5000V
RX threshold criteria	BER 10-3	BER 10-3
RX threshold level (dBm)	-89.00	-89.00
RX signal (dBm)	-30.97	-30.97
Thermal fade margin (dB)	58.03	58.03
Geoclimatic factor	2.87E-05	
Path inclination (mr)	57.43	
Fade occurrence factor (Po)	1.48E-11	
Average annual temperature (°C)	30.00	
Worst month - multipath (%)	100.00000	100.00000
(sec)	6.12e-11	6.12e-11
Annual - multipath (%)	100.00000	100.00000
(sec)	2.75e-10	2.75e-10
(% - sec)	100.00000 - 0.00	
0.01% rain rate (mm/hr)	120.00	
Flat fade margin - rain (dB)	58.03	
Rain attenuation (dB)	58.03	
Annual rain (%-sec)	100.00000 - 0.00	
Annual multipath + rain (%-sec)	100.00000 - 0.00	

mar, ene 19 2016

Reliability Method - ITU-R P.530-12

Rain - ITU-R P530-7

Figura 13. Reporte de cálculo de enlace. Fuente: Pathloss 4.0.

3.11 Diagrama lógico de ruta de transmisión

Es importante representar mediante un diagrama lógico, la ruta de transmisión que seguirá el servicio solicitado. Para esto, es necesario conocer la topología de la nueva red CPE.

3.11.1 Topología de la Red CPE

En la figura 14, se tiene el diagrama propuesto de cómo estará constituido el CORE de la red IP corporativa.

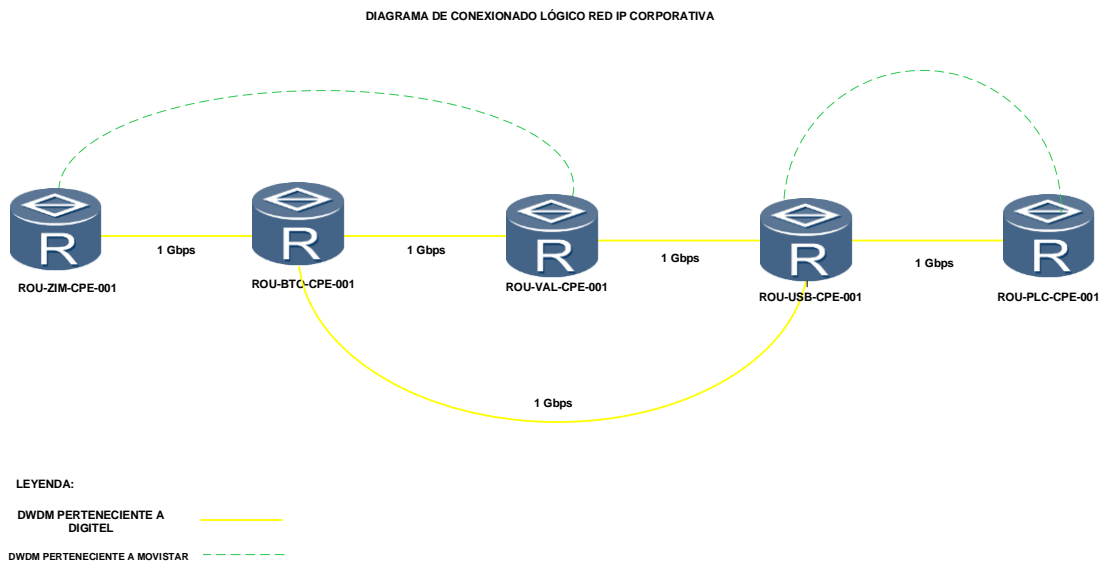


Figura 14. Diagrama lógico del core de la red IP corporativa. Fuente: Elaboración propia.

El Core de la red deberá entre otras cosas cursar grandes volúmenes de tráfico entre los puntos de presencia (POPs), con un muy elevado grado de confiabilidad.

Este estará constituido por cinco routers estructurados en topología de anillo y ubicados geográficamente en lugares estratégicos a nivel Nacional, es decir en donde existe la mayor demanda de clientes y en donde se encuentran los puntos de presencia

(POPs) de la red Digitel (Valencia, Maracaibo, Caracas, Puerto la Cruz y Barquisimeto). La transmisión se realizará mediante tecnología DWDM y mecanismo de transporte MPLS.

A su vez, se tendrán una serie de switches ubicados en estaciones de Digitel por cada Region, de acuerdo al estudio de tráfico que se debe realizar previamente en el diseño propuesto de la red, estos serán interconectados a cada uno de los routers, en donde se agregarán directamente los clientes corporativos. En la figura 15, se tiene un diagrama lógico de la estructura propuesta de la red en la region Gran Caracas.

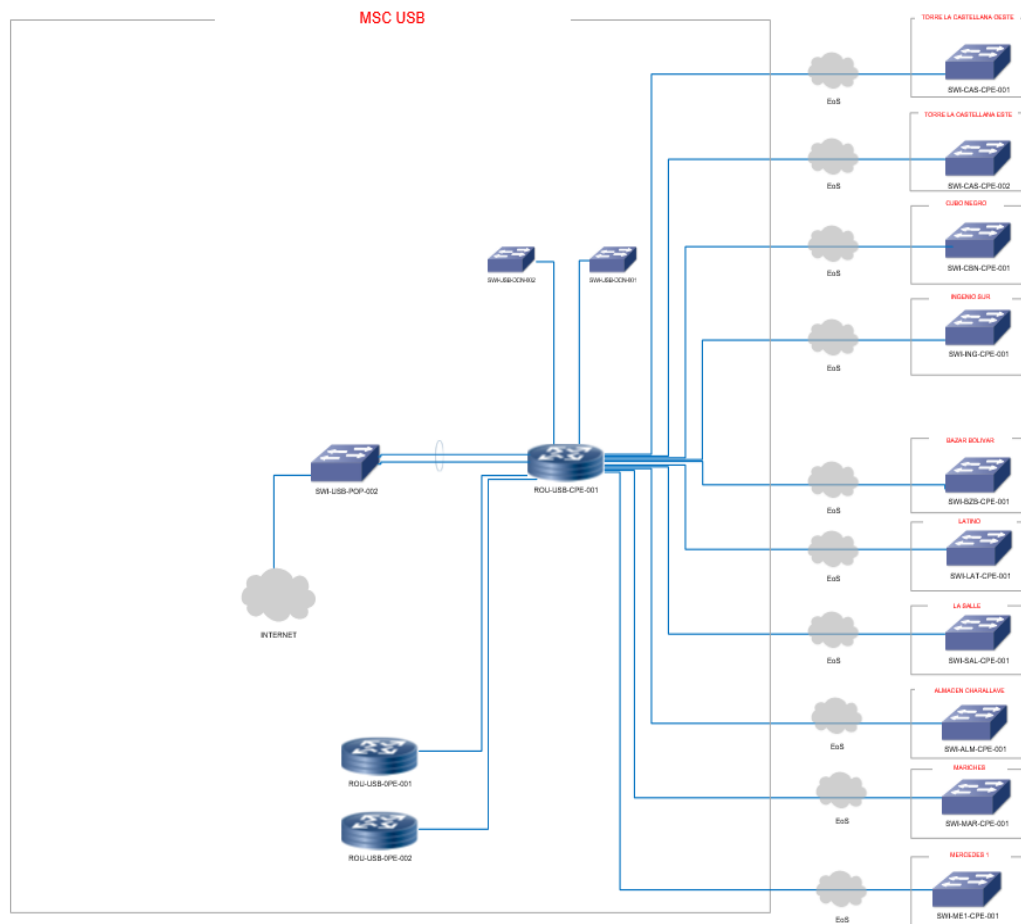


Figura 15. Diagrama lógico region Gran Caracas de la red IP corporativa.
Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta la topología propuesta de la red IP corporativa, y contando con los diagramas de red de las respectivas regiones (disponibles en el departamento PCO), se realiza el diagrama de conexionado, el cual se debe anexar en los detalles de instalación del modelo de ingeniería.

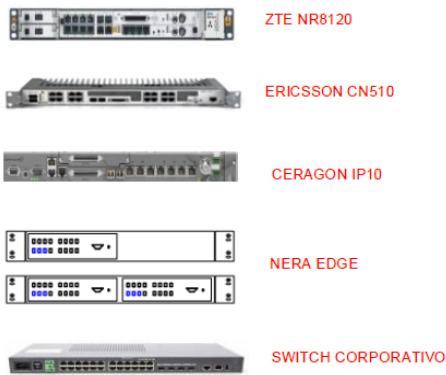
Para la realización del diagrama respectivo se debe manejar la herramienta VISIO, un software profesional para la creación de diagramas que simplifica información compleja en formas sencillas y organizadas.

También se debe contar con una leyenda que permita estandarizar la representación de los diagramas lógicos, ya que se hace necesario mantener un criterio de diseño para la simple visualización de los mismos.

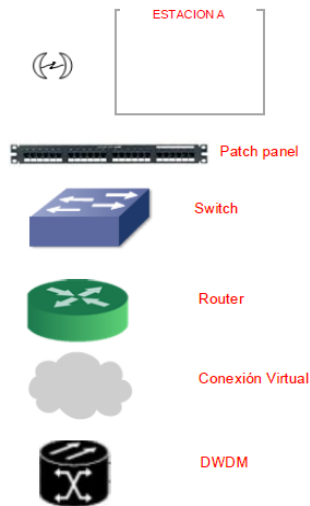
ESTANDAR RUTAS PARA CLIENTES 412

LEYENDA:

ENLACES- RADIOS



ICONOS



CABLEADO



Figura 16. Estándar para el diseño de diagramas lógicos de clientes corporativos. Fuente: Elaboración propia.

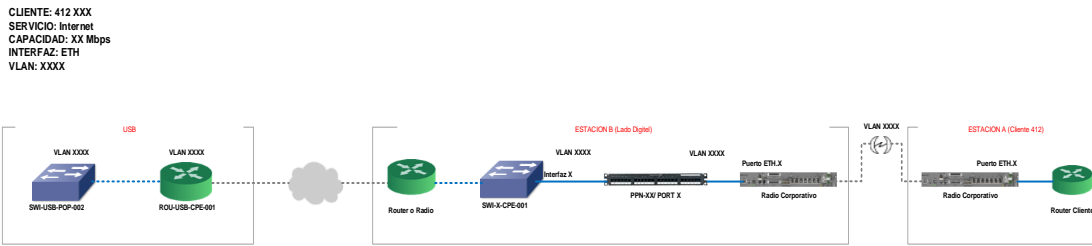


Figura 17. Modelo general de diagramas de conexionado lógicos corporativos.

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta la topología de la red, la leyenda y los diagramas de red, se puede entonces, realizar el modelo del diagrama de configuración para un cliente corporativo 412 XXX.

En la Figura 17 que el diagrama debe contener un encabezado, en donde se indica el nombre del cliente, el servicio que solicita, la capacidad, interfaz y la VLAN correspondiente.

Seguidamente se tiene la representación, respetando el estándar e indicando las interfaces y puertos a utilizar, esto con el fin de facilitar la posterior configuración en los equipos.

Cabe destacar que no siempre el diagrama estará representado de la manera como se muestra en la figura 17, ya que dependiendo de la estación que se escoja para la interconexión con la sede del cliente, cambiará la ruta de transmisión del servicio.

3.12 Script de configuración

Una vez realizado el diagrama lógico, se procede a realizar el script de configuración, definido como, un conjunto de instrucciones generalmente recopiladas en un archivo de texto, que deben ser interpretadas línea a línea en tiempo real para su ejecución; dependiendo del equipo de red que se desea configurar, se utilizarán comandos y lenguajes diferentes.

Es importante definir la descripción del servicio, el tipo de puerto a utilizar, la VLAN asociada, la capacidad y las interfaces.

Una vez realizado el script de configuración, se debe anexar en la ingeniería de detalle, ya que posteriormente será cargado y ejecutado en los correspondientes, por el Departamento de implementación.

En la Figura 19, se tiene un ejemplo de un script básico, para la configuración de un servicio de Internet de 10 Mbps en un switch Huawei.

```
***** SWI-X-CPE-00X *****  
  
int gi 0/0/2  
description 412 Cliente XXX 10 Mbps  
port link-type access  
port default vlan 1720  
stp bpdu-filter enable  
undo shutdown  
undo negotiation auto  
speed 100  
qos lr outbound cir 10240  
qos lr inbound cir 10240  
  
int gi 0/1/1  
port trunk allow-pass vlan 1720  
q  
  
save  
y
```

Figura 19. Ejemplo de script para un servicio de Internet de 10 Mbps. Fuente: Elaboración propia

3.13 Tabla de etiquetado

La tabla de etiquetado se debe incluir cada vez que se amerite la realización de un nuevo cableado, de esa manera el departamento de operación y mantenimiento (O&M Corporativos Region capital), realiza el respectivo etiquetado al momento de realizar la implementación del servicio solicitado.

La tabla debe contener el elemento Origen, elemento Destino y el puerto a utilizar.

En la figura 18, se tiene un ejemplo general de una tabla de etiquetado.

ELEMENTO ORIGEN	ELEMENTO DESTINO	ETIQUETADO
ROUTER CLIENTE	ZTE NR8120	<u>Origen</u> ROUTER CLIENTE 412 X <u>Destino</u> RADIO ZTE NR8120 CLIENTE 412 X Puerto ETH.02
ZTE NR8120	SWI-X-CPE-001	<u>Origen</u> RADIO ZTE NR8120 TLCE Dir. CLIENTE 412 X Puerto ETH.02 <u>Destino</u> SWI-X-CPE-001 Puerto Gi 0/0/12

Figura 18. Tabla de etiquetado. Fuente: Elaboración propia.

3.14 Observaciones generales

Por último, se tienen las observaciones generales del proyecto, en donde se indican las condiciones necesarias e información complementaria a considerar para la implementación del proyecto propuesto.

Principalmente se tienen las siguientes observaciones:

- Se debe garantizar la correcta puesta a tierra de los equipos (IDU/ODU).
- El cliente debe conectar los equipos al UPS
- Los diagramas e información adscrita es solo para uso interno de Digitel.
- Reenviar esta información a quien lo amerite.

A continuación se presenta una representación gráfica del modelo propuesto.

MODELO DE INGENIERÍA DE DETALLE PROPUESTO



Proyectos Corporativos Operaciones
Región Gran Caracas

FECHA: xx/xx/2016

PROYECTO DE INGENIERÍA

CLIENTE 412: xxxxxx

SEDE: xxxxxx

REALIZADO POR: (PROYECTOS CORPORATIVOS OPERACIONES)

Johana Gámez

RECIBIDO/APROBADO: (IMPLEMENTACIÓN)

Ing.

INTRODUCCIÓN

- *Situación Actual:*

- *Situación Planificada*

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. Información de Contacto (Cliente).
2. Información General del Enlace.
3. Información General del Servicio.
4. Detalles de Instalación.
 - 4.1 Informe Sitio A (Cliente).
 - 4.2 Informe Sitio B (Estación Digitel).
 - 4.3 Despacho / Traslado de Equipos.
 - 4.4 Cálculo del Enlace.
 - 4.5 Diagrama de Gestión.
 - 4.6 Diagrama de Ruta.
 - 4.7 Script de Configuración
5. Tabla de Cableado.
6. Observaciones Generales.

Información del Cliente

NOMBRE DEL CLIENTE	
PERSONA DE CONTACTO	
TELEFONO	
CORREO ELECTRONICO	
DIRECCION	

Información General del Enlace

SITIO A (Cliente)	
SITIO B (Estación Digitel)	

RADIO PROPUESTO	
FRECUENCIA (Tx)	
ANTENAS PROPUESTAS	

Información General del Servicio

TIPO DE SOLICITUD	
-------------------	--

SERVICIO	CANTIDAD (Mbps) - Actual	INTERFAZ	CANTIDAD (Mbps) - Final	INTERFAZ	VLAN
VOZ					
INTERNET					
DATOS					

Detalles de Instalación

Nombre de archivo	Archivo adjunto	Observaciones
Informe de Sitio A (Cliente)		
Informe de Sitio B (Estación Digitel)		
Despacho de Equipos		
Diagrama de Gestión		
Cálculo de Enlace		
Diagrama Lógico de Ruta de Transmisión		
Script de Configuración		

Tabla de Etiquetado

ELEMENTO ORIGEN	ELEMENTO DESTINO	ETIQUETADO

Observaciones Generales

Se deben tomar en cuenta las siguientes consideraciones para la implementación del proyecto:

- Se debe garantizar la correcta puesta a tierra de los equipos (IDU/ODU).
- El cliente debe conectar los equipos al UPS.
- Por favor reenviar esta información a quien lo amerite.
- Se debe realizar el etiquetado que se indica en este proyecto.
- La información y los diagramas presentados en este documento son de uso exclusivo de Digitel.

CAPITULO IV

MIGRACIÓN DE LOS CLIENTES CORPORATIVOS A LA NUEVA RED IP CORPORATIVA

Una vez definido el modelo de ingeniería de detalle para la agregación de clientes nuevos a la red IP corporativa, se puede aplicar dicho modelo con el fin de documentar y planificar la migración de los clientes existentes a la nueva red IP Corporativa. Teniendo en cuenta que los clientes ya poseen un enlace operativo, podrían omitirse algunos pasos del modelo propuesto.

Se limitó el estudio a clientes existentes en la Gran Caracas, en aquellas estaciones de agregación con mayor cantidad de clientes y en donde se tiene planificado la instalación de switches corporativos de la red IP corporativa.

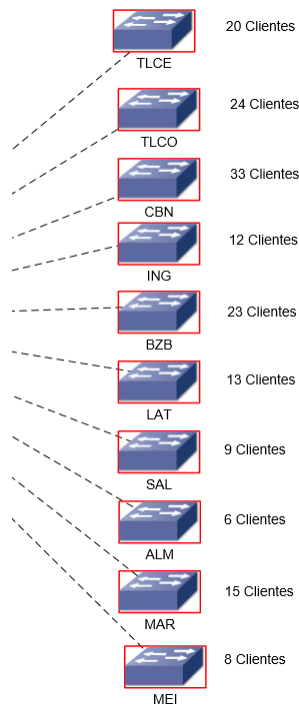


Figura 20. Clientes en las principales estaciones de la Gran Caracas. Fuente: Elaboración propia.

Se realizó un análisis por cada una de las estaciones para determinar la cantidad de clientes en cada una de ellas, para así, tener un control de los clientes que deberán ser migrados a la nueva red corporativa IP. Para esto, se utilizó como principal herramienta, la base de datos disponible en el Departamento de PCO y el IpPlan, el cual es una herramienta para la gestión de direcciones IP y la administración de DNS a través de una interfaz basada en web.

Teniendo en cuenta la cantidad de clientes a ser migrados, se realizará una vez sean instalados los Switches propuestos de la nueva red corporativa IP, un plan de ejecución por cada estación, aplicando el modelo propuesto.

Se debe tener en cuenta el tipo de estación en donde se tiene planificado la instalación de switches corporativos y en donde serán agregados y migrados los clientes corporativos. Se tienen los siguientes tipos de estaciones:

4.1 Estaciones Backhaul

Son estaciones que reciben tráfico de los equipos que se encuentran en una pequeña localidad, o de clientes corporativos que agregan directamente en las mismas, para luego transmitirlo a una estación backbone, a través de radios de acceso o routers (identificados de la manera: ROU-X-UPE-001).

4.2 Estaciones Backbone

Compuestas por dos routers principales y uno o dos Switches en la mayoría de casos, que se comunican con las estaciones de acceso cercanas (a través de los routers de Acceso). Los routers de BBIP se identifican de la forma: ROU-X-OPE-001 y los Switches SWI-X-OPE-001 (En donde la X, es la abreviación del nombre de la estación).

A su vez, los routers OPE, son conectados a los routers OOP, los cuales constituyen el core de la red de la corporación Digitel.

Esto se debe a que en conmutación por etiquetas multiprotocolo (MPLS), un router P o encaminador de proveedores es un router de conmutación de etiquetas (LSR) que funciona como un router de tránsito de la red central. El router P está conectado típicamente con uno o más routers PE.

En la tabla 4, se tienen las estaciones en donde se instalarán Switches corporativos.

Tabla 4. Estaciones Principales de la Gran Caracas en donde se desea instalar Switches Corporativos. Fuente: Elaboración propia.

EQUIPO	PUERTOS		ESTACIÓN	TIPO DE ESTACIÓN
Huawei Quidway S3928P	48		TLC O	Backbone
Huawei Quidway S3928P	48		TLC E	Backbone
Huawei Quidway S3928P	24		Cubo Negro	Backhaul
Huawei Quidway S3928P	24		Ingenio Sur	Backbone
Huawei Quidway S3928P	48		Bazar Bolívar	Backhaul
Huawei Quidway S3928P	24		Latino	Backhaul
Huawei	48		La Salle	Backbone

Quidway S3928P				
Huawei Quidway S3928P	24		Almacén Charallave	Backbone
Huawei Quidway S3928P	48		Mariches	Backhaul
Huawei Quidway S3928P	24		BTS Mercedes 1	Backhaul

Al aplicar el modelo de Ingeniería Propuesto, se tiene como principales ítems a plasmar, los siguientes:

1. Información de Contacto (Cliente).
2. Información General del Enlace.
3. Información General del Servicio.
4. Detalles de Instalación.
 - 4.1 Diagrama Lógico de Ruta de transmisión.
 - 4.2 Script de Configuración
5. Tabla de Cableado.
6. Observaciones Generales.

Se pueden omitir los puntos restantes, ya que el enlace se encuentra operativo.

Entonces se tiene:

4.3 Información de contacto

La cual debería tenerse archivada desde el momento que se realizó la negociación con el cliente, en tal caso de no estar en la base de datos de PCO, se debe solicitar al Departamento de Ventas. Esta información es necesaria plasmarla en el

modelo de ingeniería, ya que se le debe comunicar al cliente la solución que se desea implementar y a la vez coordinar una Ventana de mantenimiento, que no es más que un acuerdo para realizar operaciones de mantenimiento o reestructuración en el servicio, y en donde se definen momentos de inactividad del mismo.

4.4 Información general del enlace

Es recomendable indicar el tipo de enlace que se encuentra operativo, ya que al momento de realizar los diagramas o consultar los puertos operativos a través de los sistemas de gestión (U200 para Huawei, MiniLink para Ericsson, etc), se realiza con mayor rapidez.

4.5 Información general del servicio

Indicando el tipo de solicitud, la capacidad que el cliente disfruta y la VLAN asignada, se tiene parte de la información requerida al momento de configurar la nueva ruta de transmisión del servicio.

4.6 Detalles de instalación

En este apartado, será suficiente con adjuntar el diagrama lógico de la ruta de transmisión y el Script de configuración, sin embargo queda a escogencia del especialista agregar información adicional, como las IP's de gestión, el nombre de sitio A e informe de sitio B.

4.6.1 Diagrama lógico de ruta de transmisión

Una vez instalados los switches corporativos, se tendrán definidas las rutas y equipos por el cual se va a transmitir el servicio, sin embargo resta asignar puertos y

representar mediante un diagrama la información para la configuración lógica de la misma.

El diagrama se debe representar de la manera como se indica en el modelo, haciendo uso de la leyenda y el procedimiento propuesto. El especialista de PCO, se encargará de asignar y reservar el puerto ETH, el cual será configurado posteriormente por especialistas del departamento de O&M Transporte IP. Esto lo realiza mediante la herramienta SECURE CRT, el cual permite acceder al equipo (switch corporativo) y mediante comandos específicos cambiar la descripción del puerto.

4.6.2 Script de Configuración

Una vez realizado la representación gráfica de la ruta, se debe realizar el script de configuración, el cual será cargado al equipo, por el personal del departamento de O&M Transporte IP.

4.7 Tabla de etiquetado

De igual manera como se indica en el modelo propuesto, se realiza la tabla de etiquetado, esto con el objetivo de realizar el respectivo etiquetado al cableado a implementar.

4.8 Observaciones Generales

Finalmente se tienen las observaciones generales, en donde el especialista indica la información necesaria o importante que se debe tener en cuenta al momento de llevar a cabo la implementación.

Teniendo en cuenta los ítems expuestos anteriormente, se propone llevar a cabo la migración de clientes a la nueva red IP corporativa, realizando progresivamente el proceso estación por estación.

Es importante, no solo liberar los recursos de las redes de Backbone IP y Backhaul, si no también documentar esta información, de modo que lleven a cabo la actualización en sus bases de datos y en sus equipos, para futuros usos. Para esto, se debe copiar en los correos respectivos a todas las áreas de interés, cada vez que se envíe un documento de ingeniería que implique la migración de un cliente corporativo.

A continuación, se tiene el documento del proyecto de ingeniería para la instalación del switch corporativo en la estación BTS Mercedes I, el cual constituye un avance en la implementación de la nueva red, así como material de apoyo para la visualización de las futuras rutas de transmisión de los servicios corporativos.

Teniendo en cuenta la ingeniería de detalle para la instalación de uno de los switches propuestos de la nueva red corporativa IP, se obtiene la ruta de transmisión lógica que deben seguir los servicios corporativos que agreguen directamente en dicha estación, lo cual constituye un avance al momento de realizar la ingeniería de detalle de los servicios solicitados, al igual que la migración de clientes a la nueva red.

FECHA: 6/04/2016

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE SWITCH CORPORATIVO

SITIO B: BTS MERCEDES I

RADIO A INSTALAR: SWITCH QWIDWAY S3928P

**REALIZADO POR:
JOHANA GÁMEZ**

RECIBIDO/APROBADO:

OBJETIVO

Instalación de Switch Huawei Quidway S3928P para la optimización de puertos Ethernet requeridos por clientes corporativos en la red BH de la estación BTS Mercedes I de la Región Gran Caracas.

ALCANCE

La realización del Proyecto “Switch Quidway S3928P” establece el suministro, adecuación, instalación pruebas y puesta en funcionamiento del equipo en la estación BTS Mercedes I.

El alcance establece los servicios de instalación para los siguientes equipos:

- Un (1) Switch Quidway S3928P, características:
 - 24 Puertos Fast Ethernet.
 - 4 Puertos Giga Ethernet.
 - 1 Puerto de Consola.
- Dos (2) SFP Eléctricos.
- Un (1) Organizador Horizontal.
- Un Patch Panel

La ingeniería contempla los siguientes puntos:

- Conexión y cableado para energía.
- Conexión y cableado para Puesta a Tierra
- Conexión y cableado para gestión.
- Conexión y cableado para Trafico.

SITUACIÓN ACTUAL

En la estación BTS Mercedes I, se cuenta con espacio disponible en el Rack N 2 para la instalación de un Switch S3928P, de la nueva Red IP Corporativa.

SITUACIÓN PLANIFICADA

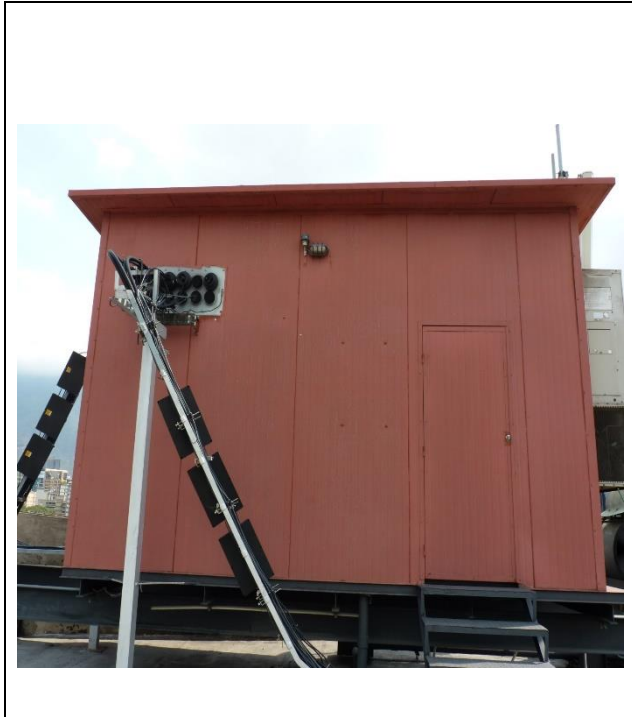
Se propone instalar un Switch S3928P de uso corporativo en la estación, así como un organizador horizontal y un PatchPanel. Se requiere de dicha instalación, ya que es parte de la de la propuesta de la nueva Red y además se desea la optimización de puertos en los equipos BHIP de dicha estación.

OBSERVACIONES

El orden de los equipos en el rack abierto será el siguiente: (iniciando de arriba hacia abajo)

- 2 Unidades de Rack Libres, para evitar calentamiento de equipos.
- Huawei Quidway S3928P, ocupando (1) una unidad de rack.
- (1) Unidad de Rack Libre
- Organizador Horizontal (1) una unidad de rack.
- PatchPanel (1) una unidad de rack.

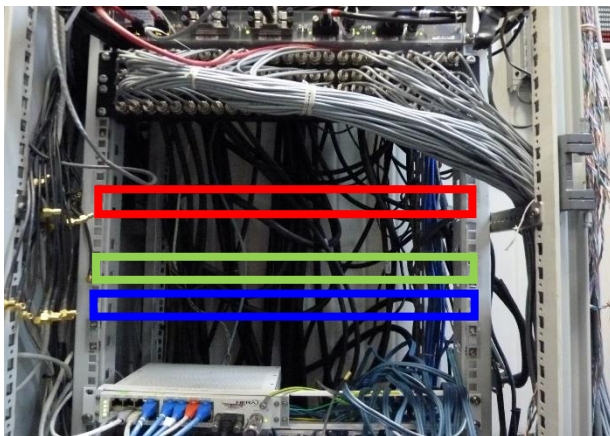
INFORMACIÓN GENERAL



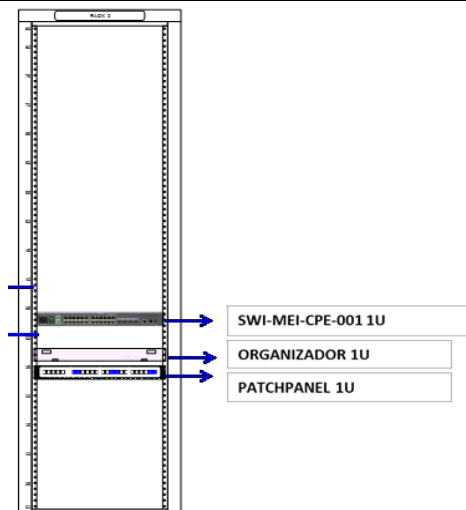
Vista General de la Entrada a la Estación



Vista del Rack N-2 En donde será instalado el Switch Corporativo



Distribución en el Rack de los equipos a instalar



Se necesitarán 6 unidades de Rack para la instalación

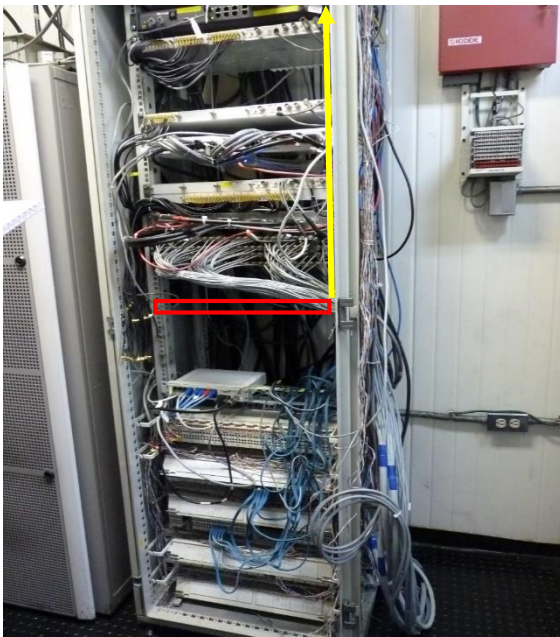
CONEXIONADO DE ENERGÍA



Rack N-2 En donde se encuentra el PDU en donde se tomará la Energía para el Switch



Vista Cercana del EPSA 2 de donde se tomará la Energía para el Switch Corporativo.



Recorrido de Cableado a PDU N-1



Recorrido de Cableado a PDU N-2

OBSERVACIONES: Se debe utilizar cable de calibre 16 mm². Aproximadamente 2 m

CONEXIONADO PUESTA A TIERRA

<p>Barra de aterramiento.</p>	<p>Posición de la Barra a utilizar.</p>
<p>Recorrido de Cableado Conexión a Tierra</p>	<p>Recorrido de Cableado Conexión a Tierra</p>

OBSERVACIONES: Se debe utilizar cable de calibre 16 mm². Aproximadamente 3 m. El cableado en todo el recorrido debe ordenarse por color azul-negro, y por capas siguiendo la misma secuencia, tejido con hilo bramante.

CONEXIONADO GESTIÓN

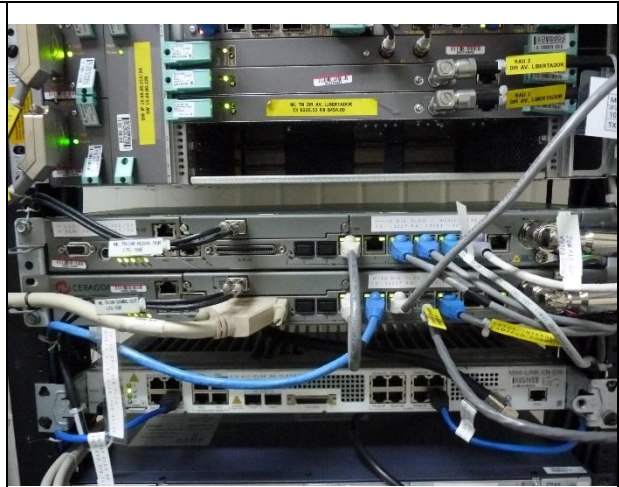
<p>Rack N-2 Equipo Nera Evolution</p>	<p>Se tomará Gestión del equipo Nera Evolution- Puerto ETH-1</p>
<p>Recorrido 1 de Cableado para la gestión</p>	<p>Recorrido 2 de Cableado para la gestión</p>

OBSERVACIONES: Para la gestión del SWI-MEI-CPE-001, el recorrido del cableado UTP categoría 5E comienza desde el rack-2, sube del lado derecho del Rack (vista frontal) hasta el radio. El Recorrido es de aproximadamente 1m.

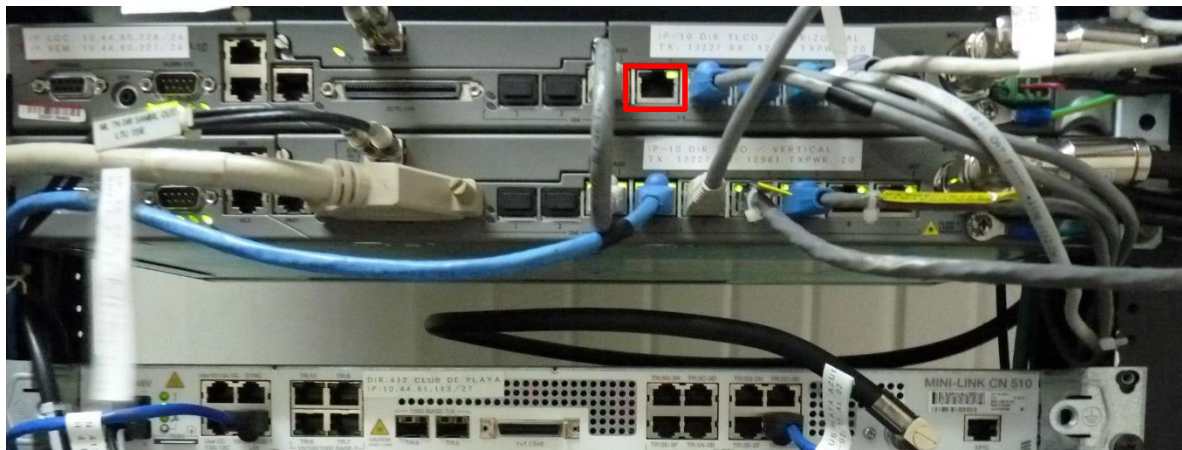
CONEXIONADO TRÁFICO



Rack-3 Equipos de Acceso

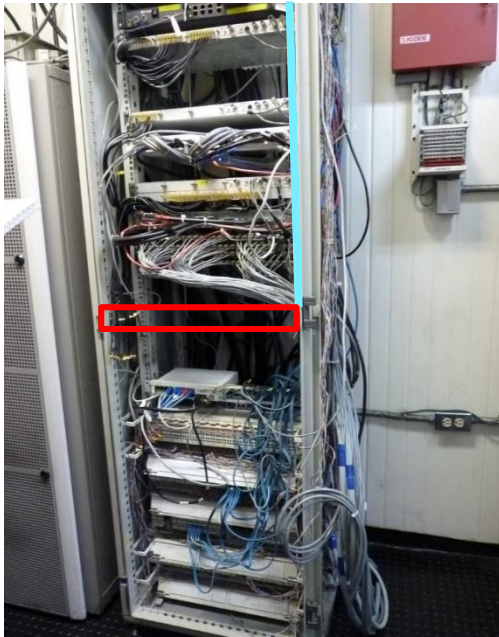


Radios Ceragon IP10 Ubicados en el Rack-3



En el Puerto ETH-2 De la IDU 2 Ceragon IP10 se transmitirá el Tráfico del Switch Corporativo SWI=MEI-CPE-001

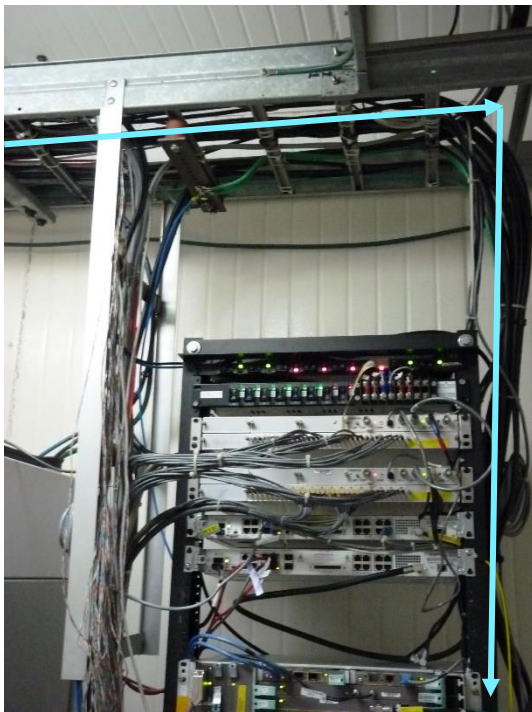
OBSERVACIONES: Para el Trafico del SWI-MEI-CPE-001, el recorrido del cableado UTP Categoria 5E comienza desde el rack-2, sube del lado derecho del Rack (vista frontal) hasta la escalerilla, luego continua el recorrido hacia la derecha (vista frontal) hasta llegar al Rack 3, baja del lado derecho del Rack hasta llegar a la IDU 2 Ceragon IP10, en donde se conectara en el Puerto ETH-2. El recorrido es de Aproximadamente 8 m.



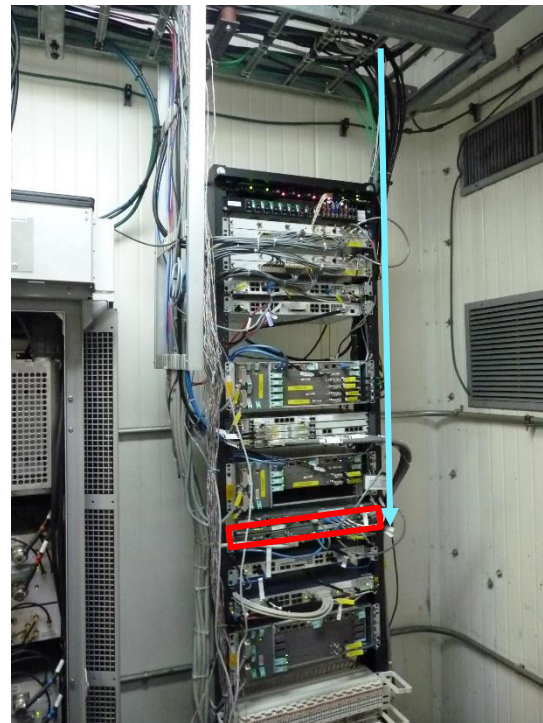
Recorrido 1 Cableado para el Tráfico



Recorrido 2 Cableado para el Tráfico



Recorrido 3 Cableado para el Tráfico

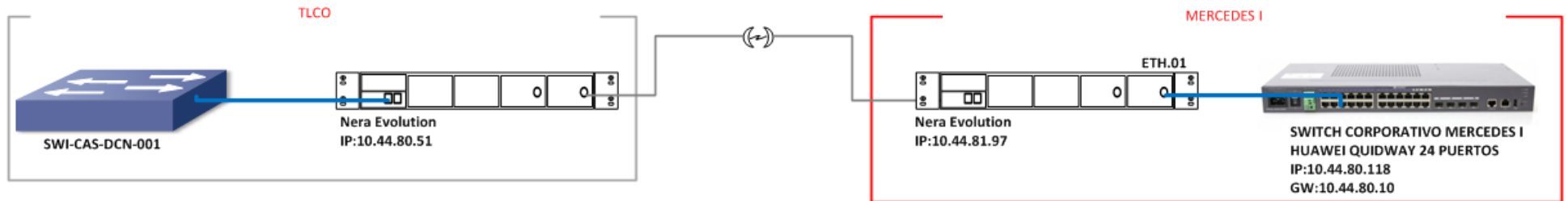


Recorrido 4 Cableado para el Tráfico

LISTA DE MATERIALES

LISTA DE MATERIALES REQUERIDOS	
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
3 metros	Cable de aterramiento de 16 mm^2 azul-negro con tejido bramante
2 metros	Cableado de energia
20 metros	Patch Cord Categoria 5E
2	SFP Eléctricos
4 Unidades	Conector RJ-45
1 Unidad	Switch Huawei Quidway S3928P
1 Unidad	Organizador
1 Unidad	Patch Panel

CONEXIONADO LÓGICO PARA LA GESTIÓN



CONEXIONADO LÓGICO PARA TRÁFICO

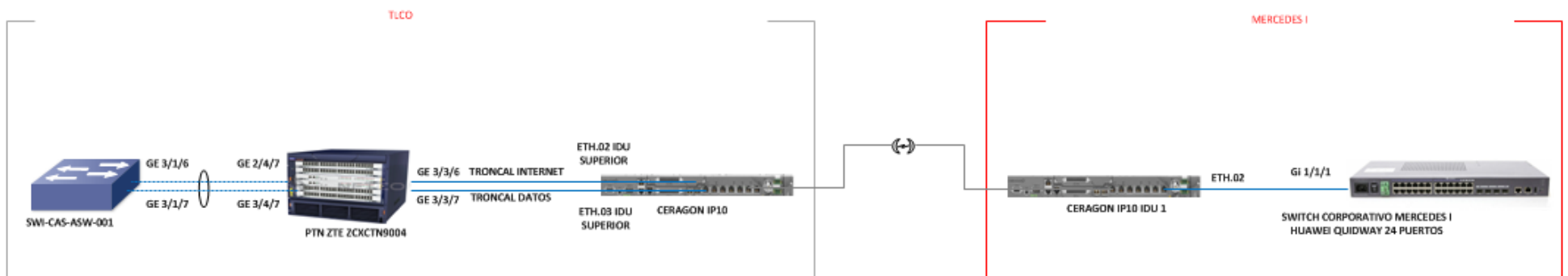


TABLA DE ETIQUETADO

ELEMENTO ORIGEN	ELEMENTO DESTINO	ETIQUETADO
<p>SWI-MEI- CPE-001</p>	<p>CERAGON IP10</p>	<p><u>Origen</u> SWI-MEI-CPE-001 Mercedes I <u>Destino</u> RADIO CERAGON IP10 Mercedes I Dir. TLCO IDU 1 PUERTO: ETH.02</p>
<p>CERAGON IP10</p>	<p>PTN ZTE</p>	<p><u>Origen</u> RADIO CERAGON IP10 TLCO Dir. Mercedes I IDU 1 PUERTO: ETH.02 <u>Destino</u> PTN ZTE TLCO PUERTO: GE 3/3/6</p>
<p>CERAGON IP10</p>	<p>PTN ZTE</p>	<p><u>Origen</u> RADIO CERAGON IP10 TLCO Dir. Mercedes I IDU 1 PUERTO: ETH.03 <u>Destino</u> PTN ZTE TLCO PUERTO: GE 3/3/7</p>

SCRIPT DE CONFIGURACIÓN

```
#
sysname SWI-MER-CPE-001
#
radius scheme system
#
domain system
#
stp enable
#
vlan 1
#
vlan 11
description vlan gestion
#
interface Vlan-interface11
description ip gestion
ip address 10.44.80.118 255.255.255.0
#
interface Aux1/0/0
#
interface Ethernet1/0/24
port access vlan 11
description conexion Gestion SWI-MEI-CPE-001 ETH 1/0/24 TO NERA EVO ETH
1
#
interface GigabitEthernet1/1/1
```

```

description conexion CERAGON IP10 ETH 2
#
interface GigabitEthernet1/1/2
#
interface GigabitEthernet1/1/3
#
interface GigabitEthernet1/1/4
#
undo irf-fabric authentication-mode
#
interface NULL0
#
voice vlan mac-address 0001-e300-0000 mask ffff-ff00-0000
#
ip route-static 0.0.0.0 0.0.0.0 10.44.80.228 preference 60
#
user-interface aux 0
authentication-mode password
set authentication password cipher LO%KV*%(<VB=K;"_65PK>!!!
user-interface aux 1 7
user-interface vty 0 4
user privilege level 3
set authentication password cipher LO%KV*%(<VB=K;"_65PK>!!!
#
save
#
Y
#
return
  
```


CAPITULO V

EJECUCIÓN DEL MODELO PROPUESTO

A continuación, se tiene un esquema de ejecución del modelo propuesto, aplicado a un cliente nuevo ubicado en la Gran Caracas, indicando las etapas que se llevan a cabo, antes de la entrega final del proyecto de ingeniería.

NOTA: El cliente descrito, es un caso hipotético y netamente teórico, ya que la política de privacidad de la empresa, no permite develar información de clientes que pueda ser manipulada por terceros.

5.1 Pre- Evaluación

En esta etapa, el departamento de IPC envía la solicitud del cliente al Departamento de PCO, mediante una matriz de requerimiento, indicando las características del servicio, los datos de contacto del cliente y las coordenadas geográficas (en formato WGS84) de la ubicación de la sede del cliente. Entonces se tiene:

Planteamiento del Caso:

El cliente: 412 Empresa Ucevista, desea un servicio de Internet dedicado de 8 Mbps en interfaz Ethernet. Las coordenadas de la sede del Cliente, son las siguientes:

Latitud: 10° 29' 49.62" N; Longitud: 66° 51' 4.30" O

5.1.1 Matriz de Requerimiento

Tabla 5. Matriz de requerimiento cliente 412 Empresa Ucevista. Fuente: Elaboración propia.

SEDE	INTERNET		DATOS			
Nombre de la Sede 1	Cantidad (Mbps)	Interfaz	Nombre Sede a interconectar	Interfaz Sede 1	Cantidad (Mbps)	Interfaz Sede 2
412 Empresa Ucevista	8 Mbps	ETH				

El especialista de PCO, recibe la solicitud del servicio y mediante la herramienta Google Earth, determina la región y las posibles estaciones de Interconexión.

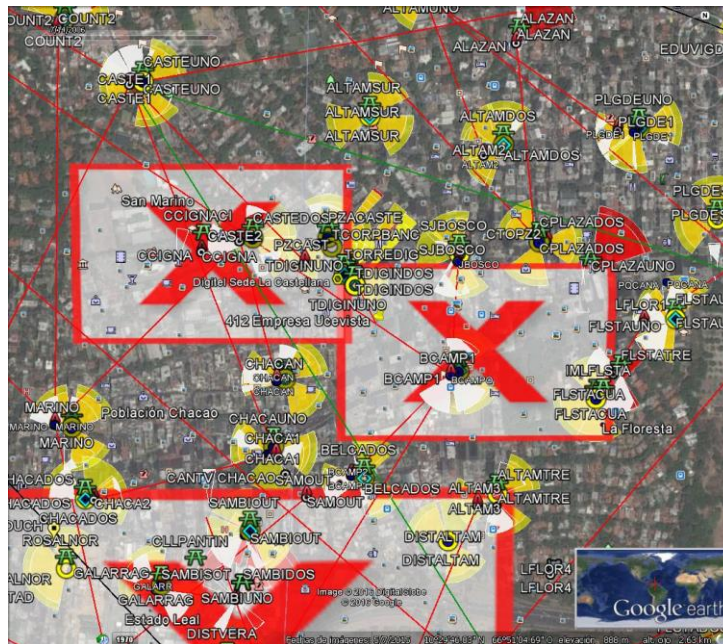


Figura 21. Posibles estaciones de interconexión para el cliente 412 Empresa Ucevista. Fuente: Google Earth.

El cliente se encuentra en la región Gran Caracas.

Las posibles estaciones de interconexión se determinan, teniendo en cuenta el tipo de estación, la distancia y el recorrido con menos saltos, ya que se busca evitar el consumo innecesario de recursos. Entonces, las estaciones con mayor prioridad son las estaciones backbone o aquellas estaciones de acceso que permitan el recorrido con la menor cantidad de saltos para llegar a una estación backbone.

Para el caso del cliente, y tomando en consideración lo expuesto, se tiene que la posible estación de interconexión más idónea es: Torre la castellana este, ubicada a 0.133 Km y la cual corresponde a una estación backbone. Sin embargo, se deben ofrecer dos (2) opciones adicionales al momento de responder la pre-evaluación.

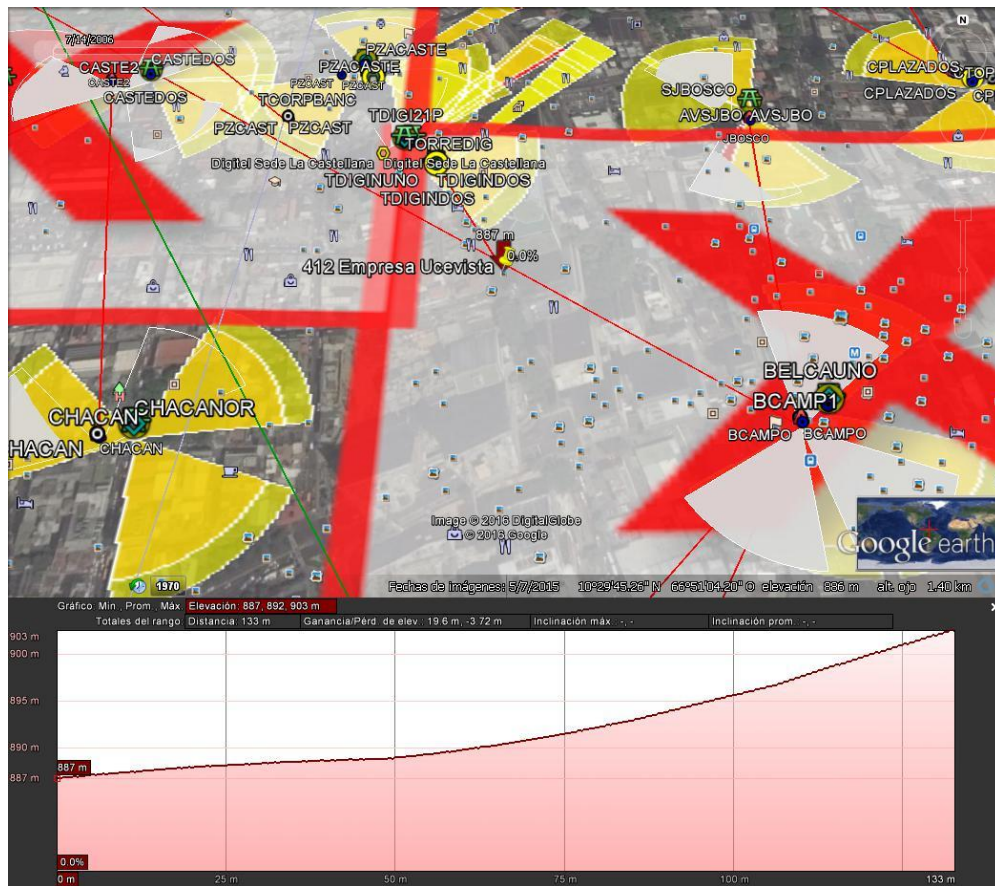


Figura 22. Estación de interconexión Torre la castellana este. Fuente: Google Earth

Una vez analizado las posibles estaciones de interconexión, se debe consultar mediante la herramienta Secure CRT o el gestor U2000 Huawei, la disponibilidad de puertos en el Switch correspondiente a cada estación.

Teniendo las posibles opciones de interconexión se da una respuesta al departamento de IPC, con los nombres de las estaciones y las distancias correspondientes, así como la estación recomendada por parte de PCO.

El personal de IPC, al recibir la respuesta con las opciones, solicita a una contratista la inspección del Sitio A (del lado cliente), en donde realiza un reporte fotográfico con cada una de las estaciones propuestas, teniendo en cuenta la línea de vista, espacio para la instalación de antena, recorrido del cableado, entre otras.

```
bpdu enable
undo negotiation auto
speed 100
qos lr outbound cir 10000 cbs
qos lr inbound cir 10000 cbs
#
interface Ethernet0/0/29
 ntp enable
 ndp enable
 bpdu enable
#
interface Ethernet0/0/30
 ntp enable
 ndp enable
 bpdu enable
#
interface Ethernet0/0/31
 ntp enable
 ndp enable
 bpdu enable
#
interface Ethernet0/0/32
 ntp enable
 ndp enable
 bpdu enable
#
interface Ethernet0/0/33
 ntp enable
 ndp enable
---- More ----
```

Figura 23. Disponibilidad de puertos en el gestor Secure CRT en el switch de la estación TLCE. Fuente: Secure CRT

5.2 Pre- Ingeniería

En esta etapa, es remitido por IPC, el informe de sitio A generado en la etapa previa, el cual debe ser analizado por el especialista de PCO, dando como respuesta la estación de interconexión a utilizar.

Se reserva el puerto a utilizar en el equipo correspondiente, mediante la herramienta Secure CRT y con los siguientes comandos:

```
sys  
  
interface Ethernet 0/0/29  
  
description '412 Empresa Ucevista - Internet 8 Mbps'  
  
q  
  
save
```

Los recursos que se reservan para el requerimiento, son enviados al especialista IPC solicitante mediante un correo electrónico, en el cual se especifica:

- Informe de sitio A aprobado.
- Estación de interconexión seleccionada.
- Servicio(s) con resultado de factibilidad:
 - Si es positiva: incluye ancho de banda (AB).
 - Interfaz disponible.
 - Informe de factibilidad de sitio A en PDF con características precisas de diámetro de la antena, banda de frecuencia de operación, resaltando toda información importante que debe ser considerada por el cliente.

Digitel garantiza al cliente esa reserva y factibilidad por treinta (30) días continuos o un máximo de veintidós (22) días laborales para la entrega de servicios. En caso de no obtener respuesta de solicitud efectiva de instalación durante este período, se liberan los recursos con lo cual si el cliente continua interesado se debe repetir la factibilidad.

El cliente debe firmar todos los recaudos y realizar el proceso administrativo para que IPC efectúe la solicitud formal a PCO del servicio de instalación.

5.3 Ingeniería de detalle

Una vez realizados los procesos administrativos con el cliente, el departamento de IPC solicita al departamento de PCO que inicie el proceso de instalación, mediante un correo electrónico donde se debe especificar servicios contratados, interfaces por servicios aceptados por el cliente y estación de interconexión (radio base o sitio B). Es relevante que en la solicitud de instalación se incluya el informe de factibilidad de sitio B. En esta etapa se aplica el modelo propuesto anteriormente.

En el informe de sitio B se revisan características fundamentales de la estación (infraestructura completa), si hace falta la instalación de algún soporte, si requiere adecuaciones de energía, si dispone de rack, entre otros.

En caso de aplicar adecuaciones de infraestructura, energía y/o construcción, se realizan las solicitudes a las áreas competentes. Esto se ejecuta generalmente cuando no se tienen puertos disponibles y requiere expansión, si hace falta tomas en el PDB (Power Distribution Block) necesarios para suplir energía al radio, disponibilidad de espacio en gabinetes, disponibilidad en soportes para antenas, entre otros.

Teniendo el informe de sitio A y sitio B, se empieza a desarrollar el modelo propuesto, empezando por el cálculo del enlace

5.3.1 Cálculo del enlace

Teniendo las coordenadas del cliente (sitio A) y las del lado de Digitel (sitio B), reflejadas en los respectivos informes de inspección, se define el enlace a utilizar, según la distancia y la disponibilidad de equipos en el inventario de PCO.

En este caso, por tratarse de una distancia menor a 1.5 Km, se utiliza un enlace de 23 GHz con diámetro de antena de 0.3 m. Los radios a utilizar para este caso serán ZTE NR8120.

Mediante la herramienta Pathloss 4.0 se realiza el cálculo correspondiente.

En esta herramienta se coloca:

- Factores que influyen en la estabilidad del enlace (presencia de lluvia).
- Se designa posibles canales de frecuencia de acuerdo a la disponibilidad, y se observan canales ocupados por otros clientes en caso de estar presente a manera de evitar interferencia. Esto se visualiza en la base de datos disponible en el departamento de PCO.
- El tiempo máximo que se permite la ocurrencia de indisponibilidad ante fenómenos atmosféricos (lluvia) en el radio es de 2.5 minutos al año (99.9995), valor que permite que el cálculo del radio-enlace este dentro de los parámetros de calidad aceptables para la entrega de servicio

Entonces para el cliente 412 Empresa Ucevista, se tiene el cálculo de enlace, mediante la utilización de los módulos respectivos en la herramienta.

Files Module Configure Equipment SDB Application Report Help					
Site Name	412 Empresa Ucevista	TLCE	Operator code	DIGITEL	
Call Sign			Radio model	NR8000 23G 14M QPSK	NR8000 23G 14M QPSK
Station Code			Code	23G 14M QPSK	23G 14M QPSK
State			Emission designator		
Owner Code			Traffic code	19M_8E1-QPSK	19M_8E1-QPSK
Latitude	10 29 46.22 N	10 29 50.60 N	TX power (dBm)	3.00	3.00
Longitude	066 51 04.30 W	066 51 07.10 W	Frequency (MHz)	23000.00	
True azimuth (°)	327.68	147.68	Polarization	Vertical	
Calculated Distance (km)	0.16		Free space loss (dB)	103.74	
Profile Distance (km)	0.16		EIRP (dBm)	37.90	37.90
Datum	WGS 1984		RX signal (dBm)	-30.97	-30.97
Elevation (m)	886.84	896.00	Radio configuration		
Tower Height (m)			TX Ch. - 1	TX Ch. - 2	
TR Antenna Height (m)	5.00	5.00	21864.5000-V	23096.5000-V	
Code	A4091	A4091			
TX loss (dB)	0.00	0.00			
RX loss (dB)	0.00	0.00			

Figura 24. Módulo sumario en el cálculo de enlace cliente 412 Empresa Ucevista-TLCE. Fuente: Pathloss 4.0

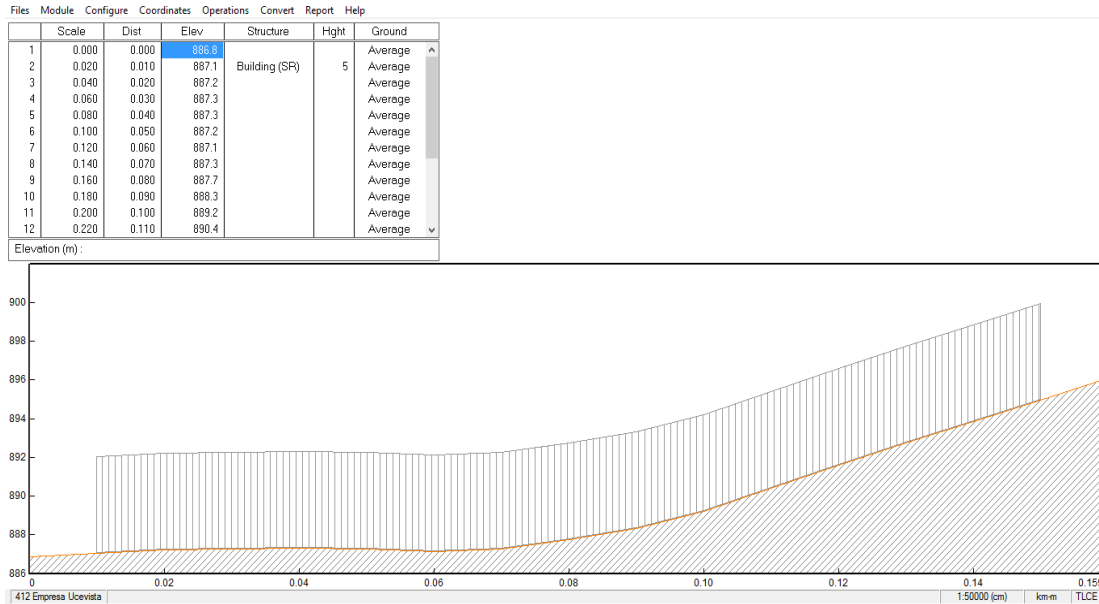


Figura 25. Módulo datos del terreno en el cálculo de enlace cliente 412 Empresa Ucevista-TLCE. Fuente: Pathloss 4.0

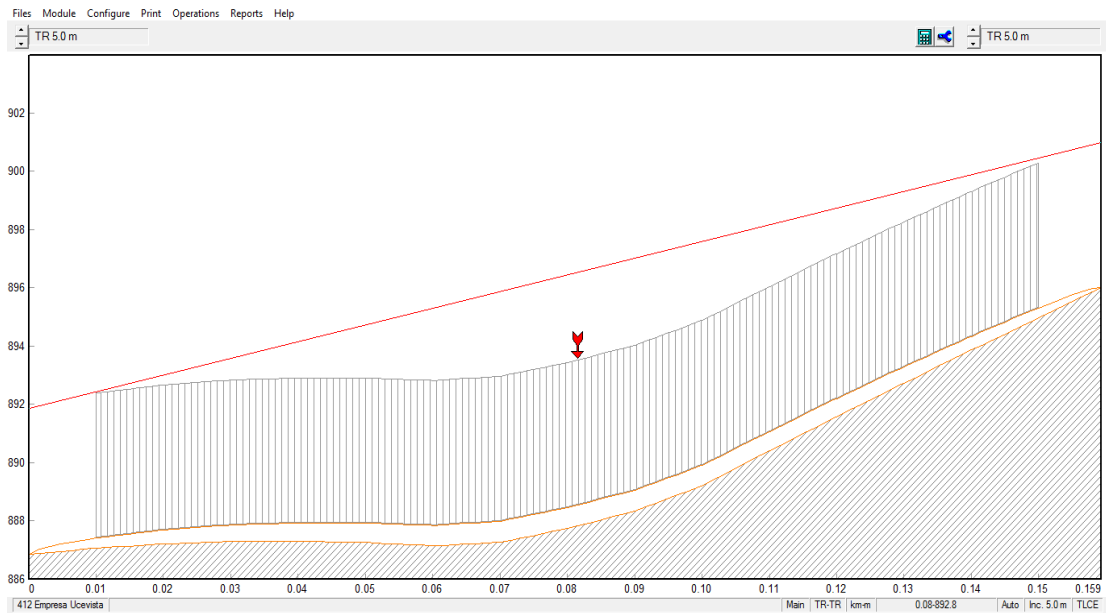


Figura 26. Módulo altura de antenas en el cálculo de enlace cliente 412 Empresa Ucevista-TLCE. Fuente: Pathloss 4.0

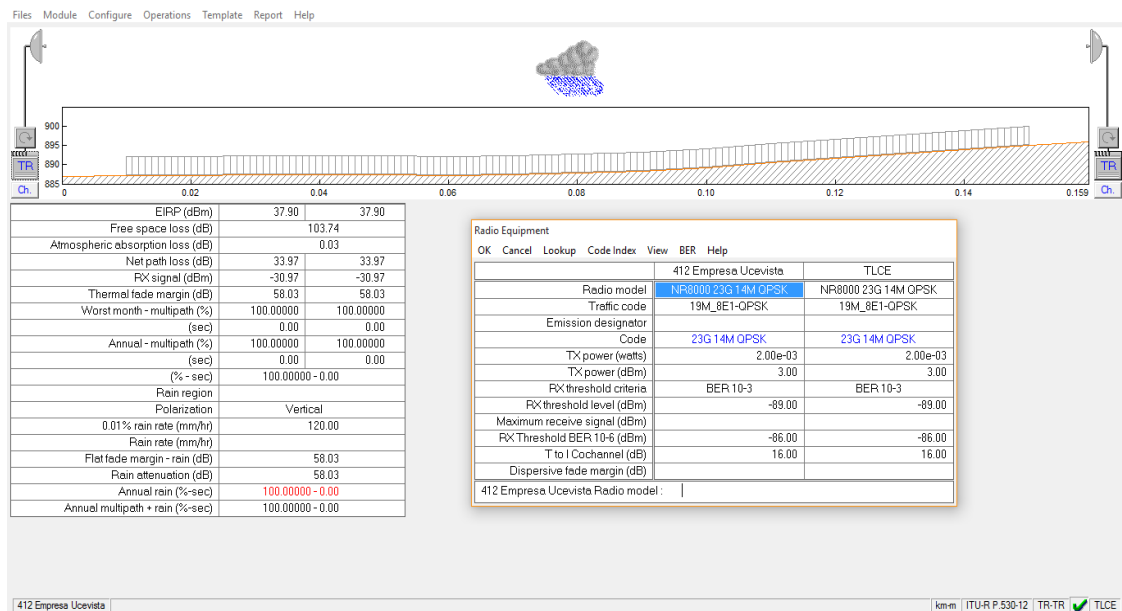


Figura 27. Módulo hoja de trabajo en el cálculo de enlace cliente 412 Empresa Ucevista-TLCE. Fuente: Pathloss 4.0

Finalmente, se tiene la hoja de cálculo final, en donde se tienen todas las especificaciones del enlace del cliente 412 Empresa Ucevista

	412 Empresa Ucevista	TLCE
Elevation (m)	886.84	896.00
Latitude	10 29 46.22 N	10 29 50.60 N
Longitude	066 51 04.30 W	066 51 07.10 W
True azimuth (°)	327.68	147.68
Vertical angle (°)	3.29	-3.29
Antenna model	VHLP1-220	VHLP1-220
Antenna height (m)	5.00	5.00
Antenna gain (dBi)	34.90	34.90
Frequency (MHz)	23000.00	
Polarization	Vertical	
Path length (km)	0.16	
Free space loss (dB)	103.74	
Atmospheric absorption loss (dB)	0.03	
Net path loss (dB)	33.97	33.97
Radio model	NR8000 23G 14M QPSK	NR8000 23G 14M QPSK
TX power (watts)	2.00e-03	2.00e-03
TX power (dBm)	3.00	3.00
EIRP (dBm)	37.90	37.90
TX Channels	92L 21864.5000V	92H 23096.5000V
RX threshold criteria	BER 10-3	BER 10-3
RX threshold level (dBm)	-89.00	-89.00
RX signal (dBm)	-30.97	-30.97
Thermal fade margin (dB)	58.03	58.03
Geoclimatic factor	2.87E-05	
Path inclination (mr)	57.43	
Fade occurrence factor (Po)	1.48E-11	
Average annual temperature (°C)	30.00	
Worst month - multipath (%)	100.00000	100.00000
(sec)	6.12e-11	6.12e-11
Annual - multipath (%)	100.00000	100.00000
(sec)	2.75e-10	2.75e-10
(% - sec)	100.00000 - 0.00	
0.01% rain rate (mm/hr)	120.00	
Flat fade margin - rain (dB)	58.03	
Rain attenuation (dB)	58.03	
Annual rain (%-sec)	100.00000 - 0.00	
Annual multipath + rain (%-sec)	100.00000 - 0.00	

sáb., abr. 02 2016
 Empresa Ucevista-TLCE.pl4
 Reliability Method - ITU-R P.530-12
 Rain - ITU-R P530-7

Figura 28. Hoja de cálculo de enlace del cliente 412 Empresa Ucevista. Fuente: Pathloss 4.0

5.3.2 Diagrama de Gestión

Es requerida la asignación de puertos de gestión de los nuevos radios a implementar para entrega de servicio, así como el direccionamiento IP correspondiente. La ubicación de estos puertos puede realizarse de dos maneras dependiendo del tipo de estación (punto de agregación) a utilizar para la conexión del cliente corporativo:

- Radio Base de Acceso. (petición a ingeniería de la Red Backhaul)
- Radio Base de BB. (petición a ingeniería de la Red IP)

En caso de disponer de DCN se toma un puerto del Switch de la red de gestión.

En caso de no disponer de DCN se establece interconexión bajo el concepto de “cascada”.

La solicitud de puerto de gestión se ejecuta mediante comunicación vía correo electrónico.

Una vez definido el puerto, se realiza el diagrama de gestión mediante la herramienta VISIO y se lleva a cabo la petición por medio de la herramienta AUTANA, para la asignación del direccionamiento IP.

Diagrama de Gestión 412 Cliente 412 Empresa Ucevista – TLCE

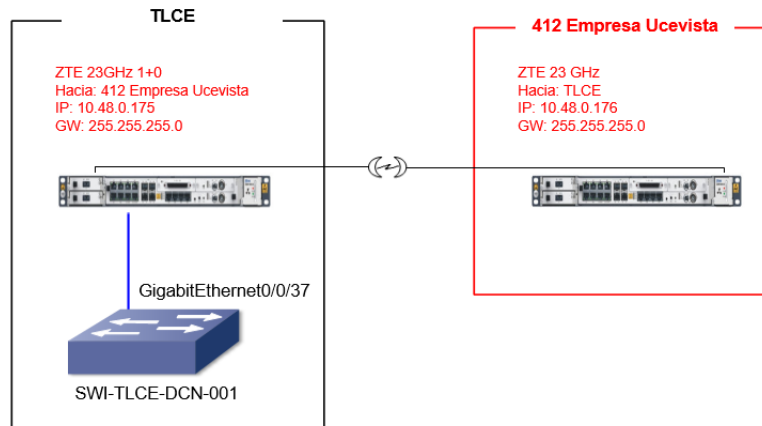


Figura 29. Diagrama de gestión del cliente 412 Empresa Ucevista. Fuente: elaboración propia.

5.3.3 Despacho de equipos

En esta solicitud se especifica información de todos los materiales que se utilizarán en la instalación del radio-enlace. Para ello, los especialistas PCO disponen de una tabla en Microsoft excel que contiene información de los códigos SAP de cada material (radios, cables, antenas, otros). Esta solicitud se realiza a través del correo electrónico, especificando tabla con lo requerido, informe de sitio A y sitio B (en formato PDF, aprobado), con los datos del cliente y el radio requerido.


VP Operaciones de la Red				
Gerencia Control Operativo				
Reservas de materiales y equipos				
Nº	Centro (4)	Código de Material SAP (10 caracteres)	Cantidad	Destino (12 caracteres)
1	C000	6600005655	2	EMPRESAUCV
2	C000	6600005656	2	EMPRESAUCV
3	C000	6600005657	2	EMPRESAUCV
4	C000	6600005658	2	EMPRESAUCV
5	C000	6600005659	2	EMPRESAUCV
6	C000	6600005602	2	EMPRESAUCV
7	C000	6600005794	1	EMPRESAUCV
8	C000	6600005795	1	EMPRESAUCV
9	C000	6700001825	2	EMPRESAUCV
10	C000	6700001872	2	EMPRESAUCV
11	C000	6700001826	4	EMPRESAUCV
12	C000	6700001827	2	EMPRESAUCV
13	C000	6700001828	4	EMPRESAUCV
14	C000	6700001829	4	EMPRESAUCV
15	C000	6700001830	2	EMPRESAUCV
16	C000	6700001833	2	EMPRESAUCV
17	C000	6600000117	1	EMPRESAUCV
18	C000	6700001834	150	EMPRESAUCV

Figura 30. Formato para la reserva y despacho de equipos. Fuente: elaboración propia.

5.3.4. Diagrama Lógico de Ruta de Transmisión

Para la solicitud del Cliente 412 Empresa Ucevista, se debe tener en cuenta los equipos que se encuentran en la estación de interconexión (Sitio B) y las rutas propuestas en la instalación de los equipos corporativos de la nueva red corporativa IP.


```
***** SWI-CAS-CPE-002 *****

int gi 0/0/29
description 412 Empresa Ucevista 8 Mbps
port link-type access
port default vlan 1700
stp bpdu-filter enable
undo shutdown
undo negotiation auto
speed 100
qos lr outbound cir 8192
qos lr inbound cir 8192

int gi 0/1/1
port trunk allow-pass vlan 1700
```

Figura 32. Script de configuración para el cliente 412 Empresa Ucevista. Fuente: elaboración propia.

Una vez definidos los puntos expuestos previamente, se procede a desarrollar el modelo de ingeniería de detalle propuesto para un cliente nuevo, completando cada uno de los puntos que lo constituyen.

5.4 Implementación del documento de ingeniería de detalle

El Especialista PCO envía el documento de ingeniería a todas las áreas de interés, mediante un correo electrónico formalizando la solicitud de instalación del servicio.

El Especialista de implementación O&M revisa cada radio, ingresa con la dirección IP por la intranet de Digitel, y observa: alarmas, clientes que se encuentran 'activos' en el radio a utilizar, puertos ETH, estado de los puertos y VLANs configuradas.

El especialista de implementación O&M se encarga de configurar el servicio.

La contratista se encarga de instalar el servicio en conjunto con implementación O&M. El tiempo de instalación es de diez (10) días.

Lo siguiente, a realizar es el proceso de certificación (PES) al cliente, el cual se ejecuta mediante solicitud efectuada a través de la herramienta Remedy.

5.5 Esquema de Ejecución

• Pre-evaluación

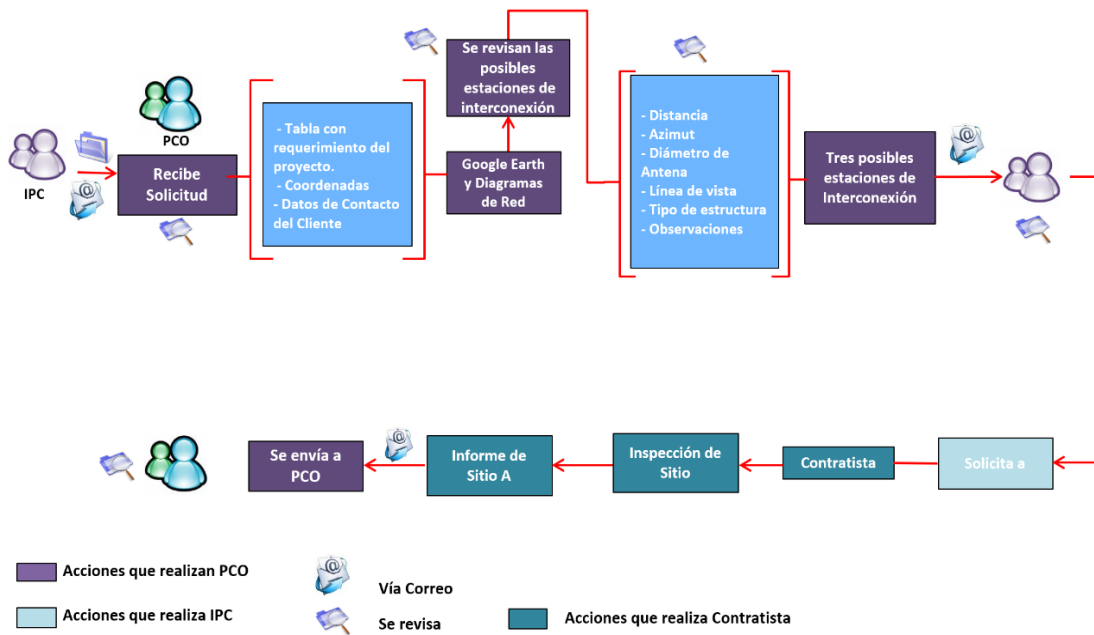


Figura 33. Esquema de ejecución de la etapa de pre-evaluación. Fuente: elaboración propia.

- Pre-ingeniería

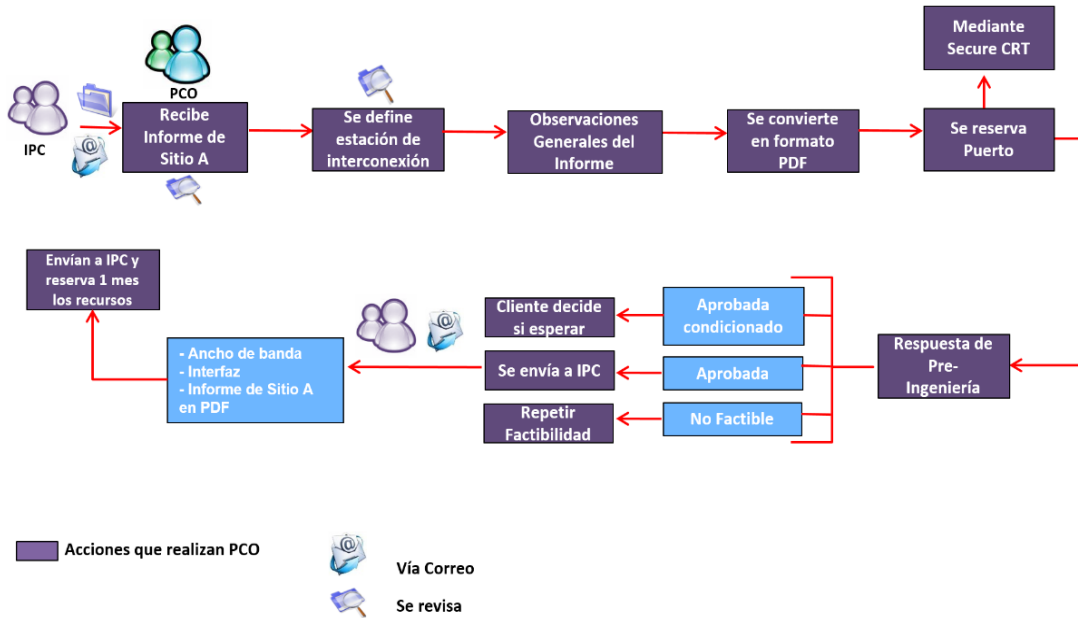


Figura 34. Esquema de ejecución de la etapa de pre-ingeniería. Fuente: elaboración propia.

- Ingeniería de detalle

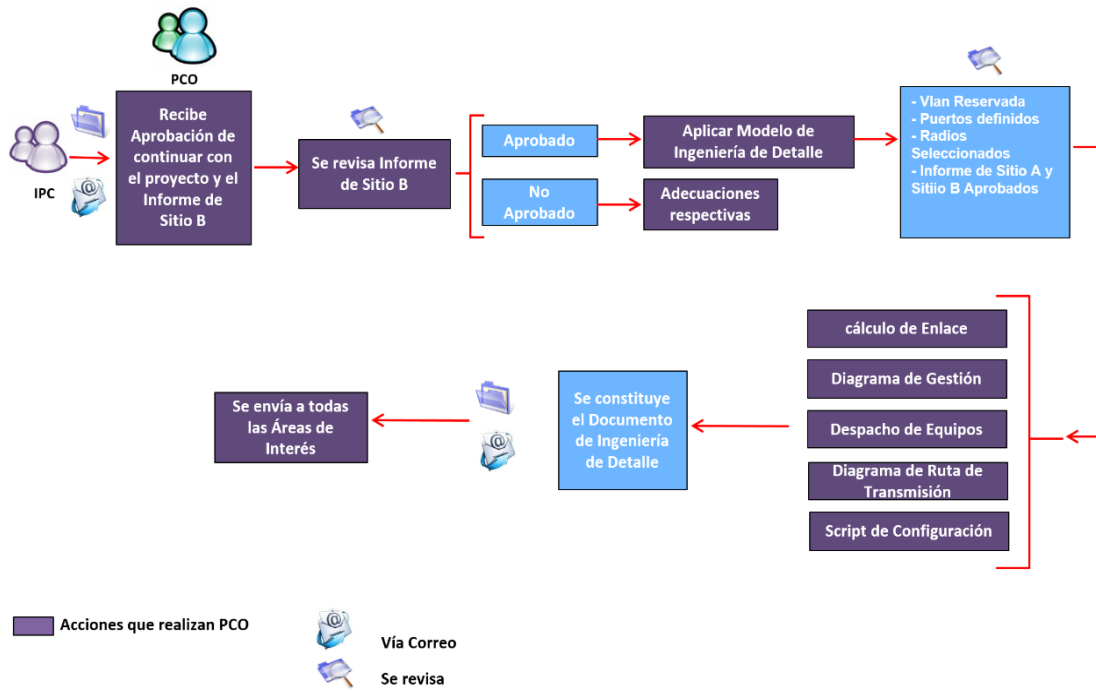


Figura 35. Esquema de ejecución de la etapa de ingeniería de detalle. Fuente: elaboración propia.

- **Implementación del servicio**

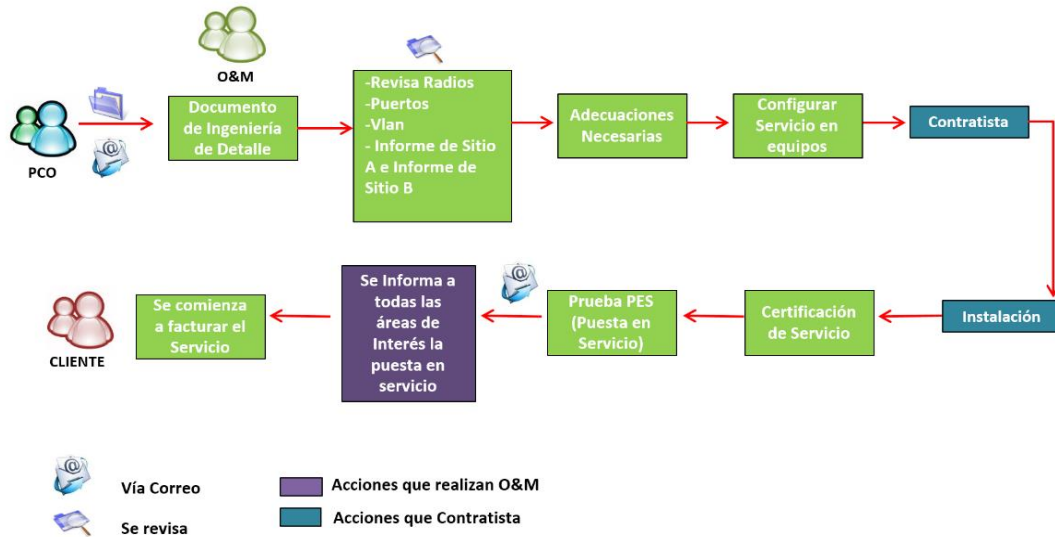


Figura 36. Esquema de ejecución de la etapa de implementación. Fuente: elaboración propia.

5.6 Tiempos de Respuesta

Con la implementación de la nueva red corporativa IP, aplicando el modelo y el esquema de ejecución propuesto, los tiempos de respuesta de cada etapa y en general del SLA, se reducirán considerablemente, ya que se contempla una optimización global en todos los procesos.

Actualmente, la duración de cada etapa contempla los siguientes tiempos de duración:

Enlaces nuevos (días hábiles):

1. Pre Evaluación: 5-7 días
2. Pre-Ingeniería: 5-7 días
3. Ingeniería: 10 días.

3. Implementación: 10 días

Dando un total de 7 semanas aproximadamente (sin contratiempos) de duración para la entrega del servicio a un nuevo cliente corporativo.

Esto se debe a que en cada etapa, no se dispone de recursos propios para analizar la factibilidad de la solicitud, siendo obligatorio consultar con las áreas correspondientes la aprobación de recursos para la entrega del servicio, es decir, si el cliente agrega en una estación de acceso o backbone, en donde no hay existencia de Switch corporativo, se debe consultar primeramente al departamento, ya sea de BBIP o BHIP por la disponibilidad de puertos y ancho de banda para poder entregar el servicio, teniendo en caso de la pre evaluación tres días para responder, seguidamente, en la etapa de pre-ingeniería 3 días para la asignación de recursos y por último la realización de script, 3-4 días adicionales.

Cabe destacar que estos tiempos son contabilizados, una vez que ya el cliente realice la solicitud y se encuentra el proceso en etapa de negociación, ya que la etapa previa a esto, se tiene un tiempo estimado de 10 a 15 días una vez el cliente decida realizar la solicitud por primera vez y se mantenga en comunicación con el personal de ventas.

En la siguiente tabla se tiene de manera ordenada los tiempos de respuesta del SLA actual y el propuesto, cuando todo el proceso no sufre ningún tipo de contratiempo y es llevado a cabo de manera exitosa en cada una de sus etapas.

Tabla 6. Tiempos de respuesta en cada etapa del SLA actual y SLA propuesto.

Fuente: elaboración propia.

Etapa de ejecución	SLA Actual (días)	SLA Propuesto (días)
Pre- Evaluación	7	3
Pre- Ingeniería	7	3
Ingeniería de Detalle	10	7
Implementación	10	10

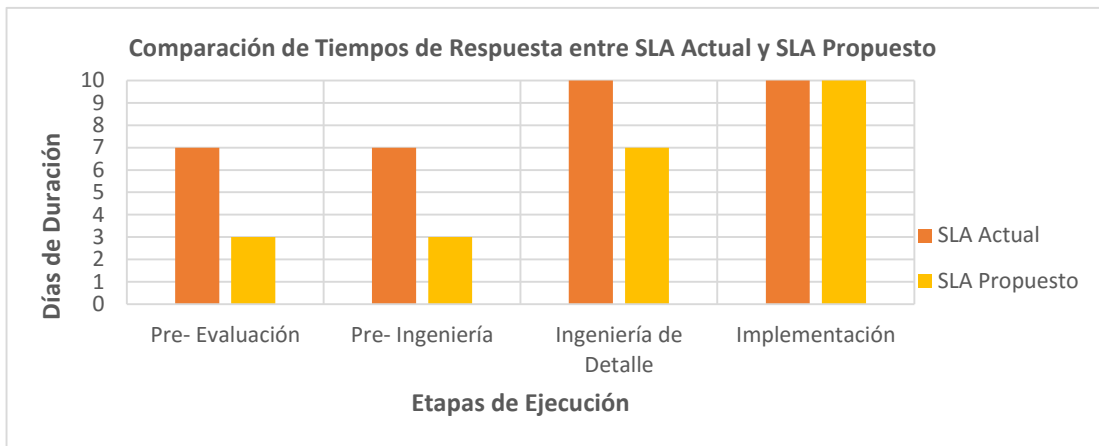


Figura 37. Comparación de tiempos de respuesta entre SLA actual y SLA propuesto. Fuente: elaboración propia.

En el gráfico 37, se observa una considerable optimización en los tiempos de respuesta con la implementación de la nueva Red corporativa IP, y la aplicación de un modelo de ingeniería que contemple todos los datos que son necesarios para la puesta en servicio de las solicitudes de clientes corporativos.

En la etapa de pre-evaluación se tiene una reducción de cuatro (4) días, ya que no es necesario consultar a las áreas de BBIP y BHIP por la factibilidad de la entrega del servicio por sus equipos. En el momento que el especialista realice el análisis en Google earth y determine las posibles estaciones de interconexión, podrá revisar la disponibilidad de puertos y ancho de banda disponible en la red corporativa IP, contestando en un lapso máximo de tres (3) días.

Igualmente en la etapa de pre-ingeniería se tiene una optimización de 4 días con respecto al SLA actual, ya que no será necesario la reserva de recursos en equipos que no correspondan a la red corporativa IP.

Finalmente en la etapa de ingeniería de detalle, se tiene una disminución de tres (3) días, ya que el script de configuración lo podrá realizar el especialista PCO, pues es el encargado de administrar la red corporativa IP y por ende realizar todo lo referente a sus equipos.

En la etapa de implementación los tiempos se mantienen, ya que no existe modificación considerable en el proceso de ejecución, el personal al recibir el documento con la ingeniería de detalle, llevará a cabo las mismas actividades. Sin embargo, el modelo de ingeniería propuesto facilitará el desenvolvimiento de las actividades a realizar, ya que la estructura secuencial de la ingeniería de detalle genera comodidad y facilidad de comprensión para el lector. La aplicación del modelo de ingeniería de detalle propuesto permitirá al lector estar en el sitio y conocerlo sin tener que trasladarse físicamente hasta el lugar.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Para la buena realización de una ingeniería de detalle es conveniente realizar un estudio minucioso del proyecto, para así tener una completa comprensión de los alcances y objetivos del mismo. Con ello se busca aclarar puntos incluidos dentro del proyecto, como normas de seguridad, estándares de instalación, especificaciones de equipos y utilización de herramientas adecuadas, que puedan requerir los distintos clientes, ya que cada cliente, constituye un proyecto diferente.

Es importante tener en cuenta las frecuencias licenciadas a utilizar por parte de la Corporación Digitel, las cuales son otorgadas por La Comisión Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL). Conocer estos datos desde el inicio permitirá anticipar las acciones necesarias para que el proyecto sea llevado a cabo en el tiempo programado.

La realización exitosa de la ingeniería de Detalle, dependerá de la disponibilidad de herramientas, tales como Google Earth, Microsoft Visio, IpPlan, base de datos de la Corporación, Pathloss, Secure CRT, gestores correspondientes a cada proveedor (ZTE, HUAWEI, ERICSSON, NERA), entre otros.

El buen desempeño del modelo de ingeniería de detalle propuesto depende ampliamente de puntos fundamentales como los informes de sitio A y B generado por las contratistas al momento de realizar el site survey de cada localidad, es decir tanto del lado cliente como del lado celda (Digitel). La toma de fotografías con conciencia ayudará a tener una mejor visión de los lugares utilizando sólo las fotografías necesarias. La persona encargada de realizar la inspección en campo debe tener presente siempre el destino de la información que está recaudando, además de estar preparado con todos los implementos necesarios para que el levantamiento de datos sea lo más completo posible.

Para la buena selección de equipos, es estrictamente necesario que se realice una amplia documentación técnica de toda la gama de equipos y tecnologías disponibles. Dicha documentación hace que el realizador del proyecto no omita detalles importantes en la realización del documento de ingeniería. Una correcta documentación técnica, como manuales de los equipos e información complementaria ayuda al diseñador a buscar soluciones a los problemas que se puedan presentar en el diseño del enlace.

Con la aplicación del modelo de ingeniería de detalle propuesto el ingeniero encargado de revisar el documento no tendrá la necesidad de trasladarse y recaudar la información en el sitio. Dicha información puede ser recaudada por un tercero y recaudada de manera ordenada en un documento final.

El modelo genera un documento capaz de ofrecer toda la información referente al establecimiento de un radio enlace punto a punto, empezando por una información general de los sitios hasta llegar a puntos más técnicos. Además de la gran cantidad de información la ingeniería ofrece credibilidad y actualiza al lector en relación a la situación actual de los sitios. La inclusión de puntos como diagramas lógicos de ruta de transmisión, script de configuración y el resto de detalles contenidos en un único documento, genera optimización de tiempo y facilidad de implementación.

La nueva red IP corporativa constituirá una plataforma de gran importancia para la corporación Digitel, ya que al momento de ser implementada, no solo optimizará los recursos de la red de transmisión actual, si no que garantizará los servicios corporativos que actualmente se encuentran en constante crecimiento.

Al reducir los tiempos de respuesta del SLA que ofrece la corporación a sus clientes, se podrá atender mayor cantidad de clientes en un tiempo menor y mediante un servicio confiable y de alta calidad.

Las redes MPLS constituyen una tecnología que actualmente ocupa un lugar preponderante dentro de las redes de transporte, la cual permite a la corporación, ampliarse en el mercado de clientes, aumentando el tráfico cursado, reduciendo

tiempos de procesamiento y brindando Calidad de Servicio las aplicaciones que lo requieran.

La implementación de la nueva red IP Corporativa, basada en MPLS será transparente para los clientes, debido a que se desarrollará de manera independiente y en paralelo al normal funcionamiento de la red actual, hasta cuando la nueva red se encuentre completamente funcional y operativa y sea necesaria la migración de clientes aplicando el modelo propuesto.

El modelo de ingeniería de detalle aplicado a la nueva red corporativa IP, garantizará menores tiempos de respuesta, ya que reduciría todo el proceso actual en 11 días hábiles, 4 en la etapa de pre-evaluación, 4 días en la etapa de pre-ingeniería y 3 en la ingeniería de detalle, obteniendo un SLA para ofrecer al cliente, más eficiente y sin disminuir la calidad del servicio ofrecido, además también se va a optimizar el trabajo del especialista de PCO y el de todas las áreas implicadas.

RECOMENDACIONES

Para el funcionamiento óptimo del modelo propuesto se recomienda la realización de cada elemento en la secuencia sugerida, ya que facilitará el desarrollo del mismo sin ningún inconveniente.

Al momento de instalar todos los Switches de la Gran Caracas y luego en el resto de las Regiones, se deberá comenzar la migración de Clientes, estación por estación, realizando primero, un estudio de la cantidad de clientes y la capacidad de cada uno, para realizar el proceso de manera ordenada y progresiva.

Una vez aplicado el modelo de ingeniería de detalle para lograr la migración y agregación de clientes nuevos, se recomienda realizar una actualización en la base de datos del Departamento PCO, en donde quede registrado todos los recursos y herramientas utilizados en el proceso. Esto se puede realizar, mediante la creación de carpetas identificadas con el nombre del cliente en donde se archiven todos los documentos generados en el modelo de ingeniería.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Universidad Pedagógica Experimental Libertador. *Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales*. Caracas: FEDEUPEL, 2006, p. 23.
- [2] Katz – Gotees – Lady – Ray. *Ingeniería, conceptos y perspectivas*. Editorial Prentice/hall internacional, 1985.
- [3] Página Web Oficial de CONATEL. [En línea]. < <http://www.conatel.gob.ve/> > [Consulta: 12/12/2015]
- [4] Rosen, E. et al. *Multiprotocol Label Switching Architecture*. RFC 3031. 2001.
- [5] Black, U. *MPLS and Label Switching Networks*. Prentice Hall. 2nd ed. 2002.
- [6] Tanenbaum, A. *Redes de Computadores*. Prentice Hall. 4ª ed. 2003.
- [7] Stallings, W. *Redes e Internet de Alta Velocidad: Rendimiento y Calidad de Servicio*. Prentice Hall. 2005.
- [8] Davie, B and Rekhter, Y. *MPLS: Technology and Applications*. Morgan Kaufmann. 2000
- [9] NIETO L., *Diseño y configuración de Calidad de Servicio en la tecnología MPLS para un Proveedor de Servicios de Internet*, Escuela Politécnica Nacional, Mayo 2010.
- [10] CISCO, *Facilities-based carrier simplifies DWDM within national network*. Disponible <<http://www.cisco.com/en/US/products/hw/optical/index.html>>. [Última consulta: Marzo 2016]
- [11] CISCO Networking Academy, «netacad,» CISCO, 2014. [En línea]. Disponible: <<https://static-course-assets.s3.amazonaws.com/ITN50ES/module5/index.html#5.1.1.1>> [Última consulta: Marzo 2016]

[12] J. J. Fuentes Murillo, *Radioenlaces Terrenales de Servicios Fijos*, Sevilla, España, 2008

[13] T. Martínez, *Telequismo*, Julio 2012. [En línea]. Disponible: <http://www.telequismo.com/2012/07/radioenlaces-microondas-en-banda.html>.

[Última Consulta: Abril 2016]

[14] Francisco Javier Ramos de Santiago. *Análisis e implementación de un sistema real de medida de ancho de banda*. Madrid, 2010

[15] CISCO, *CCNA Exploration*, 2014. [En línea]. Disponible: <https://1362770.netacad.com/courses/226482/modules>.> [Última Consulta: Abril 2016].

[16] A. Barba, *Gestión de Red*, Barcelona, España: Politex, 1999.

BIBLIOGRAFÍA

Jahaziel A. Menegatti M. *Diseño de ingeniería de detalle para la interconexión a través de un sistema de radio enlace para clientes de VTE telecomunicaciones C.A.* / Jahaziel Menegatti (Tesis).--Caracas: Universidad Central de Venezuela, 2008.

Landaeta S., Channiel J. *Estudio de factibilidad (ingeniería de detalle) de la expansión del backbone de la red sdh de movistar existente entre mtso san cristóbal y socopó.* / Channiel Landaeta (Tesis).--Caracas: Universidad Central de Venezuela, 2008.

José M. Blanco P. *Reestructuración de la red data control network (DCN) de Digitel.* / José Manuel Blanco Ponce (Tesis).--Caracas: Universidad Central de Venezuela, 2015.

Petillo F. Pablo A. *Diseño y aplicación de ingeniería de detalle para la ejecución del proyecto Swap GSM base station Subsystem (GBSS) para Digitel.* / Pablo Petillo (Tesis).--Caracas: Universidad Central de Venezuela, 2007.

Carrión F., Andrés E. *Propuesta para la ampliación de la plataforma de transporte SDH de la red urbana de CANTV en el área Metropolitana de Puerto la Cruz por medio de la implementación de tecnología DWDM.* / Andrés Carrión (Tesis).--Caracas: Universidad Central de Venezuela, 2009.

Antenas y componentes Andrew. <www.andrew.com>

Accesorios para telecomunicaciones. <www.tessco.com>

Accesorios para telecomunicaciones <<http://es.commscope.com/>>

ANEXOS

[ANEXO N°1]

Modelo de Informe de Sitio A.

FORMATO DE INSPECCION DE SITIO A

Información del Sitio (A)

Nombre del Cliente	Nombre del Cliente					
Dirección	Estado		Ciudad		Municipio	
	Parroquia			Sector / Urb.		
	Calle/Avenida			Casa / Edificio		
Coordenadas [Datum WGS 84]	Latitud	XX° XX' XX" N	Longitud	XX° XX' XX" W	ASNM	X m
Fecha de visita	dd/mm/aaaa		Región: Región Solicitante			

Enlaces Requeridos (B)

B1						
Estación remota	Estación Digitel 1					
Azimut magnético	XXX°			Distancia (Km)	X.XX	
Línea de vista	<input checked="" type="radio"/> Franca			<input type="radio"/> Obstruida		
Estructura a utilizar	<input checked="" type="radio"/> Nueva			<input type="radio"/> Existente		
Tipo de estructura	<input checked="" type="radio"/> Mastil	<input type="radio"/> Torre venteada	<input type="radio"/> Monopolo	<input type="radio"/> Torre	Altura de la estructura	X m
Ubicación de la estructura	<input checked="" type="radio"/> Azotea/ Techo		<input type="radio"/> Suelo		<input type="radio"/> Pared	
Altura de la edificación	X m		Diámetro de la antena (m)	(*)		
Altura de antena (ARL)	X m		Altura de antena (AGL)	X m		
Banda (GHz)	(*)			Distancia del recorrido, IDU/ODU	X m	
B2						
Estación remota	Estación Digitel 2					
Azimut magnético	XXX°			Distancia (Km)	X.XX	
Línea de vista	<input checked="" type="radio"/> Franca			<input type="radio"/> Obstruida		

Estructura a utilizar	<input checked="" type="radio"/> Nueva			<input type="radio"/> Existente		
Tipo de estructura	<input checked="" type="radio"/> Mastil	<input type="radio"/> Torre venteadada	<input type="radio"/> Monopolo	<input type="radio"/> Torre	Altura de la estructura	X m
Ubicación de la estructura	<input checked="" type="radio"/> Azotea/ Techo		<input type="radio"/> Suelo		<input type="radio"/> Pared	
Altura de la edificación	X m		Diámetro de la antena (m)	(*)		
Altura de antena (ARL)	X m		Altura de antena (AGL)	X m		
Banda (GHz)	(*)			Distancia del recorrido, IDU/ODU		X m

B3						
Estación remota	Estación Digitel 3					
Azimut magnético	XXX°			Distancia (Km)	X.XX	
Línea de vista	<input checked="" type="radio"/> Franca			<input type="radio"/> Obstruida		
Estructura a utilizar	<input checked="" type="radio"/> Nueva			<input type="radio"/> Existente		
Tipo de estructura	<input checked="" type="radio"/> Mastil	<input type="radio"/> Torre venteadada	<input type="radio"/> Monopolo	<input type="radio"/> Torre	Altura de la estructura	X m
Ubicación de la estructura	<input checked="" type="radio"/> Azotea/ Techo		<input type="radio"/> Suelo		<input type="radio"/> Pared	
Altura de la edificación	X m		Diámetro de la antena (m)	(*)		
Altura de antena (ARL)	X m		Altura de antena (AGL)	X m		
Banda (GHz)	(*)			Distancia del recorrido, IDU/ODU		X m

(*)Solo para ser llenado por Digitel

Reporte Fotográfico

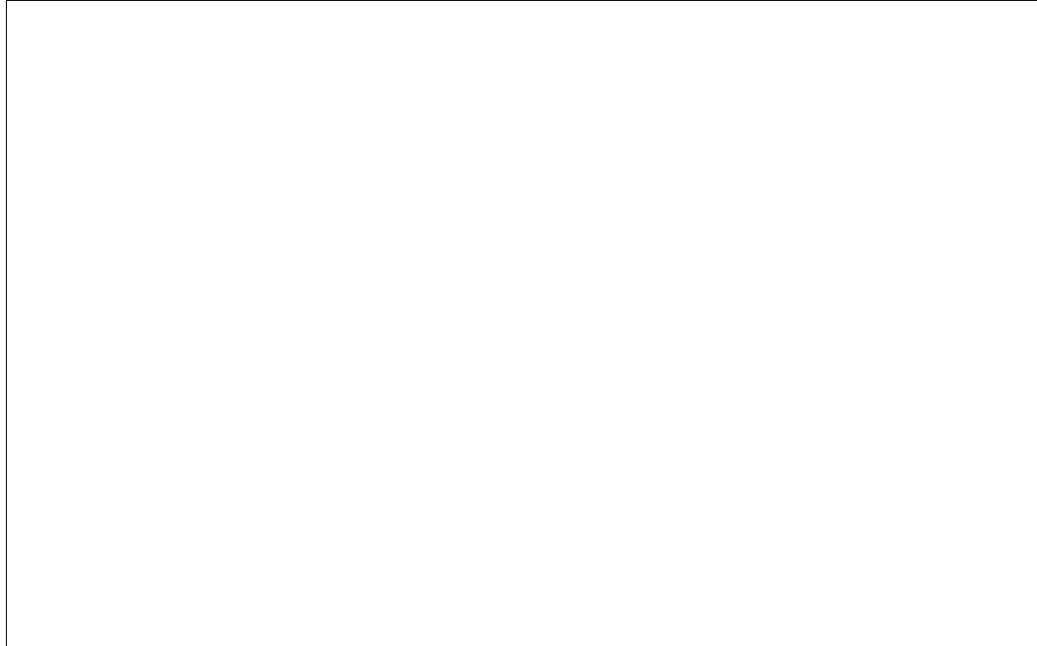


Imagen 1. Ubicación del cliente y posibles sitios B en Google Earth.

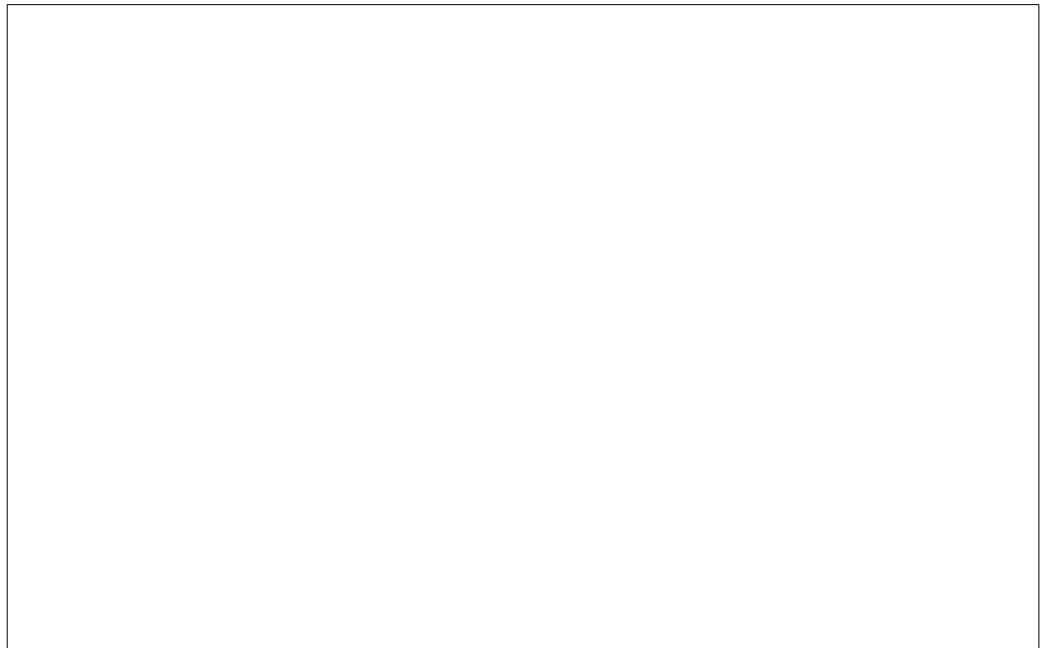


Imagen 2. Fotografía de coordenadas tomadas en sitio con GPS.



Imagen 3. Línea de vista hacia B1 (Vista lejana).

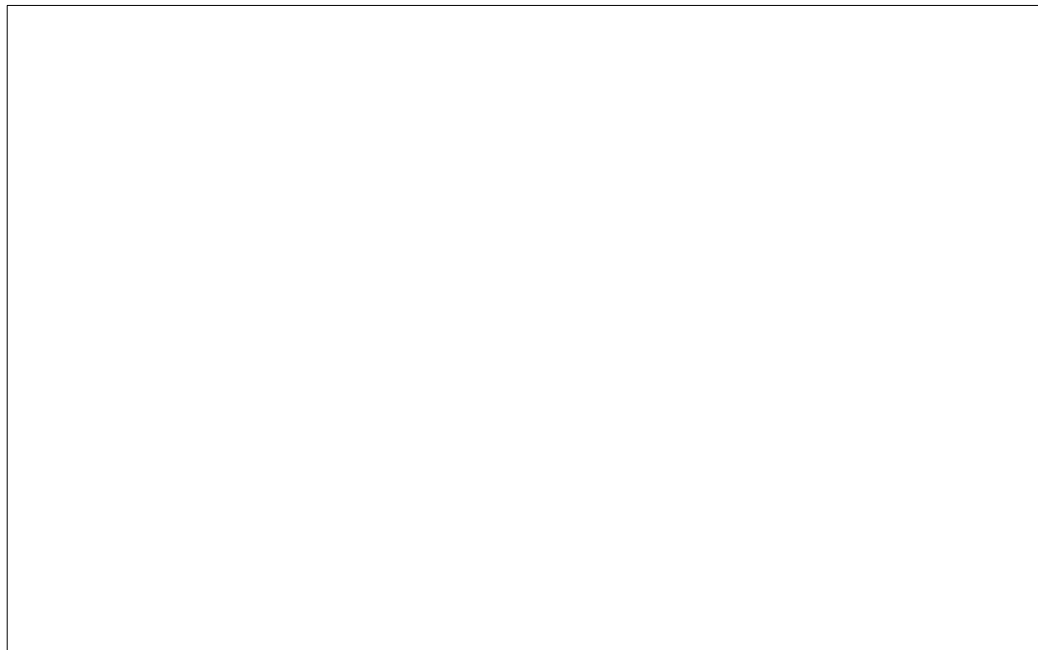


Imagen 4. Línea de vista hacia B1 (Vista cercana)



Imagen 5. Línea de vista hacia B2 (Vista lejana).

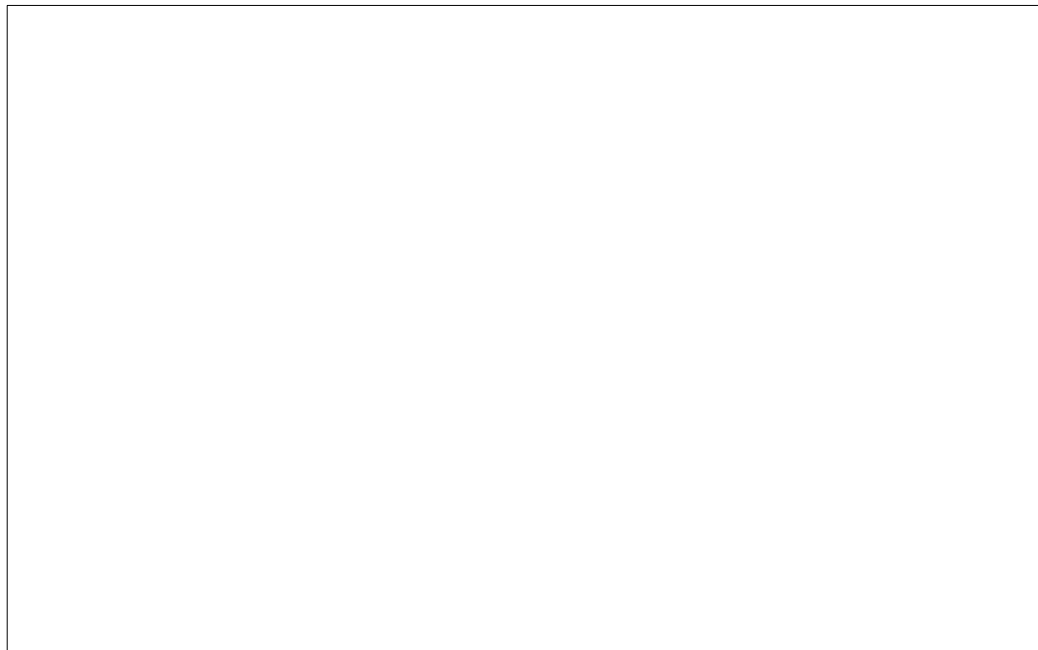


Imagen 6. Línea de vista hacia B2 (Vista cercana).



Imagen 7. Línea de Vista hacia B3 (Vista lejana).

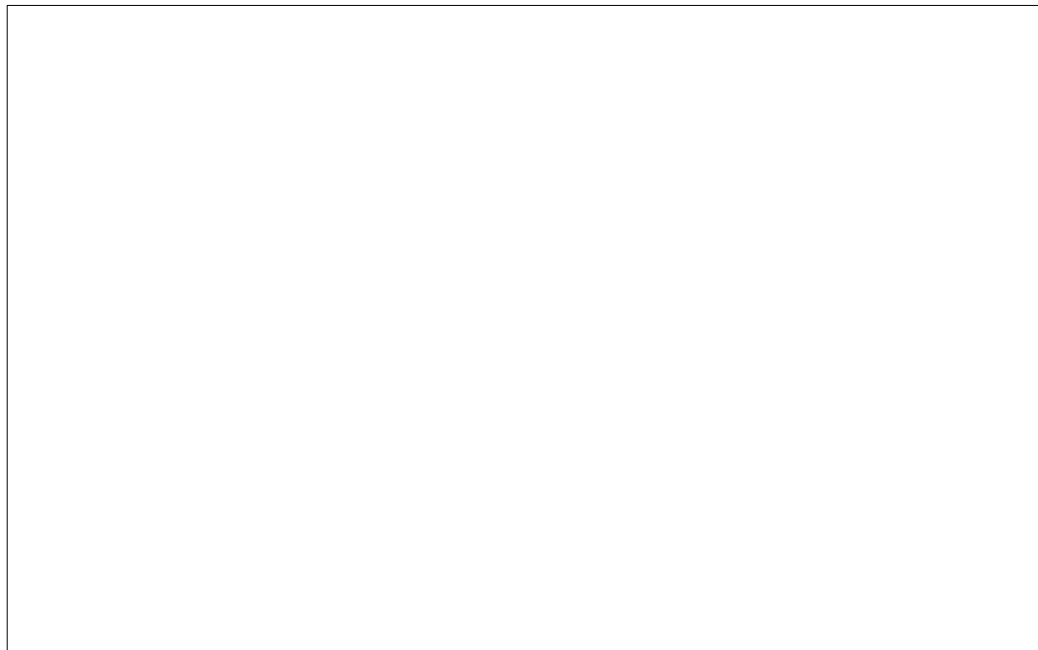


Imagen 8. Línea de Vista hacia B3 (Vista cercana).

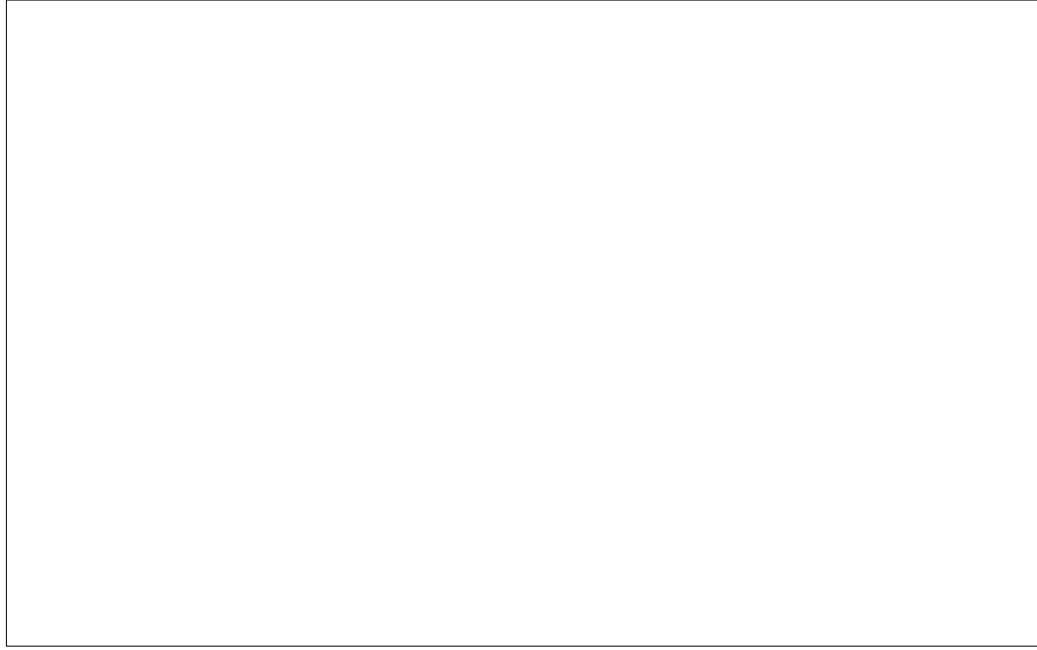


Imagen 9. Ubicación de la antena y estructura a instalar.

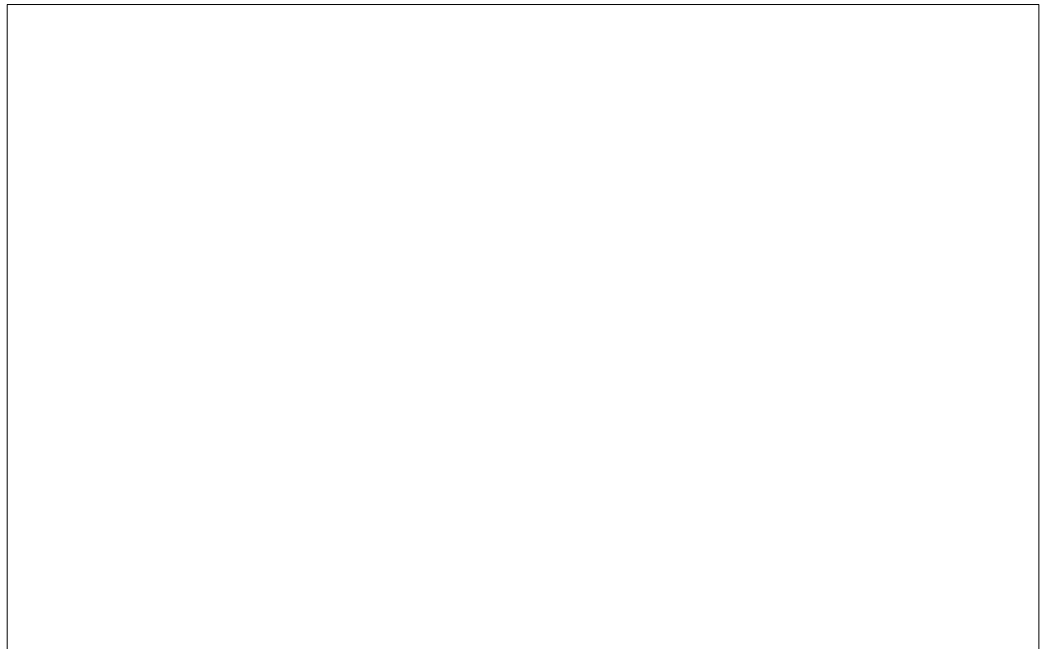


Imagen 10. Recorrido del cableado desde la ODU hasta la IDU (Todas las fotos involucradas en el recorrido)



Imagen 11. Sala de datos del cliente.

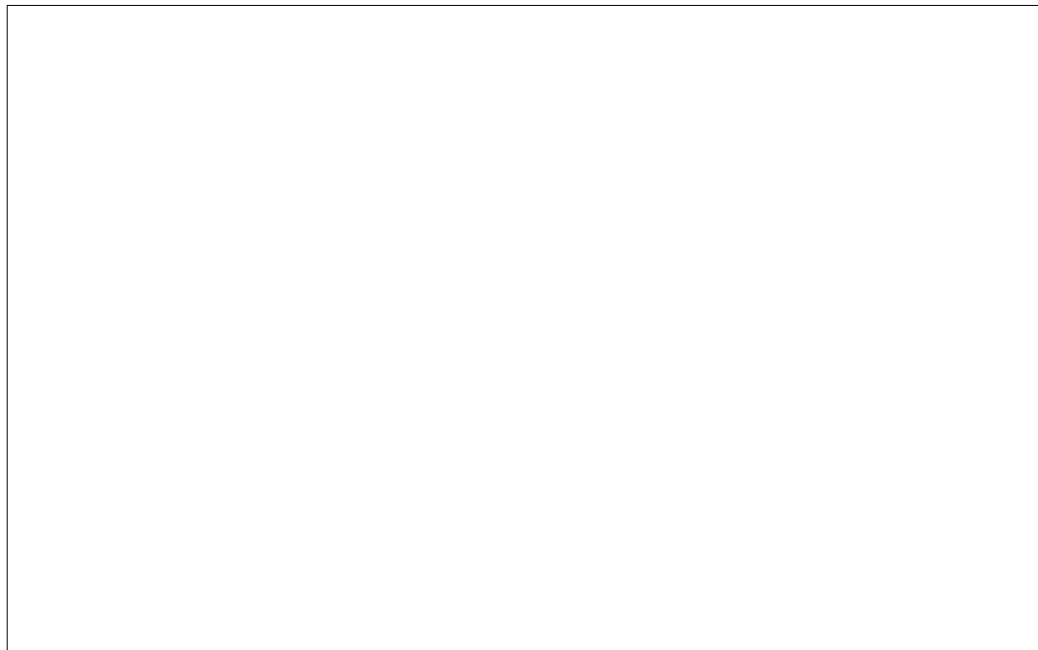


Imagen 12. Rack donde se instalará la IDU y su ubicación.

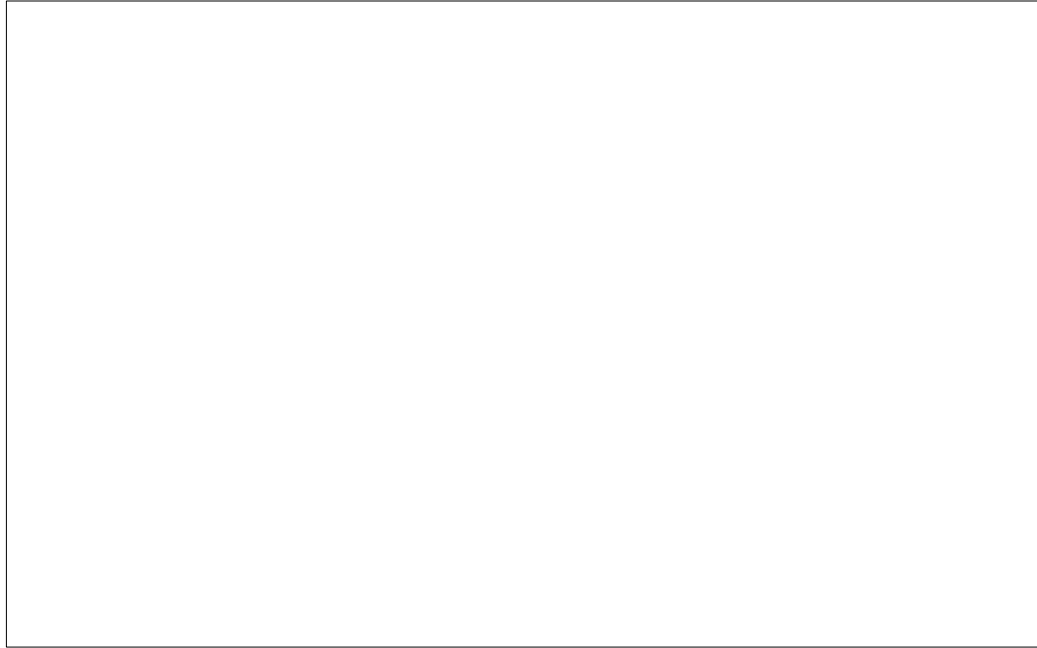


Imagen 13. UPS.

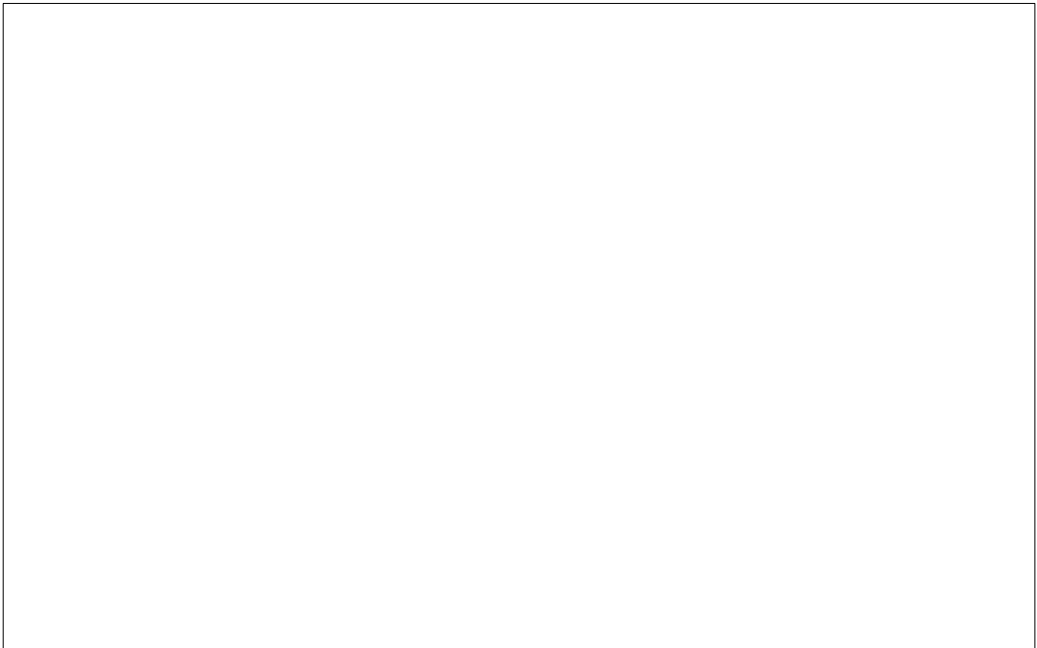


Imagen 14. Tomacorrientes.



Imagen 15. Sistema de puesta a tierra.

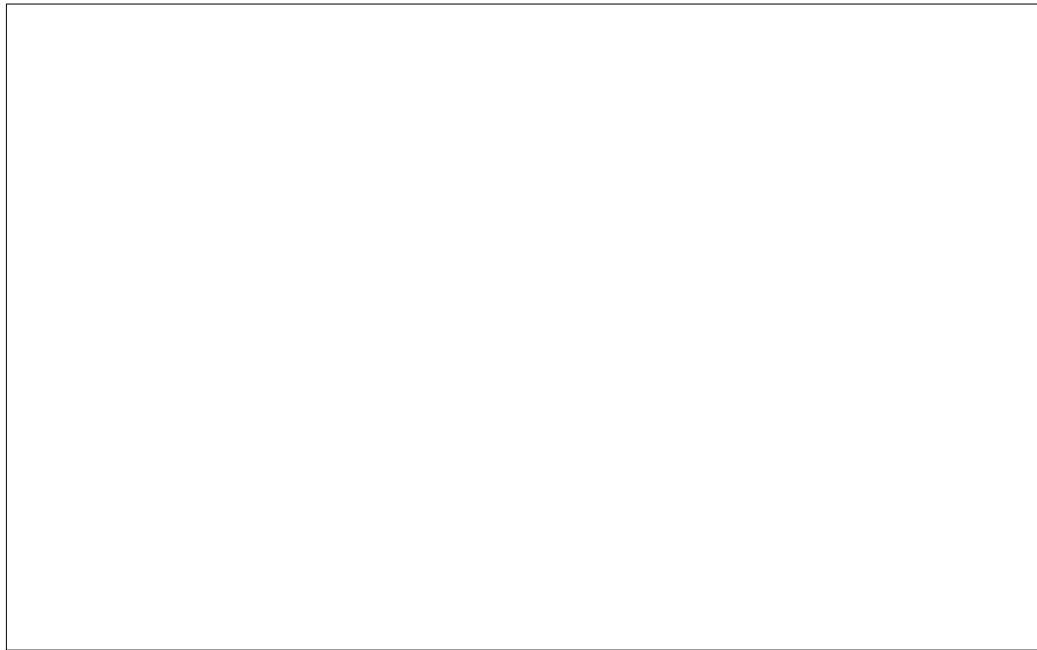


Imagen 16. Pantalla de voltímetro (Medición Impedancia - Sistema de Puesta a Tierra)



Imagen 17. Pantalla de voltímetro (Medición Voltaje - 110v ó -48v).

[ANEXO N°2]

Canalizaciones en la banda de 23 GHz

UIT-R Rec. F.637-3

AB = 28 MHz		
CH	F1	F2
1	21.238,00	22.470,00
2	21.266,00	22.498,00
3	21.294,00	22.526,00
4	21.322,00	22.554,00
5	21.350,00	22.582,00
6	21.378,00	22.610,00
7	21.406,00	22.638,00
8	21.434,00	22.666,00
9	21.462,00	22.694,00
10	21.490,00	22.722,00
11	21.518,00	22.750,00
12	21.546,00	22.778,00
13	21.574,00	22.806,00
14	21.602,00	22.834,00
15	21.630,00	22.862,00
16	21.658,00	22.890,00
17	21.686,00	22.918,00
18	21.714,00	22.946,00
19	21.742,00	22.974,00
20	21.770,00	23.002,00
21	21.798,00	23.030,00
22	21.826,00	23.058,00
23	21.854,00	23.086,00
24	21.882,00	23.114,00
25	21.910,00	23.142,00
26	21.938,00	23.170,00
27	21.966,00	23.198,00
28	21.994,00	23.226,00
29	22.022,00	23.254,00
30	22.050,00	23.282,00
31	22.078,00	23.310,00
32	22.106,00	23.338,00

AB = 14 MHz		
CH	F1	F2
1	21.231,00	22.463,00
2	21.245,00	22.477,00
3	21.259,00	22.491,00
4	21.273,00	22.505,00
5	21.287,00	22.519,00
6	21.301,00	22.533,00
7	21.315,00	22.547,00
8	21.329,00	22.561,00
9	21.343,00	22.575,00
10	21.357,00	22.589,00
11	21.371,00	22.603,00
12	21.385,00	22.617,00
13	21.399,00	22.631,00
14	21.413,00	22.645,00
15	21.427,00	22.659,00
16	21.441,00	22.673,00
17	21.455,00	22.687,00
18	21.469,00	22.701,00
19	21.483,00	22.715,00
20	21.497,00	22.729,00
21	21.511,00	22.743,00
22	21.525,00	22.757,00
23	21.539,00	22.771,00
24	21.553,00	22.785,00
25	21.567,00	22.799,00
26	21.581,00	22.813,00
27	21.595,00	22.827,00
28	21.609,00	22.841,00
29	21.623,00	22.855,00
30	21.637,00	22.869,00
31	21.651,00	22.883,00
32	21.665,00	22.897,00

AB = 7 MHz		
CH	F1	F2
1	21.227,50	22.459,50
2	21.234,50	22.466,50
3	21.241,50	22.473,50
4	21.248,50	22.480,50
5	21.255,50	22.487,50
6	21.262,50	22.494,50
7	21.269,50	22.501,50
8	21.276,50	22.508,50
9	21.283,50	22.515,50
10	21.290,50	22.522,50
11	21.297,50	22.529,50
12	21.304,50	22.536,50
13	21.311,50	22.543,50
14	21.318,50	22.550,50
15	21.325,50	22.557,50
16	21.332,50	22.564,50
17	21.339,50	22.571,50
18	21.346,50	22.578,50
19	21.353,50	22.585,50
20	21.360,50	22.592,50
21	21.367,50	22.599,50
22	21.374,50	22.606,50
23	21.381,50	22.613,50
24	21.388,50	22.620,50
25	21.395,50	22.627,50
26	21.402,50	22.634,50
27	21.409,50	22.641,50
28	21.416,50	22.648,50
29	21.423,50	22.655,50
30	21.430,50	22.662,50
31	21.437,50	22.669,50
32	21.444,50	22.676,50

33	22.134,00	23.366,00
34	22.162,00	23.394,00
35	22.190,00	23.422,00
36	22.218,00	23.450,00
37	22.246,00	23.478,00
38	22.274,00	23.506,00
39	22.302,00	23.534,00
40	22.330,00	23.562,00

33	21.679,00	22.911,00
34	21.693,00	22.925,00
35	21.707,00	22.939,00
36	21.721,00	22.953,00
37	21.735,00	22.967,00
38	21.749,00	22.981,00
39	21.763,00	22.995,00
40	21.777,00	23.009,00
41	21.791,00	23.023,00
42	21.805,00	23.037,00
43	21.819,00	23.051,00
44	21.833,00	23.065,00
45	21.847,00	23.079,00
46	21.861,00	23.093,00
47	21.875,00	23.107,00
48	21.889,00	23.121,00
49	21.903,00	23.135,00
50	21.917,00	23.149,00
51	21.931,00	23.163,00
52	21.945,00	23.177,00
53	21.959,00	23.191,00
54	21.973,00	23.205,00
55	21.987,00	23.219,00
56	22.001,00	23.233,00
57	22.015,00	23.247,00
58	22.029,00	23.261,00
59	22.043,00	23.275,00
60	22.057,00	23.289,00
61	22.071,00	23.303,00
62	22.085,00	23.317,00
63	22.099,00	23.331,00
64	22.113,00	23.345,00
65	22.127,00	23.359,00
66	22.141,00	23.373,00
67	22.155,00	23.387,00
68	22.169,00	23.401,00
69	22.183,00	23.415,00
70	22.197,00	23.429,00
71	22.211,00	23.443,00
72	22.225,00	23.457,00

33	21.451,50	22.683,50
34	21.458,50	22.690,50
35	21.465,50	22.697,50
36	21.472,50	22.704,50
37	21.479,50	22.711,50
38	21.486,50	22.718,50
39	21.493,50	22.725,50
40	21.500,50	22.732,50
41	21.507,50	22.739,50
42	21.514,50	22.746,50
43	21.521,50	22.753,50
44	21.528,50	22.760,50
45	21.535,50	22.767,50
46	21.542,50	22.774,50
47	21.549,50	22.781,50
48	21.556,50	22.788,50
49	21.563,50	22.795,50
50	21.570,50	22.802,50
51	21.577,50	22.809,50
52	21.584,50	22.816,50
53	21.591,50	22.823,50
54	21.598,50	22.830,50
55	21.605,50	22.837,50
56	21.612,50	22.844,50
57	21.619,50	22.851,50
58	21.626,50	22.858,50
59	21.633,50	22.865,50
60	21.640,50	22.872,50
61	21.647,50	22.879,50
62	21.654,50	22.886,50
63	21.661,50	22.893,50
64	21.668,50	22.900,50
65	21.675,50	22.907,50
66	21.682,50	22.914,50
67	21.689,50	22.921,50
68	21.696,50	22.928,50
69	21.703,50	22.935,50
70	21.710,50	22.942,50
71	21.717,50	22.949,50
72	21.724,50	22.956,50

73	22.239,00	23.471,00
74	22.253,00	23.485,00
75	22.267,00	23.499,00
76	22.281,00	23.513,00
77	22.295,00	23.527,00
78	22.309,00	23.541,00
79	22.323,00	23.555,00
80	22.337,00	23.569,00

73	21.731,50	22.963,50
74	21.738,50	22.970,50
75	21.745,50	22.977,50
76	21.752,50	22.984,50
77	21.759,50	22.991,50
78	21.766,50	22.998,50
79	21.773,50	23.005,50
80	21.780,50	23.012,50
81	21.787,50	23.019,50
82	21.794,50	23.026,50
83	21.801,50	23.033,50
84	21.808,50	23.040,50
85	21.815,50	23.047,50
86	21.822,50	23.054,50
87	21.829,50	23.061,50
88	21.836,50	23.068,50
89	21.843,50	23.075,50
90	21.850,50	23.082,50
91	21.857,50	23.089,50
92	21.864,50	23.096,50
93	21.871,50	23.103,50
94	21.878,50	23.110,50
95	21.885,50	23.117,50
96	21.892,50	23.124,50
97	21.899,50	23.131,50
98	21.906,50	23.138,50
99	21.913,50	23.145,50
100	21.920,50	23.152,50
101	21.927,50	23.159,50
102	21.934,50	23.166,50
103	21.941,50	23.173,50
104	21.948,50	23.180,50
105	21.955,50	23.187,50
106	21.962,50	23.194,50
107	21.969,50	23.201,50
108	21.976,50	23.208,50
109	21.983,50	23.215,50
110	21.990,50	23.222,50
111	21.997,50	23.229,50
112	22.004,50	23.236,50

113	22.011,50	23.243,50
114	22.018,50	23.250,50
115	22.025,50	23.257,50
116	22.032,50	23.264,50
117	22.039,50	23.271,50
118	22.046,50	23.278,50
119	22.053,50	23.285,50
120	22.060,50	23.292,50
121	22.067,50	23.299,50
122	22.074,50	23.306,50
123	22.081,50	23.313,50
124	22.088,50	23.320,50
125	22.095,50	23.327,50
126	22.102,50	23.334,50
127	22.109,50	23.341,50
128	22.116,50	23.348,50
129	22.123,50	23.355,50
130	22.130,50	23.362,50
131	22.137,50	23.369,50
132	22.144,50	23.376,50
133	22.151,50	23.383,50
134	22.158,50	23.390,50
135	22.165,50	23.397,50
136	22.172,50	23.404,50
137	22.179,50	23.411,50
138	22.186,50	23.418,50
139	22.193,50	23.425,50
140	22.200,50	23.432,50
141	22.207,50	23.439,50
142	22.214,50	23.446,50
143	22.221,50	23.453,50
144	22.228,50	23.460,50
145	22.235,50	23.467,50
146	22.242,50	23.474,50
147	22.249,50	23.481,50
148	22.256,50	23.488,50
149	22.263,50	23.495,50
150	22.270,50	23.502,50
151	22.277,50	23.509,50
152	22.284,50	23.516,50

153	22.291,50	23.523,50
154	22.298,50	23.530,50
155	22.305,50	23.537,50
156	22.312,50	23.544,50
157	22.319,50	23.551,50
158	22.326,50	23.558,50
159	22.333,50	23.565,50
160	22.340,50	23.572,50

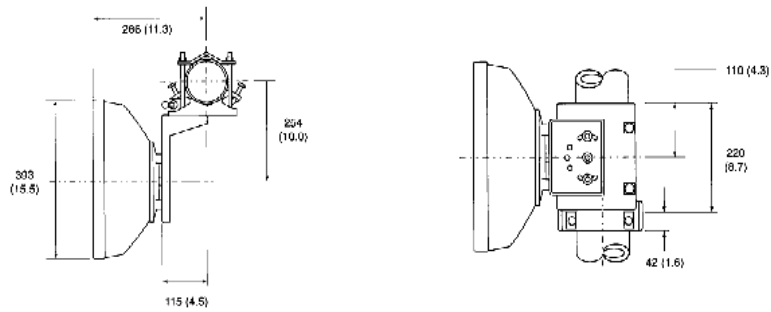
[ANEXO N°3]

Datasheets Antenas Andrew

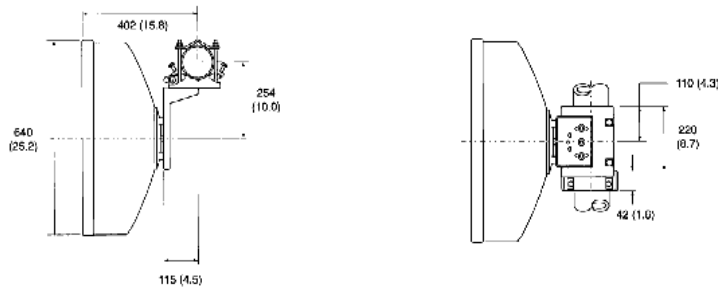
P r o d u c t A n n o u n c e m e n t

NEW

VHLP1 Antenna



VHLP2 Antenna



ValuLine® LP Series Antennas

Type Number	Diameter ft (m)	Frequency GHz	Gain (dBi)			Beamwidth (degs)	Cross Pol. Disc. dB	F/B Ratio dB	VSWR max. (RL, dB)
			Bottom	Middle	Top				
VHLP1-220	1 (0.3)	21.2 - 23.6	34.4	34.9	35.4	2.8	30	61	1.3 (17.7)
VHLP2-220	2 (0.6)	21.2 - 23.6	39.6	40.1	40.6	1.6	30	66	1.3 (17.7)
VHLP1-240	1 (0.3)	24.25 - 26.5	35.6	36	36.4	2.5	30	62	1.3 (17.7)
VHLP2-240	2 (0.6)	24.25 - 26.5	40.7	41.1	41.5	1.4	30	67	1.3 (17.7)
VHLP1-275	1 (0.3)	27.5 - 29.5	36.6	36.9	37.2	2.2	30	63	1.3 (17.7)
VHLP2-275	2 (0.6)	27.5 - 29.5	41.6	41.9	42.2	1.2	30	68	1.3 (17.7)
VHLP1-370	1 (0.3)	37.0 - 40.0	39.4	39.7	40	1.7	30	60	1.3 (17.7)
VHLP2-370	2 (0.6)	37.0 - 40.0	44.2	44.5	44.8	1	30	63	1.3 (17.7)



Andrew Corporation
 10500 W. 153rd Street
 Orland Park, IL 60462 USA
 Telephone:
 From North America: 1-800-255-1479
 International: (708) 873-2307
 Fax: (708) 349-5444

Fax-On-Demand
 From North America: 1-800-861-1700
 International: (708) 873-3614
 Internet: <http://www.andrew.com>

All designs, specifications and availabilities of products and services presented in this bulletin are subject to change without notice.

Bulletin 10070B (5/97) Copyright 1997 Andrew Corporation, Orland Park, IL 60462 USA

Printed in USA