REPÚBLICA DEL ECUADOR
Escuela Politécnica Nacional
"E SCIENTIA HOMINIS SALUS"

La versión digital de esta tesis está protegida por la Ley de Derechos de Autor del Ecuador.

Los derechos de autor han sido entregados a la "ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL" bajo el libre consentimiento del (los) autor(es).

Al consultar esta tesis deberá acatar con las disposiciones de la Ley y las siguientes condiciones de uso:

- Cualquier uso que haga de estos documentos o imágenes deben ser sólo para efectos de investigación o estudio académico, y usted no puede ponerlos a disposición de otra persona.
- Usted deberá reconocer el derecho del autor a ser identificado y citado como el autor de esta tesis.
- No se podrá obtener ningún beneficio comercial y las obras derivadas tienen que estar bajo los mismos términos de licencia que el trabajo original.

El Libre Acceso a la información, promueve el reconocimiento de la originalidad de las ideas de los demás, respetando las normas de presentación y de citación de autores con el fin de no incurrir en actos ilegítimos de copiar y hacer pasar como propias las creaciones de terceras personas.

Respeto hacia si mismo y hacia los demás.

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

REDISEÑO DE RED BASADO EN LA TECNOLOGÍA FSO PARA LA EMPRESA COMERCIAL ETATEX C.A.

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

LÓPEZ VALLEJO RODRIGO MAURICIO
rodry_lopvall@hotmail.com

DIRECTOR: Msc. Ing. FABIÁN CORRAL
fcorral@conatel.gov.ec

Quito, Diciembre 2009

DECLARACIÓN

Yo Rodrigo Mauricio López Vallejo declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que además he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mi derecho de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

Rodrigo López Vallejo

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Rodrigo Mauricio López Vallejo, bajo mi supervisión.

Msc. Ing. Fabián Corral

DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTO

A todas y a cada una de las personas que han colaborado en la realización de este proyecto, un agradecimiento muy especial al Ing. Fabián Corral, quién con su muy acertada guía y supervisión, permitieron culminar este proyecto.

Agradezco a la Escuela Politécnica Nacional por permitirme culminar mis estudios.

A la empresa COMERCIAL ETATEX C.A., por permitir realizar este proyecto, al igual que al personal de Sistemas, por su colaboración con información.

DEDICATORIA

A Dios por permitirme contar con una Madre, quien siempre ha sido el pilar de mi vida, apoyando todos mis objetivos, con consejos, cariño y entrega total.

A mi familia quienes me han entregado su cariño, apoyo y confianza para cumplir mis metas.

A mis amigos quienes han estado en momentos alegres y tristes, y que siempre tuvieron una palabra de aliento para continuar con la vida.

Rodrigo Mauricio López Vallejo

RESUMEN

La comunicación entre las secciones y puntos de venta de la empresa COMERCIAL ETATEX C.A. es fundamental para su funcionamiento y desarrollo, por lo cual mantener una red de comunicación que tenga las mejores garantías de disponibilidad y seguridad buscando siempre la solución más económica, debe ser la prioridad del departamento de Sistemas.

Al realizar el levantamiento de red, es decir mediante el análisis de cual es el estado actual de la misma, permite encontrar cuales son sus fallas y así determinar los requerimientos que ésta necesita, siendo estos la base para el desarrollo del rediseño.

La información que se obtiene del levantamiento de la red, ayudará a cubrir los requerimientos de disponibilidad y seguridad en la red, el rediseño de red está realizado de tal manera que se permita manejar un esquema de restricción de acceso de varios usuarios a todas las secciones de la red, dejando el acceso total de la red únicamente a la sección de Sistemas, ya que esto representa un riesgo de seguridad.

Así también utilizar métodos de filtraje de tráfico de las estaciones de trabajo para que los usuarios únicamente cuenten con las aplicaciones necesarias para desempeñar su trabajo, con el fin de utilizar de mejor manera los servicios de la red y el ancho de banda.

Con la creación de políticas de red se busca ayudar a la sección de Sistemas en la administración y monitoreo de la red, y en el caso de presentarse problemas en la misma sean solucionados de manera eficaz y eficientemente.

Además el análisis de factibilidad de utilizar de enlaces propietarios por medio de la tecnología óptica inalámbrica FSO (Free Space Optical), permite contar con un

enlace de gran velocidad, seguro, no licenciado y de fácil instalación que puede ser transportado a cualquier sitio que cumpla con los requerimientos del enlace, lo que ayuda a evitar el uso de un carrier en algunos puntos de venta y así disminuir costos.

La selección de los equipos de red está basada en los requerimientos que esta necesita, con la prioridad de buscar la forma de reutilizar equipos de buenas características, que puedan formar parte de la nueva red.

Los costos de referenciales que conllevaría llevar a cabo está red, permiten contar con una idea global del tamaño del proyecto, por lo cual el desarrollo del plan de migración de red, es fundamental ya que permitirá un cambio ordenado y controlado hacia la nueva de la red sin que exista una afectación de servicio que desemboque en pérdidas económicas para la empresa.

PRESENTACIÓN

La empresa COMERCIAL ETATEX C.A. tiene su oficina matriz localizada en la ciudad de Quito en la Av. 10 de agosto N60-122 y Sta. Lucía, se ha dedicado a el comercio textil, tanto como importadora y productora de prendas de vestir y accesorios. Su objetivo principal es ser la cadena de locales de moda que se encuentre en los centros comerciales más importantes de Quito, por lo cual ha desplegado varios puntos de venta en está ciudad. La empresa busca dar el mejor servicio a sus clientes por medio de formas de crédito, sitio Web, asistencia al cliente.

Los puntos de venta en la ciudad de Quito se encuentran localizados en los principales centros comerciales y otros puntos de la ciudad como:

- Centro comercial “El Bosque”.
- Centro comercial “Quicentro Shopping”, Av. De los Shirys y Av. Naciones Unidas.
- Centro comercial “Iñaquito”, Av. Río Amazonas y Av. Naciones Unidas.
- Centro de Quito, Calle Guayaquil.
- Centro de Quito, Calle Venezuela.
- Centro Comercial “Condado Shopping”, Condado.
- Matriz, Av. 10 de agosto N60-122 y Sta. Lucía.
- Centro Comercial “San Luís Shopping”, Sangolqui.
- Centro Comercial “ Recreo”, Recreo.
-

Cada punto de venta trabaja de modo independiente y tiene su propia red local con su servidor. Estos se conectan entre si por medio de la red del carrier SURATEL hacia la oficina matriz.

La red trabaja de forma correcta pero existen problemas referentes a direccionamiento y aplicaciones en la estación de trabajo. Por esto el proyecto

busca dar solución a este problema, rediseñando la red aplicando políticas de red para obtener una red óptima que funcione sin consumir muchos recursos.

Además se busca contar con enlaces propietarios con tecnología inalámbrica óptica FSO entre locales que sean aplicables, con el fin de evitar el uso del carrier y bajar costos de la WAN.

ÍNDICE GENERAL

CAPITULO **pag.**

1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA Y ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DE LA EMPRESA .. 2
1.1 REDES DE ÁREA LOCAL LAN 2
1.1.1 JERARQUÍA DE PROTOCOLOS 2
1.1.2 MODELOS DE REFERENCIA 4
1.1.3 CAPA APLICACIÓN 5
1.1.3.1 Protocolo Capa Aplicación 6
1.1.4 CAPA PRESENTACIÓN 7
1.1.5 CAPA SESIÓN 8
1.1.6 CAPA TRANSPORTE 8
1.1.6.1 Protocolo de Control de Transmisión (TCP) 9
1.1.6.1.1 Establecimiento y Terminación de Conexión de TCP 9
1.1.6.2 Protocolo de Datos de Usuario (UDP) 10
1.1.6.3 Números de Puerto 10
1.1.7 CAPA DE RED 11
1.1.7.1 Protocolo IPv4 12
1.1.7.2 Direccionamiento IP 13
1.1.8 CAPA DE ENLACE DE DATOS 15
1.1.8.1 Subcapa de capa Enlace de Datos 16
1.1.8.1.1 Subcapa Control lógico del Enlace (LLC) 17
1.1.8.1.2 Subcapa Control de Acceso al Medio (MAC) 17
1.1.8.2 Métodos de control de acceso al medio 18
1.1.8.3 Topologías 21
1.1.9 CAPA FÍSICA 24
1.1.9.1 Factores de diseño 24
1.1.9.2 Medios de transmisión 25
1.1.9.2.1 Medios Guiados 25
1.1.9.2.2 Medios Inalámbricos 30
1.1.9.3 Codificación 31
1.2 RED DE ÁREA LOCAL INALÁMBRICA WLAN 32
1.2.1 ARQUITECTURA DE ESTÁNDAR 802.11 32
1.2.2 TOPOLOGÍA 33
1.2.3 SERVICIOS DE REDES WLAN 34
1.2.4 CAPA FÍSICA 35
1.2.4.1 Dependiente del Medio Físico (PMD) 35
1.2.4.1.1 Espectro Extendido por saltos de frecuencia (FHSS) 35
1.2.4.1.2 Espectro Extendido por Secuencia Directa (DSSS) 36
1.2.4.1.3 Espectro Óptico 36
1.2.4.2 Procedimiento de Convergencia de la Capa Física (PLCP) 36
1.2.4.3 Subcapa Control de Acceso al Medio (MAC) 37
1.2.4.3.1 Trama MAC 38
1.3 TECNOLOGÍA FREE SPACE OPTICAL 41
1.3.1 FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMA DE TRANSMISIÓN FSO 41
1.3.1.1 Transmisor Óptico 42
1.3.1.1.1 Diodos Láser 43
1.3.1.2 Receptor Óptico 45
1.3.1.2.1 Diodos PIN 46
1.3.1.3 Fotodiodo Avalancha 46
1.3.1.4 Sistemas de rastreo y adquisición 47
1.3.1.4.1 Sistemas de autorastreo 48
1.3.1.4.2 Gimbals 48
1.3.1.4.3 Espejos direccionados 48
1.3.1.4.4 Sistemas micro electromecánicos 49

1.3.1.4.5 Detectores QUAD 49
1.4 INFLUENCIA DEL MEDIO EN LA PROPAGACIÓN DEL HAZ DE LUZ 50
1.4.1.1 Absorción atmosférica 50
1.4.1.2 Dispersión atmosférica 51
1.4.1.2.1 Dispersión de Rayleight 52
1.4.1.2.2 Dispersión de Mie 53
1.4.1.2.3 Visibilidad 54
1.4.1.2.4 Turbulencia 55
1.4.1.2.5 Cintilación 55
1.4.2 FACTORES QUE AFECTAN FSO 56
1.4.2.1 Línea de Vista 56
1.4.2.2 Distancia 56
1.4.2.3 Ancho de Banda 56
1.4.3 MARGEN DE ENLACE 57
1.4.3.1 Atenuación Geométrica 58
1.4.3.2 Atenuación atmosférica 59
1.4.3.3 Pérdidas del Sistema 59
1.4.4 SEGURIDAD Y CONFIDENCIALIDAD DE LA INFORMACIÓN 60
1.4.5 SEGURIDAD VISUAL 61
1.4.6 CONSIDERACIONES PARA LA INSTALACIÓN 62
1.4.7 APLICACIONES POTENCIALES 64
1.4.7.1 Soluciones Geográficas 64
1.4.7.2 Soluciones Aplicadas a redes 65
1.5 ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DE LA EMPRESA 66
1.5.1 ESTRUCTURA DE RED DE LA EMPRESA 66
1.5.2 RED LAN DE LA EMPRESA 67
1.5.2.1 Red Oficina Matriz 67
1.5.2.2 Equipos 68
1.5.2.3 Direccionamiento IP 73
1.5.2.4 Servicios de la red 73
1.5.2.5 Acceso a Internet 74
1.5.3 RED PUNTOS DE VENTA 76
1.5.3.1 Direccionamiento IP Puntos de Venta 76
1.5.3.2 Servicios redes Puntos de Venta 85
1.5.3.3 RED WAN 86
1.6 ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS DE LA RED 87
1.7 ANÁLISIS DEL TRÁFICO 88
1.8 ESTIMACIÓN DE TRÁFICO 90
1.8.1.1 Estimación de tráfico Oficina Matriz 90
1.8.1.1.1 Estimación de tráfico servicio Internet 90
1.8.1.1.2 Estimación de tráfico servicio Correo Interno 91
1.8.1.1.3 Estimación de tráfico de transacciones hacia puntos de venta 91
1.8.1.1.4 Estimación de tráfico de consultas a bases de datos 92
1.8.1.2 Estimación Punto de Venta 93
2 REDISEÑO DE LA RED 95
2.1 DESARROLLO DE LOS REQUERIMIENTOS DE LA RED 95
2.1.1 CREACIÓN DE VLAN 96
2.1.2 PLAN DE REDIRECCIONAMIENTO 97
2.1.2.1 Oficina Matriz 97
2.1.2.2 Puntos de Venta 101
2.1.3 CREACIÓN DE LISTAS DE ACCESO 101
2.1.4 POLÍTICAS EN LA RED 102
2.1.4.1 Seguridad 103
2.1.4.2 Administración 104
2.1.5 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE FSO 105
2.1.5.1 Análisis de distancias y alturas entre Puntos de venta y Oficina Matriz 105
2.1.5.2 Análisis de línea de vista entre Puntos de venta y Oficina Matriz 108
2.1.5.3 Calculo del Margen de Enlace 117
2.1.5.3.1 Potencia de emisión de señal (Pe) 117

2.1.5.3.2 Sensibilidad del receptor (Sr) 118
2.1.5.3.3 Calculo de Atenuación Geométrica (Aff $_{GEO}$) 118
2.1.5.3.4 Atenuación Atmosférica (Aff $_{ATM}$) 123
2.1.5.3.5 Pérdidas del sistema (P_{SIST}) 128
2.2 ESQUEMA DE RED PROPUESTO 131
2.3 REQUERIMIENTO DE EQUIPOS 134
2.3.1 EQUIPOS DE RED 134
2.4 SELECCIÓN DE EQUIPOS DISPONIBLES EN EL MERCADO 136
2.4.1 MODELOS DE SWITCH CAPA 2 OFICINA MATRIZ 137
2.4.2 MODELOS DE SWITCH CAPA 2 PUNTO DE VENTA 138
2.4.3 MODELOS DE SWITCH CAPA 3 139
2.4.4 MODELOS DE ROUTER 140
2.4.5 MODELOS DE ROUTER INALÁMBRICO 141
2.4.6 MODELOS DE EQUIPOS FSO 142

3 COSTOS REFERENCIALES DE LA RED 145
3.1 EQUIPOS DE RED 145
3.1.1 Oficina Matriz 145
3.1.2 Punto de venta con Enlaces FSO 146
3.1.3 Punto de venta sin Enlaces FSO 147
3.2 EQUIPOS FSO 147
3.3 INSTALACIÓN 147
3.3.1 Instalación de mástil enlace BOSQUE-CCI 148
3.3.2 Tendido de segmentos de fibra 150
3.4 LICENCIA 151
3.5 RESUMEN DE VALORES TOTALES 152
3.6 PLAN DE MIGRACIÓN 152
3.6.1 Administración de configuraciones y cambios 153
3.6.2 Administración de incidentes y problemas 153
3.6.3 Administración de liberaciones 154
3.6.4 Administración de Disponibilidad 154

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 158
4.1 CONCLUSIONES 158
4.2 RECOMENDACIONES 161
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 163
GLOSARIO DE TÉRMINOS 166
ANEXOS

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Modelo de transporte por medio del uso de capas	3
Figura 1.2	Relación entre capas en una interfaz	4
Figura 1.3	Comparación entre Modelo OSI y Modelo TCP/IP	5
Figura 1.4	Establecimiento de sesión de comunicación	9
Figura 1.5	Encapsulación de un segmento	11
Figura 1.6	Paquete IPv4	13
Figura 1.7	Porciones de una dirección IP	14
Figura 1.8	Campos de una trama	16
Figura 1.9	Subcapas capa Enlace de Datos	17
Figura 1.10	Rendimiento Aloha	19
Figura 1.11	Rendimiento Aloha Ranurado	20
Figura 1.12	Topología Bus	22
Figura 1.13	Topología Árbol	22
Figura 1.14	Topología Anillo	23
Figura 1.15	Topología Estrella	23
Figura 1.16	Topología Full mesh	24
Figura 1.17	Atenuación vs. Longitud de Onda para Fibra Óptica	28
Figura 1.18	Fibras Monomodo y Multimodo	29
Figura 1.19	Espectro Electromagnético	30
Figura 1.20	Arquitectura de redes Inalámbricas 802.11	34
Figura 1.21	Campo MAC	39
Figura 1.22	Campo Frame control	40
Figura 1.23	Espectro Emisor de Luz	43
Figura 1.24	Heteroestructura Fabry Perot	44
Figura 1.25	Diodo PIN	46
Figura 1.26	Imagen de Fotodiodo Avalancha	47
Figura 1.27	Absorción del haz de luz por el medio absorbente	51
Figura 1.28	Niebla presente en el ambiente principal contribuye a la dispersión de Mie	53
Figura 1.29	Cambio de dirección del haz de luz debido al diferente índice de refracciòn	55
Figura 1.30	Divergencia del haz de luz	58
Figura 1.31	Distancia del enlace entre los puntos lejanos	62
Figura 1.32	Cabezal FSO montado en una pared de una azotea	63

Figura 1.33	Cableado seguro de un cabezal FSO montado en una cornisa	63
Figura 1.34	Topología para sistemas FSO	64
Figura 1.35	Red de Datos empresa COMERCIAL ETATEX C.A	68
Figura 1.36	Rack de equipos networking y servers	72
Figura 1.37	Rack de equipos central telefónica análoga	72
Figura 1.38	Gráfica de Red IP/VPN para un cliente	75
Figura 1.39	Acceso a Internet por parte de la red Oficina Matriz	75
Figura 1.40	Red de datos Local BOSQUE	76
Figura 1.41	Red de datos Local QUICENTRO	77
Figura 1.42	Red de datos Local CCI	78
Figura 1.43	Red de datos Local CALLE GUAYAQUIL	79
Figura 1.44	Red de datos Local CALLE VENEZUELA	80
Figura 1.45	Red de datos Local RECREO	81
Figura 1.46	Red de datos Local PANANORTE	82
Figura 1.47	Red de datos Local REBAJA MODA NORTE	83
Figura 1.48	Red de datos Local SAN LUÍS	84
Figura 1.49	Red de datos Local CONDADO	85
Figura 1.50	Red WAN empresa COMERCIAL ETATEX C.A.	86
Figura 1.51	Tráfico que cursa desde un punto de venta hacia la oficina matriz	89
Figura 2.1	VLAN asignadas	97
Figura 2.2	Puntos de venta cercanos Norte - Centro de Quito	107
Figura 2.3	Puntos de venta cercanos Sur- Centro de Quito	107
Figura 2.4	Imagen tomada desde Centro Comercial CCI hacia el Centro Comercial Quicentro Shopping con acercamiento	109
Figura 2.5	Imagen de obstáculo a al altura del Centro Comercial El Bosque	110
Figura 2.6	Imagen de localización de cabezal Bosque - enlace Bosque - CCI	111
Figura 2.7	Imagen de obstáculo vista desde el Centro Comercial CCI	112
Figura 2.8	Imagen de localización de cabezal CCI - enlace Bosque - CCI	112
Figura 2.9	Imagen de obstáculo vista desde el Centro Comercial CCI	114
Figura 2.10	Imagen de línea de vista desde el Centro Comercial El Bosque hacia Oficina Matriz.	114
Figura 2.11	Imagen de línea de vista desde Oficina Matriz hacia Centro Comercial El Bosque Puente Supermaxi 10 de Agosto	115
Figura 2.12	Imagen de línea de vista desde Oficina Matriz hacia el Centro Comercial El Bosque	115
Figura 2.13	Imagen de localización de cabezal Bosque - enlace Bosque - Matriz	116

Figura 2.14	Imagen de punto intermedio en el enlace Bosque hacia Oficina Matriz	119
Figura 2.15	Distancia de haz óptico con obstáculo enlace entre puntos de venta CCI - Bosque	120
Figura 2.16	Distancia de haz óptico enlace entre puntos de venta CCI – Quicentro..125	121
Figura 2.17	Distancia de haz óptico enlace entre punto de venta Bosque – Aeropuerto	122
Figura 2.18	Distancia de haz óptico enlace entre Aeropuerto- Oficina Matriz	122
Figura 2.19	Gráfica de precipitación anual de la Ciudad de Quito	125
Figura 2.20	Gráfica de pronóstico metereológico diario de la Ciudad de Quito	125
Figura 2.21	Diagrama Lógico de red propuesto para la empresa Comercial Etatex C.A.	132
Figura 2.22	Diagrama Lógico de red propuesto para la Oficina Matriz de la empresa Comercial Etatex C.A.	133
Figura 3.1	Esquema de conexión y soporte del cabezal FSO para el repetidor Aeropuerto	146
Figura 3.2	Esquema de conexión y soporte del cabezal FSO	148
Figura 3.3	Esquema de montaje de mástil para soporte del cabezal FSO punto de venta Bosque	149
Figura 3.4	Imagen de fibra multimodo para cableado externo	150

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1	Código Internacional de Visibilidad	54
Tabla 1.2	Puntos de venta de la empresa cuidad de Quito	67
Tabla 1.3	Equipos Capa 2 en red de la Oficina Matriz	69
Tabla 1.4	Equipos Capa 3 en red de la Oficina Matriz	70
Tabla 1.5	Equipos Wireless Capa 3 en red de la Oficina Matriz	71
Tabla 1.6	Servidores en red de la Oficina Matriz	71
Tabla 1.7	Direcciones IP de la Oficina Matriz	74
Tabla 1.8	Direccionamiento IP Punto de Venta BOSQUE	76
Tabla 1.9	Direccionamiento IP Punto de Venta QUICENTRO	77
Tabla 1.10	Direccionamiento IP Punto de Venta CCI	78
Tabla 1.11	Direccionamiento IP Punto de Venta CALLE GUAYAQUIL	79
Tabla 1.12	Direccionamiento IP Punto de Venta CALLE VENEZUELA	80
Tabla 1.13	Direccionamiento IP Punto de Venta RECREO	81
Tabla 1.14	Direccionamiento IP Punto de Venta PANANORTE	82
Tabla 1.15	Direccionamiento IP Punto de Venta REBAJA MODA NORTE	83
Tabla 1.16	Direccionamiento IP Punto de Venta SAN LUÍS	84
Tabla 1.17	Direccionamiento IP Punto de Venta CONDADO	85
Tabla 1.18	Tráfico que cursa la red de la oficina matriz	88
Tabla 1.19	Tráfico Total estimado que cursará por la red	93
Tabla 2.1	Número de Host por área	98
Tabla 2.2	Direccionamiento de estaciones por secciones	100
Tabla 2.3	Distancias de puntos de venta hacia Oficina Matriz	106
Tabla 2.4	Distancias de subgrupos hacia Oficina Matriz	108
Tabla 2.5	Distancias entre puntos de venta de subgrupo Norte –Centro	108
Tabla 2.6	Atenuación geométrica entre enlaces de puntos de venta de subgrupo Norte –Centro	123
Tabla 2.7	Visibilidad para el Sector Centro Norte de Quito	126
Tabla 2.8	Atenuación Atmosférica entre enlaces de puntos de venta de subgrupo	128
Tabla 2.9	Atenuación del sistema entre enlaces de puntos de venta de subgrupo	129
Tabla 2.10	Margen de Enlace entre enlaces de puntos de venta de subgrupo Norte -Centro	130
Tabla 2.11	Enlaces Factibles entre enlaces de puntos de venta de subgrupo Norte –Centro hacia Oficina Matriz	131
Tabla 2.12	Características de equipos de red y FSO	135
Tabla 2.13	Comparación de Equipos Switch	137
Tabla 2.14	Comparación de Equipos Switch Capa 2	138

Tabla 2.15	Comparación de Equipos Switch Capa 3	139
Tabla 2.16	Comparación de Equipos Router	140
Tabla 2.17	Comparación de Router Inalámbricos	141
Tabla 2.18	Comparación de Equipos FSO	142
Tabla 2.19	Equipos utilizados en el rediseño de la red	143
Tabla 3.1	Detalle de valor de equipos networking utilizados en Oficina Matriz	146
Tabla 3.2	Detalle de valor de equipos utilizados en el Punto de venta	147
Tabla 3.3	Detalle de valor de equipos utilizados en enlaces FSO	147
Tabla 3.4	Detalle del valor de instalación de mástil en Punto de venta Bosque	150
Tabla 3.5	Detalle de valor de instalación para conectar cabezales a equipos networking en Puntos de venta	151
Tabla 3.6	Detalle de valor total del rediseño de red con el uso de enlaces FSO	152
Tabla 3.6	Actividades de Migración	155
Tabla 3.7	Cronograma de Actividades de Migración	156

CAPITULO 1

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA Y ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DE LA EMPRESA

CAPITULO 1

1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA Y ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DE LA EMPRESA

1.1 REDES DE ÁREA LOCAL LAN

Son redes de datos de alta velocidad y bajo nivel de errores, que tienen como función intercambiar información y compartir recursos (impresoras, discos duros, etc.) en un área geográfica relativamente pequeña (extensión entre 10 m a 1 Km.). Dentro de un grupo de trabajo conectará terminales, estaciones de trabajo y otros dispositivos de red.

Su funcionamiento como de cualquier red de comunicación es muy similar a una conversación entre dos personas, y consta de tres elementos infaltables. El primero es la fuente de información, el segundo el destino o el receptor, y el tercero es el canal de transmisión. Todas las redes cumplen con estos elementos que se encuentran en los cuatro componentes básicos que deben cumplir una red de datos, los cuales son:

- Reglas o acuerdos que gobiernan como los mensajes son enviados, dirigidos, recibidos e interpretados.
- Los mensajes o unidades de información que viajan de un dispositivo a otro.
- Los medios para interconectar dispositivos de red.
- Dispositivos de red que intercambian información unos con otros.

1.1.1 JERARQUÍA DE PROTOCOLOS

Realizar el diseño de una red es una tarea ardua, por lo cual se ha creado una serie de capas o niveles, que reducen la complejidad del diseño y el mantenimiento de la red. Estás capas están organizadas de tal manera, que la

capa inferior proporcione servicios a la capa superior, con el fin de transmitir datos de una estación a otra.

Este proceso ayuda a transmitir la información de un usuario de una capa a otra añadiendo la información suficiente para contar con un formato adecuado (secuencia de bits) que pueda transmitirse en un medio físico.

En la transmisión de datos entre diferentes estaciones, una capa n en la primera estación conversa con su par en la segunda estación, para establecer las reglas de transmisión de datos, este conjunto de estás reglas conforman los protocolos de capa n.

Los datos no se transmiten de una capa n a otra directamente, estos viajan hacia las capas inferiores para que lleguen a su par en la estación destino. Este proceso se logra mediante una interfaz entre cada capa la cual fija los servicios que ofrece la capa inferior a la superior, es decir que cada capa realiza funciones bien definidas, que ayuden a minimizar la cantidad de información que se transmite de una capa a otra.

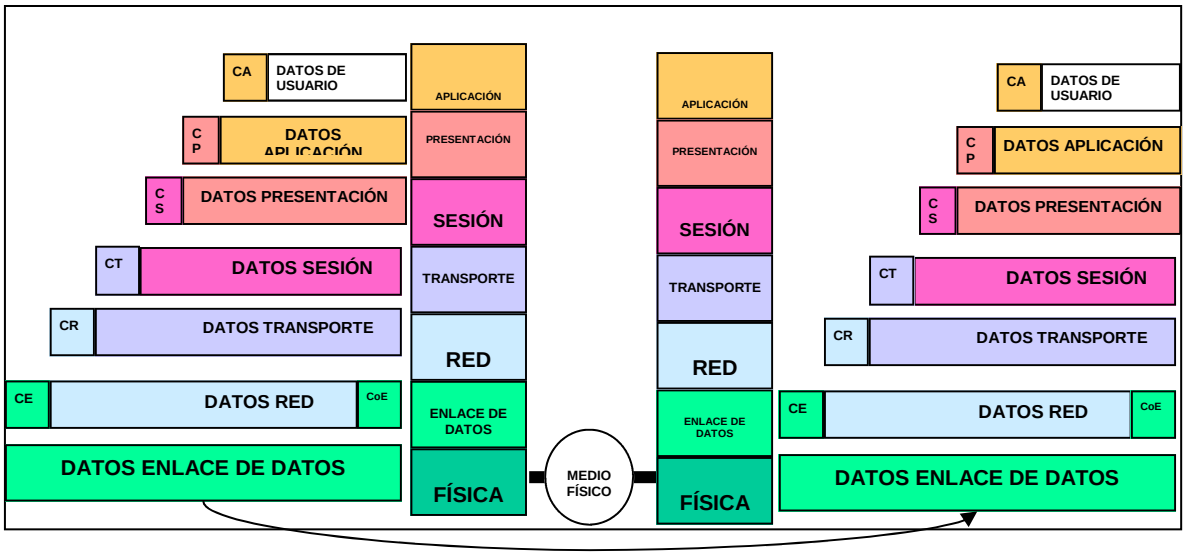


Figura 1.1 Modelo de transporte por medio del uso de capas. [2]

Los servicios de una capa son accedidos por una capa superior por medio de los SAP (Punto de Acceso de Servicio) los cuales cuenta con una dirección única. El intercambio de datos entre capas se lo hace bajo reglas establecidas por la interfaz, de esta manera la capa superior envía a la inferior una IDU (Unidad de Datos de Interfaz) por medio del SAP, está IDU consiste de un SDU (Unidad de Datos de Servicio) mas información de control.

Para cumplir con esta transferencia de información, se fragmenta al SDU en pedazos, a los cuales se le añade un encabezado donde se encuentra el protocolo de capa *n*, pasando a conforma una PDU (Unidad de Datos de Protocolo) que será recibida por su capa par en la estación destino.

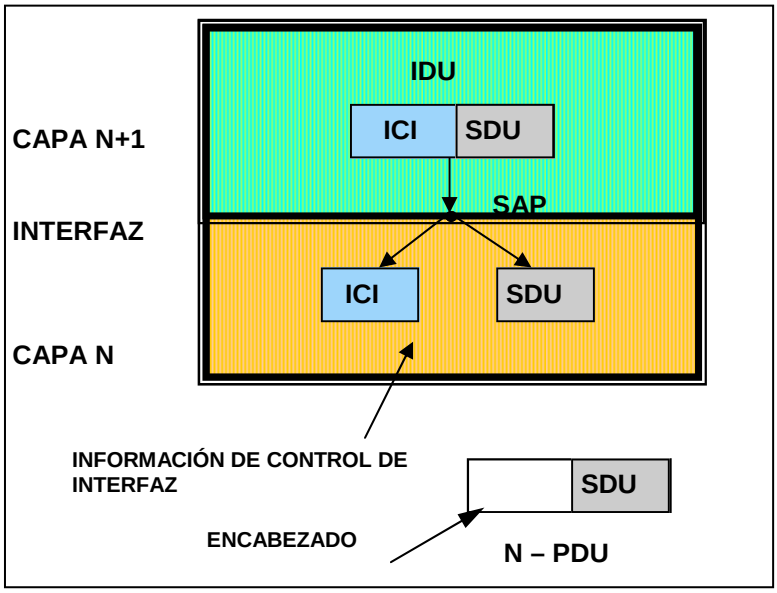


Figura 1.2 Relación entre capas en una interfaz. [1]

1.1.2 MODELOS DE REFERENCIA

Se tiene dos modelos de referencia como son: Modelo OSI y el modelo TCP/IP.

- ***Modelo OSI,*** creado por la Organización Internacional de Estandarización (ISO), está conformado por 7 capas, donde cada capa utiliza protocolos normalizados internacionalmente.

– ***Modelo TCP/IP,*** creado por la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzados (ARPA), está conformado de 4 capas. Siendo el modelo más utilizado actualmente.

Entre los dos modelos se tienen algunas capas muy similares y otras que son la unión de capas del modelo OSI como muestra la Figura 1.3.

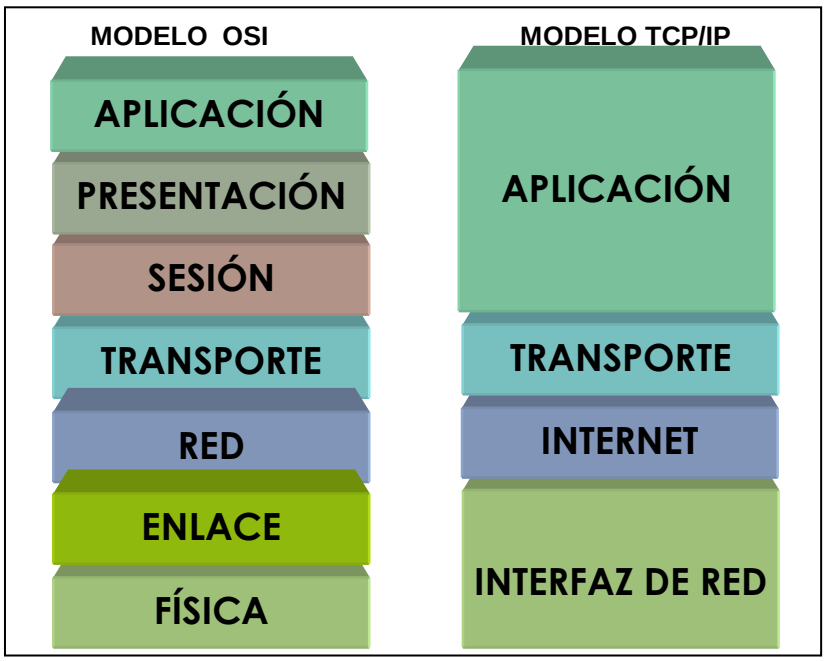


Figura 1.3 Comparación entre Modelo OSI y Modelo TCP/IP. [1]

De las capas que muestra la Figura 1.3, el usuario interactúa con la capa aplicación y la capa física. Pero si solo se explica estás dos capas, se daría una idea incompleta de la transmisión de datos, ya que cada capa cumple con un papel importante para llevar a cabo con este proceso.

1.1.3 CAPA APLICACIÓN

Es la capa superior del modelo TCP/IP, es la que proporciona la interfaz y servicios que soportan las aplicaciones del usuario, es decir suministra las herramientas que observa el usuario para transferencias de archivos, envío de

correos electrónicos, consulta de base de datos, programas de programación, acceso a información a otras redes, etc.

1.1.3.1 Protocolo Capa Aplicación

Los servicios que dispone la capa aplicación son manejados por sus distintos protocolos. Cada protocolo tiene un objetivo específico y contiene características requeridas para cumplir con su propósito. Las aplicaciones y servicios usan múltiples protocolos en el curso de una conversación simple, es decir un protocolo se encarga de especificar como establecer la comunicación y otro describe el proceso de transferencia de los datos. Los protocolos de la capa de aplicación son los siguientes:

- ***Sistema de nombres de dominio (DNS),*** debido a que los dispositivos de red tienen direcciones lógicas o IP, y al igual los sitios de Internet. Este protocolo ayuda a encontrar sitios Web sin utilizar la dirección IP por medio de los dominios de red, como por ejemplo para encontrar la página del Tribunal Supremo Electoral digitamos solo www.tse.gov.ec y no su dirección IP. El servicio DNS facilita el cambio de direcciones IP en una entidad sin que está pierda su nombre de dominio.

- ***Protocolo de Transferencia de Hiper Texto (HTTP),*** este protocolo es utilizado a través de WWW para transferencia de datos. Cuando un usuario accede por medio de un Web browser accede a una página Web, el protocolo HTTP define los tipos de mensajes que el cliente usa para hacer un pedido de página y los mensajes de respuesta que envía el servidor. Estos mensajes son: GET para pedir páginas a un servidor Web; POST y PUT para enviar mensajes que cargan datos en el servidor de Web.

- ***Protocolo Sencillo de Transferencia de Correo y Protocolo de Oficina Postal de Correo (SMTP y POP3),*** el protocolo SMTP es utilizado para enviar mensajes de un cliente (usuario transmisor) hacia un servidor (usuario receptor) estableciendo una conexión TCP. El protocolo POP3

permite al usuario extraer mensajes almacenados en un servidor de correo, al instalar una sesión.

- ***TELNET,*** este protocolo permite un acceso remoto de equipos que tengan direccionamiento IP. Telnet proporciona un método para emular dispositivos terminales sobre la red, mediante una conexión denominada sesión VTY terminal virtual, es decir no está conectado físicamente a un servidor o dispositivo de red.

- ***Protocolo de configuración dinámica de Host (DHCP),*** este protocolo permite tener asignación automática de direcciones IP a las estaciones conectadas a la red. El servicio DHCP asigna una dirección IP a una estación temporalmente, es decir una estación que nuevamente se conecta es muy improbable que se le asigne la misma dirección.

- ***Protocolo de Transferencia de Archivos (FTP),*** el protocolo FTP permite que un cliente en cualquier lugar de Internet establezca una sesión y descargue archivos de un servidor FTP. La transferencia de archivos requiere dos conexiones entre el cliente y el servidor. En primer lugar se establece una conexión de control de tráfico, en la cual el cliente envía peticiones que son contestadas por el servidor. Una vez establecida la conexión de control de tráfico se establece la conexión de transferencia y así puede descargar archivos el cliente.

1.1.4 CAPA PRESENTACIÓN

Esta capa es considerada la traductora del modelo OSI, ya que toma los datos de la capa aplicación y los convierte en un formato genérico que puede ser leído por una estación. Además se encarga de cifrar los datos y comprimirlos reduciendo su tamaño, este es el formato base que viaja por todas las capas, sin embargo cada capa añade a este formato de datos información para que pueda ser transmitida por el medio físico.

1.1.5 CAPA SESIÓN

Es la quinta capa de modelo OSI, se encarga de establecer, gestionar y finalizar el enlace de comunicación entre la estación emisora y receptora.

Una vez establecida la sesión, está capa se encarga de proveer puntos de sincronización que se introducen a lo largo de la sesión y permiten devolver la sincronización en caso de interrumpirse la comunicación. Está capa utiliza dos formas de establecer una comunicación:

- **Comunicación Orientada a conexión:** en esta comunicación las estaciones participantes establecen el camino entre el origen y destino antes de transmitir los datos. De este modo se recibe una confirmación de esta transmisión desde el destino. Esta conexión debe ser liberada al terminar la transmisión.

- ***Comunicación no orientada a conexión:*** en está comunicación no se establece un camino entre el origen y el destino. Es utilizada para transmitir datos que pueden tolerar retardos.

1.1.6 CAPA TRANSPORTE

La capa transporte es la responsable de transferir los datos producidos por la capa sesión entre estaciones que establecen una conexión extremo – extremo. Los datos de la capa sesión deben ser entregados sin errores y en un perfecto orden, así en caso de producirse un error la información sea retransmitida.

La capa de transporte establece, mantiene y termina la comunicación entre dos estaciones, para esto utiliza los protocolos TCP y UDP.

1.1.6.1 Protocolo de Control de Transmisión (TCP)

Es un protocolo de comunicaciones que provee transferencia de datos confiable. Además es responsable de ensamblar los datos de la capa sesión en segmentos y de asegurarse que estos datos sean transferidos correctamente.

1.1.6.1.1 Establecimiento y Terminación de Conexión de TCP

El protocolo TCP utiliza una conexión previa para intercambiar datos, utilizando un saludo de tres vías de la siguiente manera:

1. El cliente envía un segmento con un valor de secuencia inicial, con el cual solicita iniciar una sesión al servidor.

2. El servidor responde con una confirmación (ACK) con un valor de secuencia más uno, éste número de secuencia informa al cliente que el segmento enviado ha sido recibido por el servidor.

3. El cliente responde con un confirmación con un valor de secuencia más uno al servidor, de está manera queda establecida la sesión.

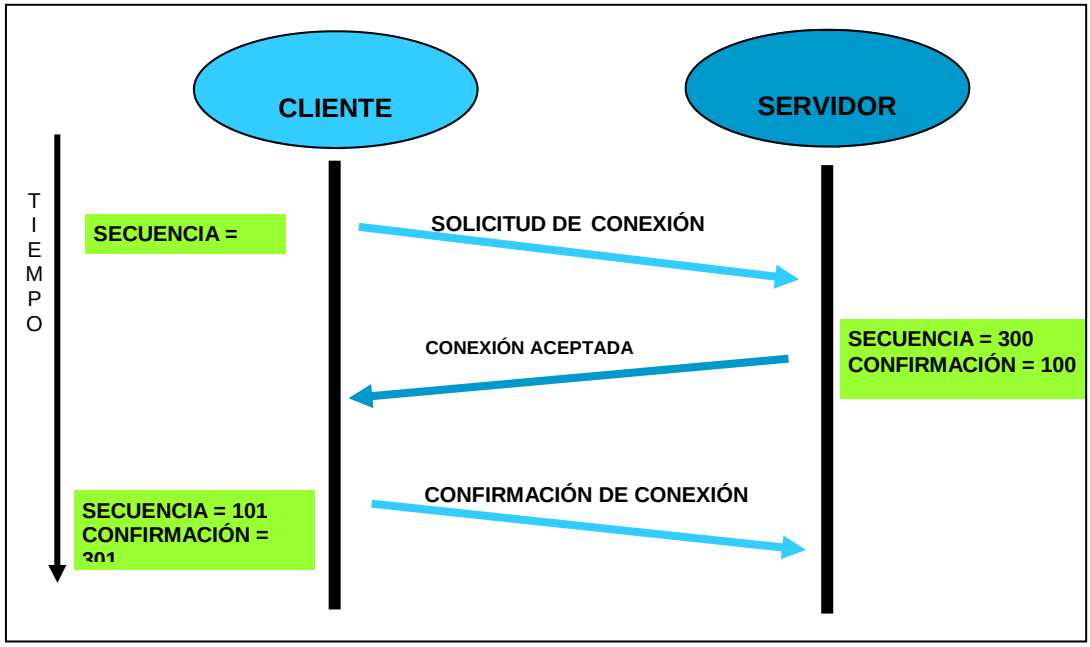


Figura 1.4 Establecimiento de sesión de comunicación. [3]

1.1.6.2 Protocolo de Datos de Usuario (UDP)

Es un protocolo no orientado a conexión que proporciona a los programas de aplicación acceso directo al envío de paquetes. De este modo permite a las aplicaciones intercambiar mensajes con un mínimo de supervisión por parte del protocolo.

Este protocolo se usa principalmente en:

- Envío de pequeñas cantidades de datos, pues seria más costoso supervisar el establecimiento de conexiones y asegurar un envío fidedigno que retransmitir el conjunto de datos completo.

- Aplicaciones que se ajustan al modelo *"pregunta-respuesta".* La respuesta se puede usar como una confirmación a la pregunta. Si no se recibe respuesta, en un cierto periodo de tiempo, la aplicación, simplemente, vuelve a enviar la pregunta.

- Aplicaciones que tienen su propio sistema de verificar que el envío de datos ha sido fidedigno y no requieren este servicio de los protocolos de la capa de transporte.

1.1.6.3 Números de Puerto

Para que la capa transporte pueda enviar e identificar las diferentes aplicaciones y servicios disponibles para el usuario. Asigna una dirección conocida como número de puerto, así la capa transporte puede generar una conversación multiplexada, es decir varias comunicaciones por un mismo medio. Los números de puerto son designados por la IANA (Internet Assigned Numbers Authority). Existen varios tipos de números de puerto como:

- ***Puertos bien conocidos:*** son números asignados a algunos protocolos y servicios, están en el rango de 0 al 1023, por ejemplo HTTP puerto 80.

– ***Puertos registrados:*** son números asignados a aplicaciones del cliente, están en el rango de 1024 al 49151.

– ***Puertos privados:*** son números que se asigna a un cliente cuando inicia una conexión, están en al rango de 49152 al 65535.

1.1.7 CAPA DE RED

La capa de red provee el encaminamiento de los paquetes de datos desde su origen hasta su destino. Para realizar el enrutamiento de los paquetes esta capa debe examinar la topología de la red, para determinar la mejor ruta que deberá recorrer el paquete para llegar a su destino.
La capa de red tiene mecanismos para direccionar dispositivos finales, si un paquete es enviado a un dispositivo final, éste debe tener una única dirección. Además encapsula los datos de la capa transporte (segmentos) añadiéndoles una información una cabecera o Header.

En este punto cambia el segmento a ser un paquete, como se muestra en la Figura 1.5.

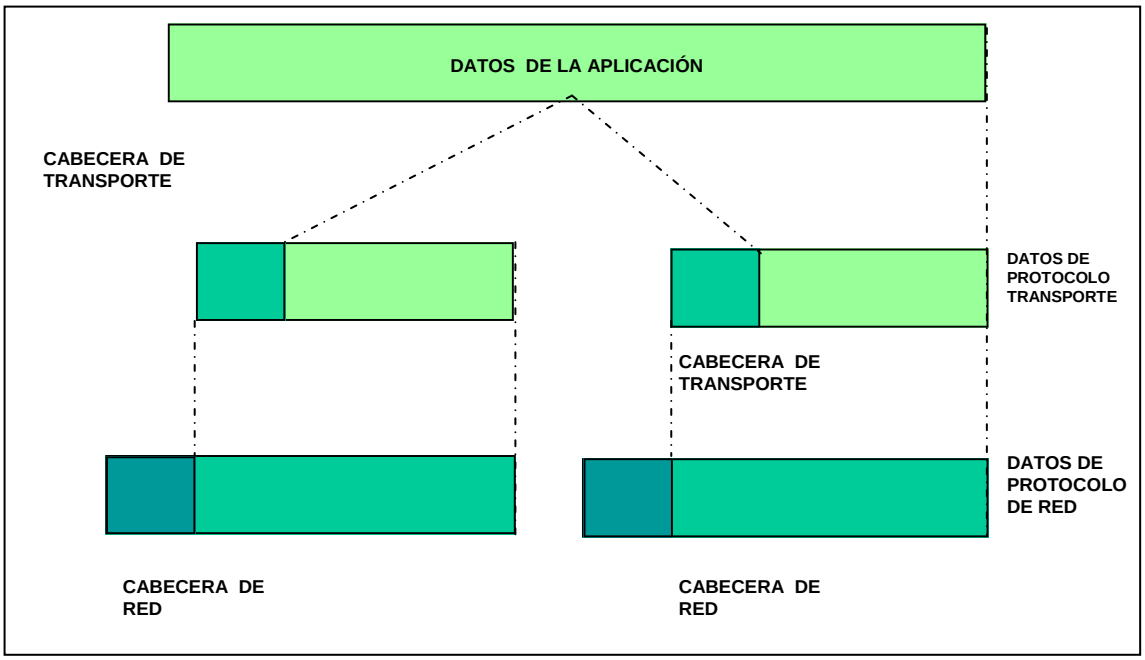


Figura 1.5 Encapsulación de un segmento. [2]

1.1.7.1 Protocolo IPv4

El protocolo IPv4 es uno de los más utilizados y aún en vigencia. El protocolo IPv4 tiene las siguientes características básicas:

- No establece una conexión antes de enviar los paquetes de datos.
- Es un protocolo del "mejor esfuerzo", con un bajo overhead que garantiza la entrega de los paquetes.
- Es independiente del medio, es decir puede ser utilizado en medios cableados o inalámbricos.

La cabecera del Paquete IPv4, se compone de los siguientes elementos como:

- ***Dirección IP fuente***: esta dirección es un grupo de 32 bits, que sirve para identificar a la estación que envía el paquete.
- ***Dirección IP destino:*** al igual que la dirección IP fuente, es un grupo de 32 bits, que identifica a la estación que recibirá el paquete.
- ***Versión:*** la versión puede ser 4 o 6.
- ***Longitud del encabezado***: en palabras de 4 bytes. En paquete básico=5 indicando un encabezado de 20 bytes.
- ***Longitud total del datagrama:*** tamaño máximo del paquete 64KByte.
- ***Tiempo de vida (TTL):*** son 8 bits que indican el número de saltos máximos que puede tener un paquete.
- ***Tipo de servicio (ToS):*** son 8 bits que indican la prioridad que tiene el paquete.
- ***Identificador:*** asignado por la fuente. Se utiliza al reensamblar los fragmentos.
- ***Más Fragmentos (MF):*** bit activo que permite saber que se enviará otro paquete, en el último paquete que se transmite este es cero.
- ***Ubicación de Fragmento:*** indica la ubicación del fragmento respecto al paquete original.

- ***No fragmentar (DF):*** para forzar la no fragmentación, en el caso que la información a transmitir sea de menor tamaño.
- ***Longitud total del datagrama:*** tamaño máximo del paquete 64KByte.
- ***Protocolo:*** son 8 bits que indican que clase de protocolo tiene el payload del paquete ICMP (1), IP (4), TCP (6), UDP (17).
- ***Chequeo de Cabecera:*** verifica solo el encabezado. Si no coincide se descarta el paquete.
- ***Opciones:*** la implementación no está obligada a generar opciones pero si a interpretarlas.

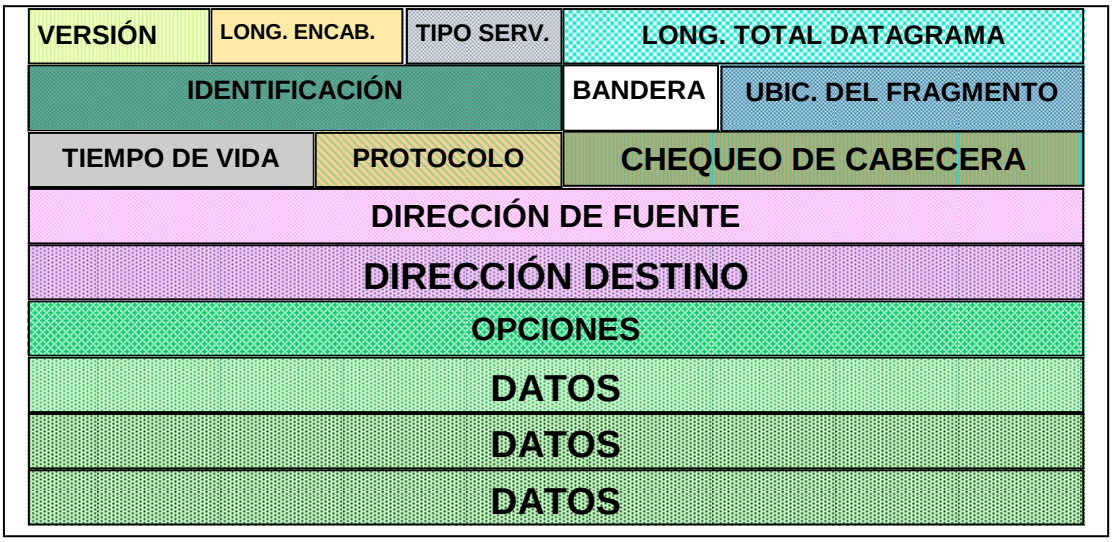


Figura 1.6 Paquete IPv4. [3]

1.1.7.2 Direccionamiento IP

Para que un paquete de datos pueda llegar a su destino, necesita saber cual es la dirección lógica fuente y destino, estas direcciones son únicas en cada uno de los elementos de red. Una dirección IP contiene 32 bits en forma binaria siendo muy difícil de recordar, por lo cual se cuenta con una notación decimal.

Notación binaria: 10101100000100000000010000010100

Notación decimal: 172.16.4.20

La dirección IP se compone de dos partes, la primera es la porción de red que en todos los elementos que pertenecen a la red es la misma, y la segunda es la porción de host que debe ser única en cada elemento de red. Estas porciones de red pueden ser determinadas mediante la operación AND entre la dirección y la mascara de subred. La Figura 1.7 muestra las porciones de la dirección IP y la operación AND.

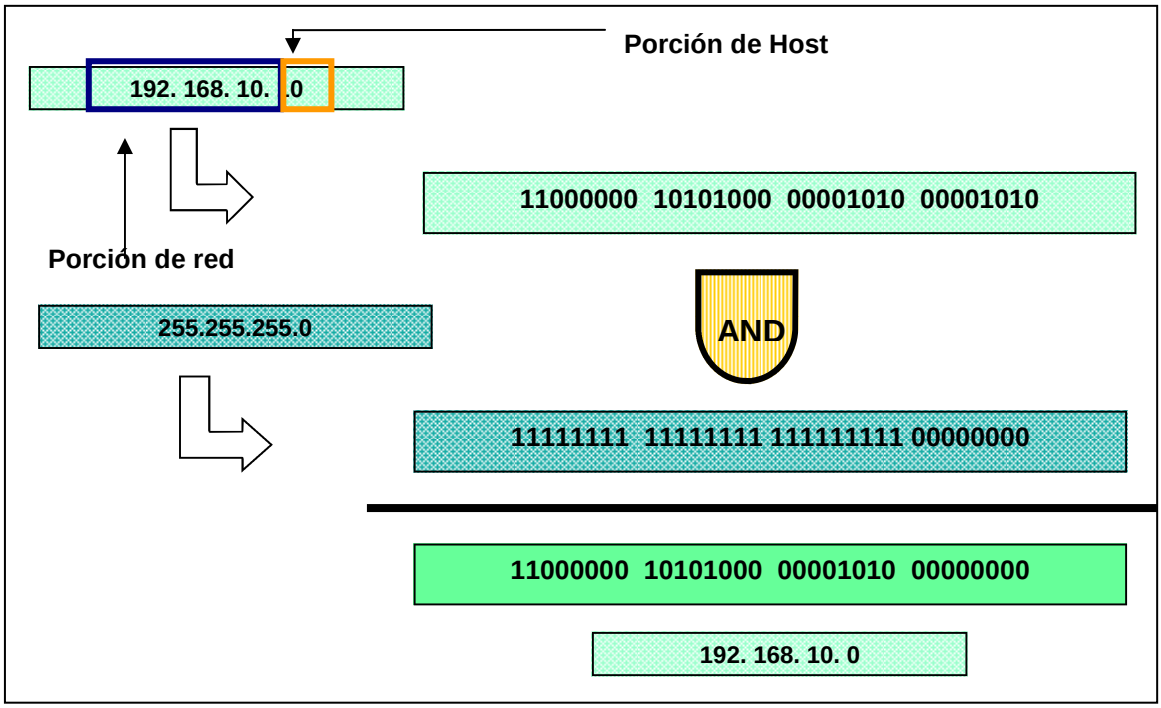


Figura 1.7 Porciones de una dirección IP. [3]

La dirección IP se divide en cuatro bloques de 8 bits por lo tanto pasando a una notación binaria se tiene un rango del 0.0.0.0 al 255.255.255.255, este rango tiene las siguientes clases:

- Clase A, Direcciones de host , en el rango de 1.0.0.0 al 126.255.255.255 con submáscara de red 255.0.0.0

- Clase B, Direcciones de host, en el rango de 127.0.0.0 al 191.255.255.255 con submáscara de red 255.255.0.0

- Clase C, Direcciones de host , en el rango de 192.0.0.0 al 223.255.255.255 con submáscara de red 255.255.255.0

- Clase D, Direcciones Multicast, en el rango de 224.0.0.0 al 239.255.255.255 con submáscara de red 255.0.0.0

- Clase E, Direcciones Experimentales, en el rango de 240.0.0.0 al 255.255.255.254 con submáscara de red 255.0.0.0

Del rango de direcciones se subdivide en dos tipos de direcciones: privadas y públicas. Las primeras son utilizadas en redes privadas y pueden repetirse en muchas redes privadas, tiene los siguientes rangos:

10.0.0.0 a 10.255.255.255 submáscara de red 255.0.0.0 (10.0.0.0 /8)
172.16.0.0 a 172.31.255.255 submáscara de red 255.240.0.0 (172.16.0.0 /12)
192.168.0.0 a 192.168.255.255 submáscara de red 255.255.0.0 (192.168.0.0 /16)

Las direcciones públicas son todas las restantes direcciones de estaciones asignadas, estás direcciones están designadas para ingresar a Internet y no pueden repetirse.

1.1.8 CAPA DE ENLACE DE DATOS

Está capa se encarga de desplazar los datos por el enlace físico hasta la estación destino y detectar posibles errores que puedan ocurrir en el mismo. Los datos enviados por la capa de red son colocados en tramas, las cuales cuentan con un encabezamiento que contiene la dirección fuente y destino, además de contar con un Chequeo de Redundancia Cíclica (CRC) al final de la trama, el cual ayuda a comprobar si la trama tiene errores. El CRC es un valor que es calculado tanto en la estación fuente como destino, si estos valores coinciden la trama no tiene errores.

Los campos que contienen la cabecera y la cola son:

- ***Indicadores de comienzo y final de trama:*** indican cuando comienzo una trama y el final de ésta.
- ***Dirección:*** indica la dirección física de la trama
- ***Tipo:*** indica que tipo de PDU contiene la trama: Control, Administración o Datos.
- ***Calidad:*** muestra la información de control de la trama.
- ***Datos:*** llamado también payload, son datos de capa de red.

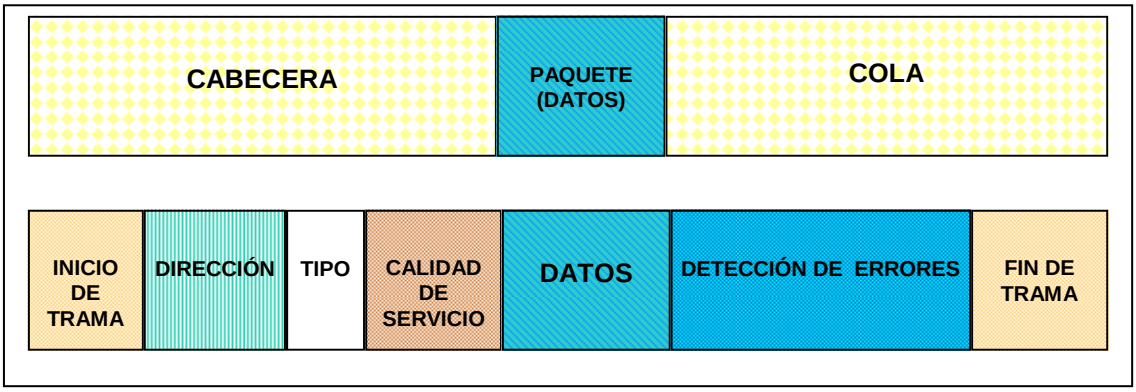


Figura 1.8 Campos de una trama. [2]

1.1.8.1 Subcapa de capa Enlace de Datos

La capa Enlace de Datos se subdivide en dos capas:

- Control Lógico del Enlace (LLC)
- Control de Acceso al Medio (MAC)

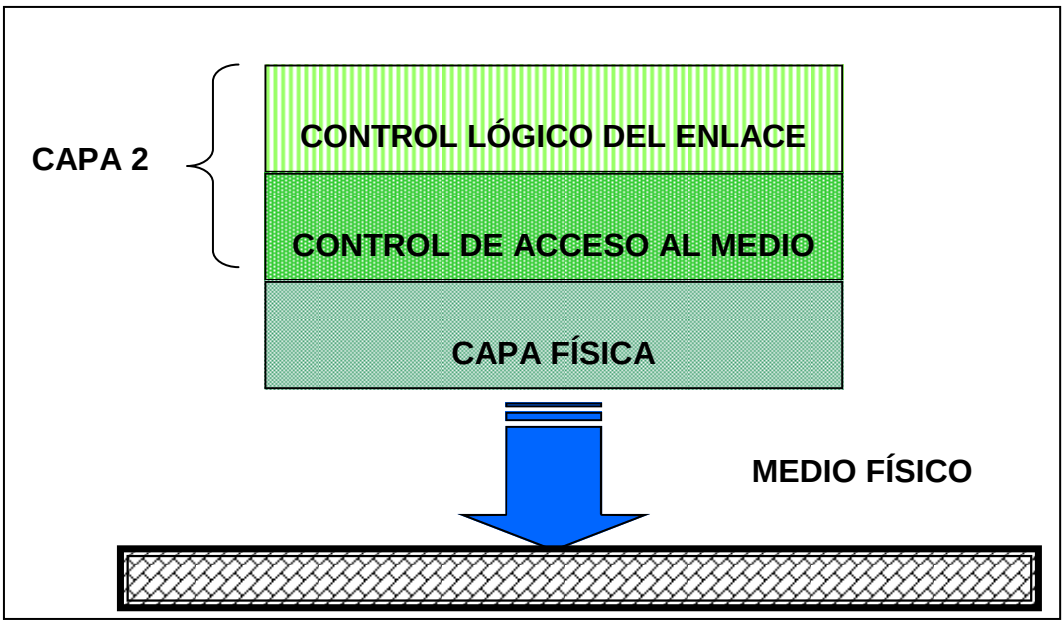


Figura 1.9 Subcapas capa Enlace de Datos. [3]

1.1.8.1.1 Subcapa Control lógico del Enlace (LLC)

Permite establecer y mantener el enlace entre las estaciones origen y destino cuando los datos se desplazan por el entorno físico, además proporciona puntos de acceso (SAP), a los que otras estaciones que envíen información puedan referirse y utilizar para comunicarse con las capas superiores. La subcapa LLC define dos tipos de operación:

- ***Operación sin conexión*:** los datos se intercambian entre LLCs sin antes establecer una conexión. Mínima complejidad del protocolo.

- ***Operación con conexión*:** los datos para ser intercambiados necesitan establecer una conexión entre dos LLCs.

1.1.8.1.2 Subcapa Control de Acceso al Medio (MAC)

La Subcapa MAC determina la forma en que las estación se comunican dentro de la red, y como una estación puede acceder al medio físico y enviar los datos.

1.1.8.2 Métodos de control de acceso al medio

El acceso al medio en una red que comparte el mismo medio de transmisión es muy complicado. Por este motivo se han creado varios métodos para que exista un correcto uso del medio. La contención, es un sistema que todas las estaciones tienen la libertad de transmitir, por lo que se debe evitar al máximo colisiones, tiene estos métodos:

- ***ALOHA*:** la estación transmite en cuanto tiene información. Si se produce alguna colisión se retransmite la información inmediatamente. Para evitar que la retransmisión produzca nuevas colisiones, las estaciones emplean un tiempo de retransmisión aleatorio, pero la probabilidad de colisión aumenta con una nueva colisión. Al analizar este modelo se tiene que el proceso de llegada de nuevos paquetes y de paquetes retransmitidos sigue una distribución de Poisson.

$$P[k \quad transmisión \quad en \quad 2X \quad segundos] = \frac{(2G)}{k!} e^{-2G} \qquad \text{k=0, 1, 2, 3…}$$

donde ***k:*** número de veces que se retransmite un paquete.

G: velocidad de llegada total de paquetes [unidades de paquetes/ X segundos].

X: tiempo de salida y llegada del paquete al destino.

Así el rendimiento del sistema ***S*** es igual a la velocidad de llegada total por la de una transmisión con éxito [unidades de paquete/ X segundos].

$$S = G \cdot P\left[no \quad colisión \right] = G \frac{(2G)^0}{0!} e^{-2G}$$

$$S = G \cdot P\left[no \quad colisión \right]$$

$$S = G \cdot P\left[0 \quad transmisiones \quad extras \quad en \quad 2X \quad seg. \right] \quad \text{Ecuación (1.1)}$$

$$S = G\frac{(2G)^0}{0!}e^{-2G}$$

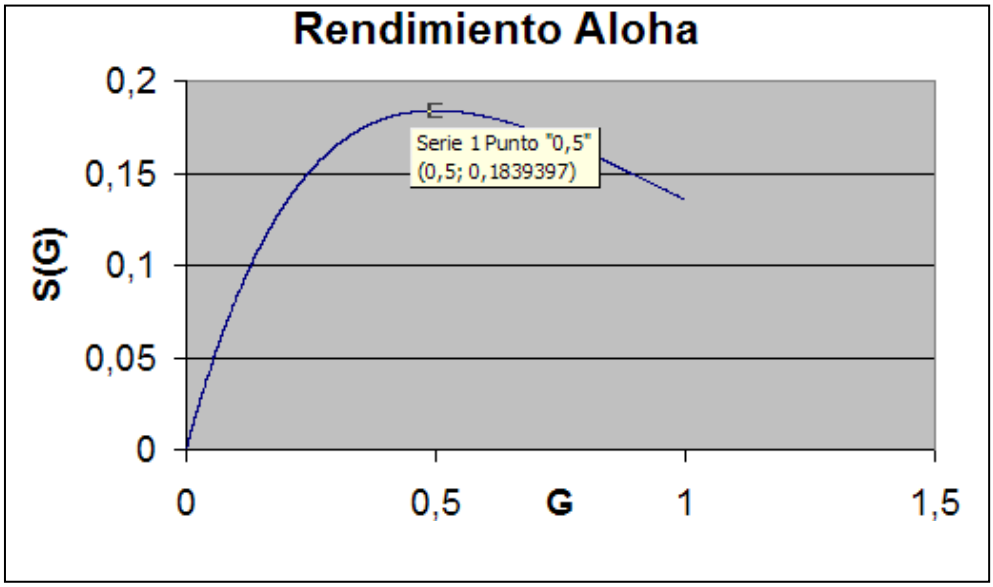


Figura 1.10 Rendimiento Aloha. [17]

La Figura 1.10 muestra que al alcanzar el valor 1/2 de G su rendimiento será de un 18.4% máximo.

– ***ALOHA RANURADO:*** mediante este método se reduce las colisiones obligando a la estación a transmitir de forma sincronizada. Las estaciones solo pueden transmitir al final de una ranura de tiempo, así la probabilidad de nuevos paquetes es $P[k \quad transmisión \quad en \quad X \quad segundos] = \frac{(G)}{k!}e^{-G}$, ya que las estaciones transmiten en forma sincronizada.

$$S = G\frac{(G)}{k!}e^{-G}$$

Ecuación (1.2)

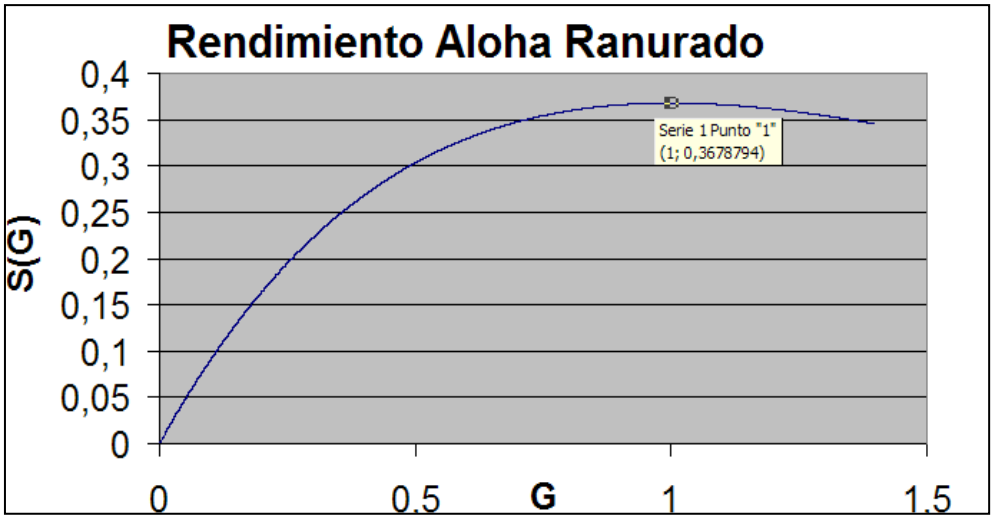


Figura 1.11 Rendimiento Aloha Ranurado. [17]

De igual forma, la Figura 1.11 muestra que al alcanzar G el valor de 1 su rendimiento será de un 36.8% máximo.

– ***Acceso al Medio por Censado de Portadora (CSMA):*** este método permite evitar las transmisiones que pueden causar colisiones. Una estación realiza un sondeo en busca de una señal portadora que indica que se está llevando a cabo una transmisión, y así evitar transmitir hasta que acabe la misma. En el caso de producirse una colisión las estaciones involucradas inician un algoritmo de backoff para poder elegir un instante posterior para sondear el canal.

Tras una colisión el tiempo se divide en ranuras de longitud igual al peor tiempo de propagación, el algoritmo de backoff permite escoger aleatoriamente una ranura de tiempo en un rango definido por $2^K - 1$, donde **K:** el número de colisiones que ha sufrido la estación**.**

El fin de ampliar el rango es contar con una mayor probabilidad de que una retransmisión se lleve a cabo con éxito.

- ***Acceso al Medio por Censado de Portadora por detección de colisiones (CSMA/CD*)**: las estaciones censan el canal de transmisión para detectar si ha ocurrido una colisión. Si ocurre una colisión las estaciones involucradas envían una señal de jamming, la cual indica a las demás estaciones que ha ocurrido una colisión. La estación que colisiona espera un tiempo aleatorio para volver a transmitir.

- ***Acceso al Medio por Censado de Portadora por evitar colisiones CSMA/CA:*** la estación que desea transmitir escucha el canal, si está libre comienza a transmitir, caso contrario espera un intervalo aleatorio y comienza a escuchar nuevamente el canal. Este método es utilizado por las redes WLAN.

1.1.8.3 Topologías

Se cuenta con diferentes topologías para las redes de datos, así se tiene:

- ***Topologías en bus:*** en esta topología todas las estaciones se encuentran conectadas directamente a través de interfaces físicas llamadas tomas de conexión a un medio de transmisión lineal. Se permite la transmisión full-duplex y circula en todas direcciones a lo largo del bus, pudiendo cada estación recibir o transmitir. Hay terminales a cada extremo del bus para que las señales no reboten y vuelvan al bus.

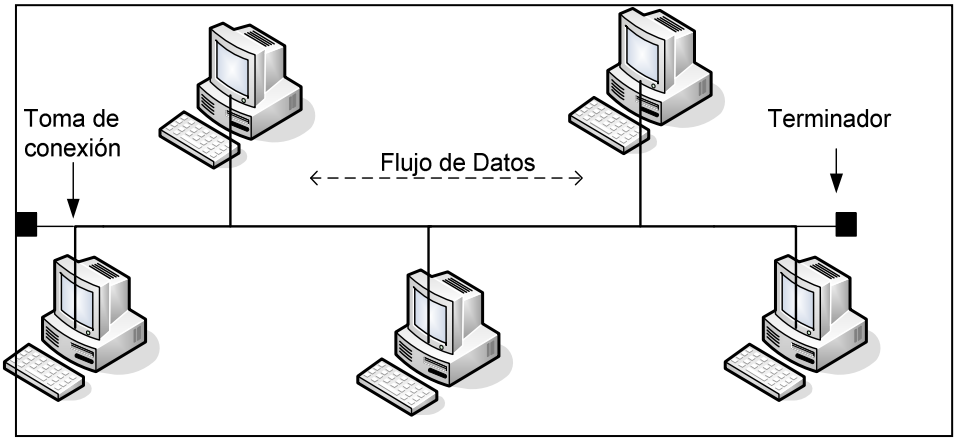


Figura 1.12 Topología Bus. [2]

– ***Topologías en árbol:*** la topología en árbol es similar a la de bus, pero se permiten ramificaciones a partir de un punto llamado raíz, aunque no se permiten bucles.

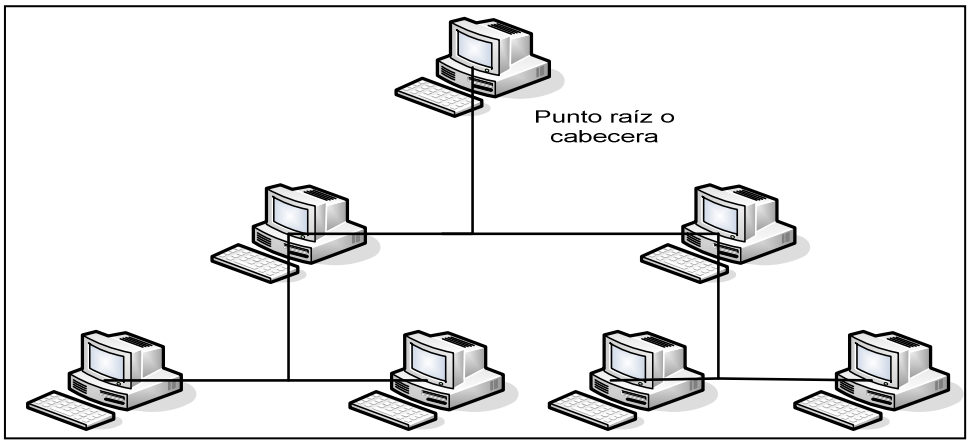


Figura 1.13 Topología Árbol. [2]

– ***Topologías en anillo:*** la red consta de una serie de repetidores que están conectados unos a otros en forma circular. Cada estación está conectada a un repetidor, el cual pasa información de la red a la estación y de la estación a la red. La trama circula por el anillo en una sola dirección, hasta que alcanza la estación origen donde es eliminada. La estación destino copia la trama y la envía nuevamente a la red.

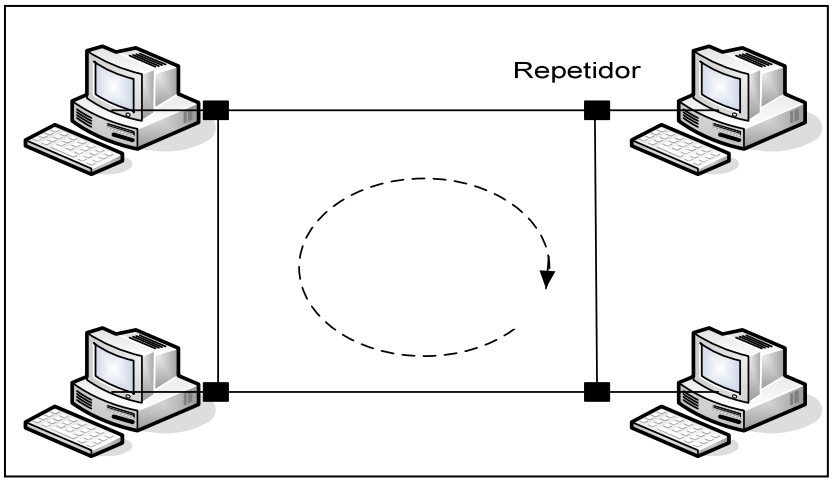


Figura 1.14 Topología Anillo. [2]

– ***Topologías en estrella:*** en este caso, se trata de un nodo central del cual salen los cableados para cada estación. Las estaciones se comunican unas con otras a través del nodo central. Hay dos formas de funcionamiento de este nodo como:

- Solo retransmitir las tramas que le llegan, en cuyo caso, la red funciona igual que un bus.

- Repetidor de tramas, pero sólo las repite al destino tras haberlas almacenado.

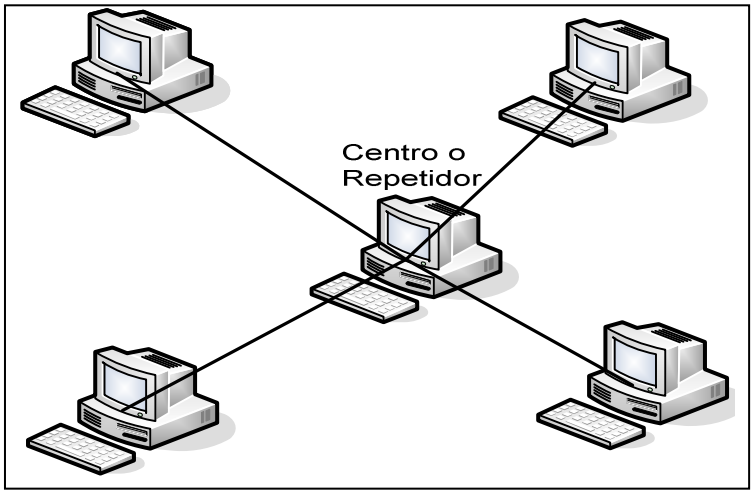


Figura 1.15 Topología Estrella. [2]

– ***Topología en Full Mesh:*** en esta topología las estaciones se encuentran conectadas unas a otras. Mediante esta conexión se cuenta con varios caminos de backup, en el caso de ocurrir un corte en el medio de transmisión.

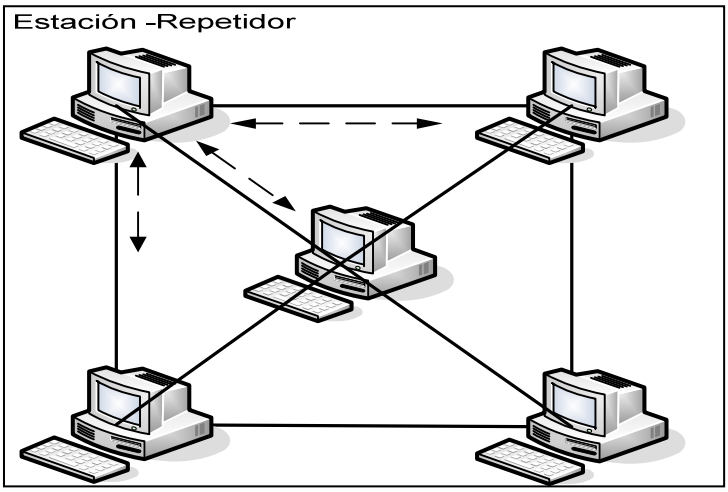


Figura 1.16 Topología Full mesh. [2]

1.1.9 CAPA FÍSICA

La capa física recibe las tramas procedentes de la capa de enlace y las convierte en una secuencia única de bits que pueden transmitirse en el medio físico. Esta capa se ocupa de los aspectos mecánicos, funcionales, eléctricos y de procedimientos requeridos para la transmisión de datos.

1.1.9.1 Factores de diseño

La característica de capacidad de llevar datos es propia de cada medio, ésta puede ser medida de tres formas:

– ***Ancho de Banda Digital:*** es la medida de una cantidad de información que puede fluir de un lugar a otro en una cantidad de tiempo dado.

- ***Throughput:*** es la medida de transferir bits a través del medio sobre un periodo de tiempo dado.
- ***Goodput***: es la medida de datos usables transferidos sobre un periodo de tiempo dado, convirtiéndose en la medida de mayor interés al conectar una red a los usuarios [3].

1.1.9.2 Medios de transmisión

Los medios de transmisión son los canales físicos por los cuales podemos transmitir los datos generados en una estación a otra. Se cuenta con dos tipos de medios de transmisión:

- ***Guiados:*** si las ondas electromagnéticas van encaminadas a lo largo de un camino físico
- ***No guiados:*** si el medio es sin encauzar.

1.1.9.2.1 Medios Guiados

Los medios de cobre son seleccionados por su capacidad y confiabilidad. Son los siguientes tipos:

- ***Par trenzado:*** es el medio guiado más económico, más antiguo y más ampliamente utilizado. Consiste en un par de cables, cada uno con su aislante que están enrollados entre si formando una trenza. La utilización del trenzado tiende a disminuir la interferencia electromagnética entre pares adyacentes.

  Este tipo de medio es el más utilizado debido a su bajo coste (se utiliza mucho en telefonía) pero su inconveniente principal es su baja velocidad de transmisión y su corta distancia de alcance.

Con estos cables, se pueden transmitir señales analógicas o digitales. Es un medio muy susceptible a ruido y a interferencias. Para evitar estos problemas se suele trenzar el cable con distintos pasos de torsión y recubrir con una malla externa para evitar las interferencias. En redes de computadoras se tiene dos tipos de par trenzado.

– ***Cable STP (Shielded Twisted Pair):*** este cable cuenta con una pantalla o malla protectora para reducir aún más las interferencias. Debido a que esta malla es parte del cable STP debe ser puesta a tierra, ya que caso contrario funciona como una antena que absorbe señales eléctricas de otros hilos, siendo esta una desventaja para su instalación. Además el blindaje incrementa el diámetro del cable y el peso, por esta razón no es muy difundido.

– ***Cable UTP (Unshielded Twisted Pair):*** este cable no cuenta con blindaje, por esta razón es muy vulnerable al ruido e interferencia electromagnética. Debido a su bajo costo, fácil manipulación e instalación es el más utilizado en cableado estructurado. Un cable UTP contiene entre 2 a 4200 pares trenzados. Se cuenta con las siguientes categorías para cables UTP:

- ***Categoría 3:*** tiene cuatro pares en un cable, utilizado principalmente para telefonía analógica o digital. Permite un ancho de banda de 16MHz a una distancia de 100 m.
- ***Categoría 4:*** permite un ancho de banda de 20MHz a una distancia de 100m.
- ***Categoría 5:*** muy similar al cable categoría 3, cuenta con mayor número de trenzas por longitud y aislantes de teflón, lo que refleja menor interferencia. De esta manera se puede alcanzar mayores distancias a mayor velocidad. Permite un ancho de banda de 100MHz a una distancia de 100m.
- ***Categoría 5e:*** creado a partir del cable categoría 5; permite un ancho de banda de 150 MHz a una distancia de 100m.

- ***Categoría 6:*** permite un ancho de banda de 250 MHZ a una distancia de 100m.
- ***Categoría 7:*** permite un ancho de banda de 600 MHz a una distancia de 100m.

– ***Cable coaxial:*** consiste en un cable conductor interno (cilíndrico) separado de otro cable conductor externo por anillos aislantes. Debido a esta construcción es menos susceptible a interferencias electromagnéticas y altamente inmune al ruido. Es utilizado para televisión, telefonía a larga distancia. Sus inconvenientes principales son: atenuación, ruido térmico, ruido de intermodulación.

– ***Fibra óptica:*** está constituida por un núcleo (core) de plástico o vidrio de alto índice de refracción sobre la cual se monta una cubierta (cladding) de plástico de menor índice de refracción, están cubiertos por una chaqueta protectora.

Esta diferencia del índice de refracción entre el núcleo y la cubierta contribuye a la propagación de la luz en el núcleo mediante una reflexión interna total.
La transmisión por fibra óptica utiliza la parte alta del espectro infrarrojo de 0.3×10^{12} Hz – 3×10^{14} Hz, en las siguientes ventanas:

- Primera ventana con longitud de onda 0.85 um
- Segunda ventana con longitud de onda 1.3 um
- Tercera ventana con longitud de onda 1.55 um

La mayoría de aplicaciones trabajan en la segunda y tercera ventana para mayores velocidades. La Figura 1.17 muestra la longitud de onda de cada ventana y su atenuación.

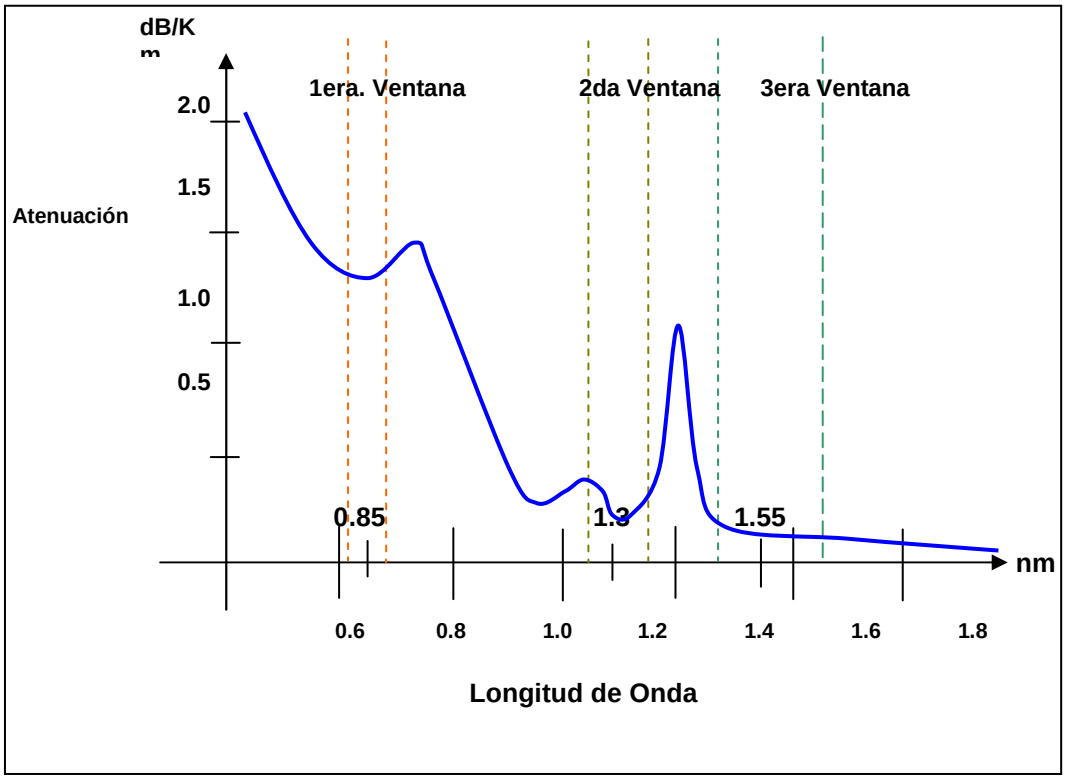


Figura 1.17 Atenuación vs. Longitud de Onda para Fibra Óptica. [8]

Existen dos tipos de fibras ópticas:

– ***Multimodo:*** se transmite múltiples rayos al interior de la fibra, estas fibras tienen un diámetro del núcleo entre 50 y 100 micrones. Una configuración típica tiene un núcleo de 50 micrones y el manto de 125 micrones. Cuenta con dos tipos:

  – ***Multimodo índice escalonado:*** en esta fibra el índice de refracción del núcleo y el manto son constantes pero diferentes entre sí. Debido ha esto los rayos viajan a la misma velocidad, pero con diferentes trayectorias y tardarán más o menos tiempo en llegar al destino, con lo cual se produce una distorsión del pulso de salida.

  – ***Multimodo índice gradual:*** en esta fibra el índice de refracción del núcleo varía gradualmente a medida que se aleja del manto. Debido a esto los rayos viajan a diferentes velocidades dentro del núcleo,

mientras más alejado del núcleo se encuentre el rayo de luz mayor será su velocidad de propagación a pesar que recorra una trayectoria más larga. Los rayos llegarán aproximadamente al mismo tiempo, reduciendo la dispersión del pulso de salida.

– ***Monomodo:*** en esta fibra el diámetro del núcleo es reducido significativamente, llegando al orden de 5 a 10 micrones. Por lo cual actúa como una guía de onda, donde solo se propaga un solo rayo de luz sin rebotar en el interior del núcleo.

Gracias a esto tiene mejores características de transmisión, alcanzando mayores distancias con mayor velocidad (varios Gbps a 30Km.) que una fibra multimodo.

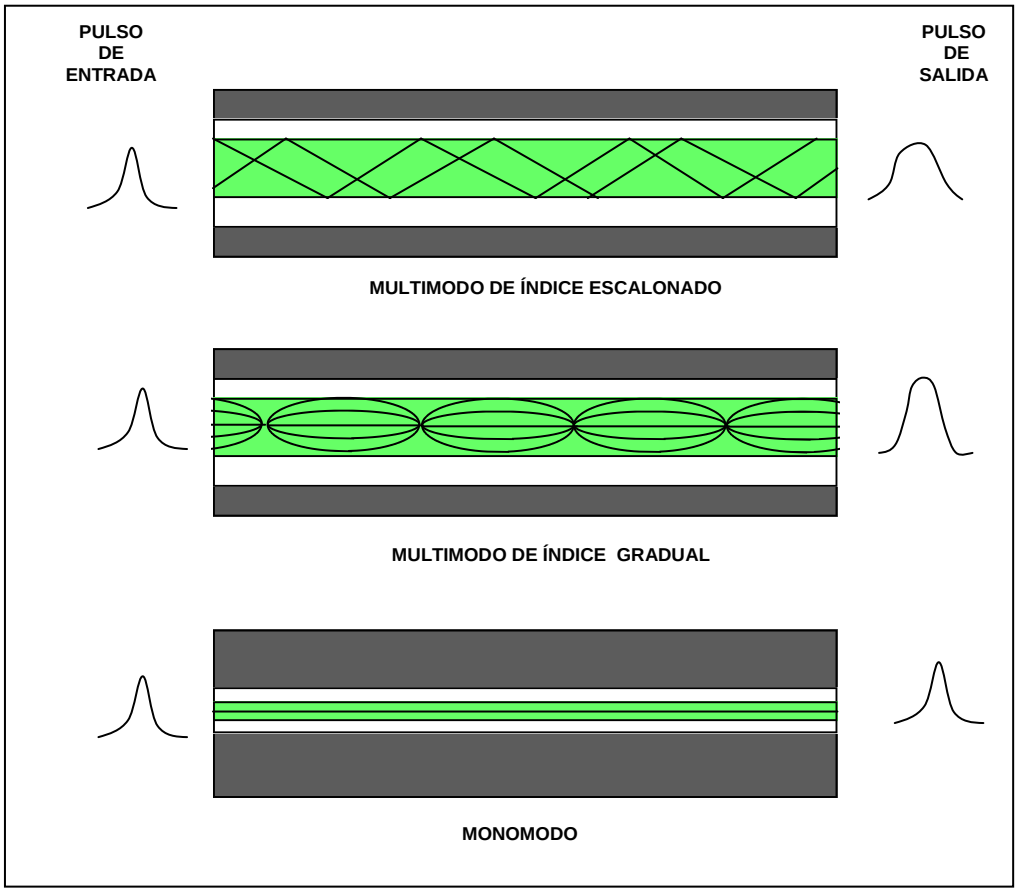


Figura 1.18 Fibras Monomodo y Multimodo. [2]

1.1.9.2.2 Medios Inalámbricos

Son utilizados en ambientes donde utilizar medios guiados es difícil, el medio de transmisión es el aire. Se radia energía electromagnética por medio de una antena y luego se recibe esta energía con otra antena, las ondas electromagnéticas son altamente dependientes de la frecuencia.

El espectro electromagnético muestra los rangos de frecuencias que son utilizados.

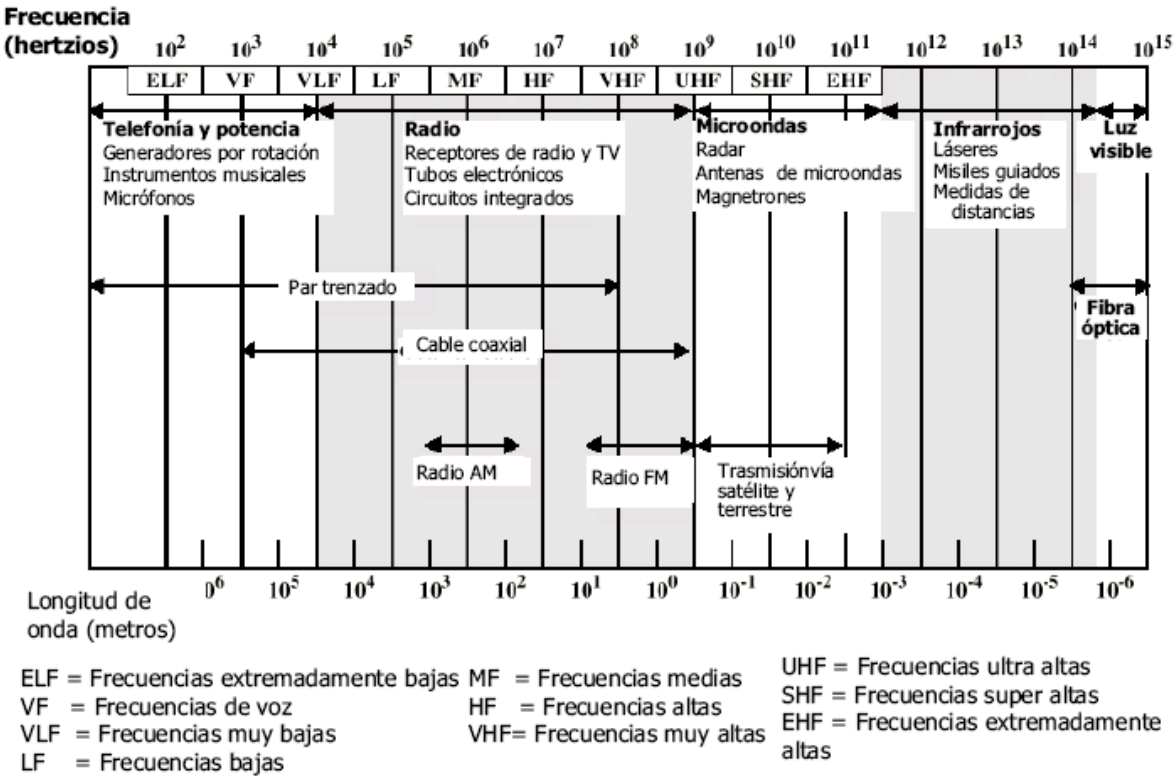


Figura 1.19 Espectro Electromagnético. [2]

Así para enlaces punto a punto se suelen utilizar microondas (altas frecuencias); enlaces con varios receptores posibles se utilizan las ondas de radio (bajas frecuencias) y los infrarrojos se utilizan para transmisiones a muy corta distancia (en una misma habitación).

1.1.9.3 Codificación

Para que una trama sea transmitida en el medio de transmisión, es necesario representar los bits como una señal de pulsos. Por lo tanto hay que utilizar un buen esquema de codificación, que establezca una correspondencia entre los bits de datos y los elementos de señal.

Se debe tener en cuenta los siguientes factores para utilizar un buen sistema de codificación:

- ***Espectro de la señal:*** para evitar la disminución del ancho de banda debe utilizarse componentes de altas frecuencias. Además el concentrar la energía de la señal en la parte central del ancho de banda produce que las interferencias sean lo menor posible.

- ***Sincronización:*** para separar un bit de otro, se puede utilizar una señal separada de reloj o bien que la propia señal porte la sincronización, lo cuál implica un sistema de codificación adecuado.

- ***Detección de errores:*** es necesaria la detección de errores sea incorporado en el esquema de codificación.

- ***Inmunidad al ruido e interferencias:*** hay códigos más robustos al ruido que otros.

- ***Complejidad:*** al manejar una mayor velocidad de los elementos de la señal para una velocidad de transmisión dada, mayor es la complejidad.

1.2 RED DE ÁREA LOCAL INALÁMBRICA WLAN

Las redes inalámbricas han conseguido un gran crecimiento en la actualidad, gracias a que se puede utilizar todos los servicios y facilidades de una red LAN, como por ejemplo:

- Fácil instalación, debido a que no necesita cableado.
- Facilidad de movilizarse sin perder conectividad.
- Puede utilizar en lugares donde el cableado es un problema (sitios históricos) o empresas donde ocurren cambios en su instalaciones.
- Permite escalabilidad sin afectar el funcionamiento de la red.
- Las redes inalámbricas utilizan transmisiones de infrarrojos o de radiofrecuencia para conectar ordenadores portátiles o asistentes personales de mano (PDA) a una red.

1.2.1 ARQUITECTURA DE ESTÁNDAR 802.11

Las redes de infraestructura están conformadas por un punto de acceso inalámbrico (Access Point), las cuales conforman una arquitectura completa para una red de datos.

- ***Conjunto de Servicios Básico (BSS):*** consiste en el pilar fundamental de una red LAN inalámbrica, donde un grupo de estaciones coordinan el acceso al medio inalámbrico mediante un procedimiento dado. La infraestructura de un BSS comprende un punto de acceso inalámbrico (AP), el cual proporciona comunicación a todas las estaciones.

El área de cobertura de una BSS se denomina “Área de Servicios Básicos” (BSA), donde una estación puede movilizarse y tener comunicación con las estaciones de su BSA. Su cobertura depende de factores climáticos, arquitectónicos y de tipo de tecnología inalámbrica utilizada.

- ***Sistema de Distribución (DS):*** permite la comunicación de un punto de acceso con otro para intercambiar información entre estaciones de sus BSS.

- ***Conjunto de Servicios Extendidos (ESS):*** consiste de varios BSS que se comunican a través de un DS, así se puede aumentar su rango de cobertura. Además la interconexión de BSS mediante DS dan lugar a un Conjunto de Servicios Ampliados (ESS, Extended Service Set).

1.2.2 TOPOLOGÍA

- ***Redes Adhoc:*** la red Adhoc está conformada por un grupo de estaciones en donde cada estación puede comunicarse con las demás inalambricamente dentro del rango de cobertura. La red Adhoc conforma un Conjunto de Servicios Básico Independiente (IBSS). La comunicación entre estaciones se da punto a punto, no existe ningún elemento que maneja la transmisión entre las estaciones.

- ***Redes Infraestructura:*** la red de infraestructura consiste de varios Conjuntos de Servicios Básico (BSS) que se comunican por medio de un Sistema de Distribución (DS), donde cada BSS consta de un punto de Acceso (AP) el cual controla la asignación de transmisión para todas las estaciones de su BSS.

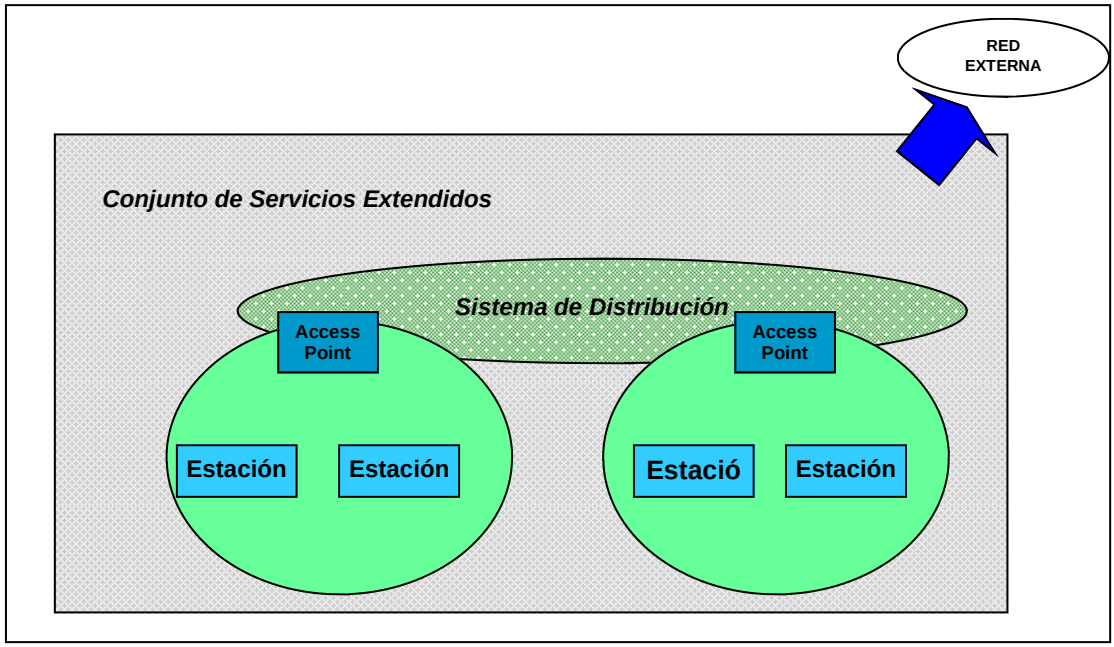


Figura 1.20 Arquitectura de redes Inalámbricas 802.11. [18]

1.2.3 SERVICIOS DE REDES WLAN

Estos servicios permiten que una estación pueda vincularse a una red inalámbrica. Existen servicios tanto a nivel de distribución y a nivel de estación, siendo los siguientes:

- ***Asociación:*** para que una estación pueda recibir y transmitir información necesita estar asociada a su punto de acceso en su BSS. De esta manera se puede conocer la identidad y la dirección de la estación, pudiendo esta información ser transmitida a otros BSS para facilitar la movilidad de la estación y la entrega de tramas de una estación en otro BSS.

- ***Disociación:*** mediante la disociación una estación informa que finaliza la asociación, el punto de acceso informa esta disociación a todas las estaciones.
- ***Reasociación:*** mediante la reasociación se puede transferir una asociación a otros puntos de acceso, así una estación se puede movilizarse de un punto de acceso a otro.

- ***Distribución:*** permite el ingreso al sistema de distribución, de tal manera que se una estación pueda comunicarse con otras estaciones en distintos BSS que están comunicados por medio de un DS.

- ***Autenticación:*** permite establecer la identidad de una estación que desea asociarse. Esta autenticación es mutua y si es exitosa para proceder a la asociación de la estación al punto de acceso.

- ***Desautenticación:*** permite a una estación desautentificarse, siendo esta petición irrechazable.

- ***Privacidad:*** protege la confidencialidad de la información por estaciones que no están asociadas a la red.

1.2.4 CAPA FÍSICA

La capa física esta dividida en dos subcapas que corresponden a dos funciones del protocolo.

- Dependiente del Medio Físico
- Procedimiento de Convergencia de la Capa Física

1.2.4.1 Dependiente del Medio Físico (PMD)

Esta subcapa define las características y métodos de transmisión a través de medios inalámbricos. El estándar de las redes inalámbricas especifica tres capas físicas:

1.2.4.1.1 *Espectro Extendido por saltos de frecuencia (FHSS)*

Este método utiliza una portadora que se relaciona con la señal de datos. La banda de frecuencias es dividida en canales donde la portadora salta entre estos canales de modo no secuencial conforme a un orden solo conocido por el

transmisor y receptor. Es necesario una perfecta sincronización para que la transmisión se produzca, caso contrario solo se receptará ruido.

1.2.4.1.2 Espectro Extendido por Secuencia Directa (DSSS)

Se genera un patrón de bits redundante llamado código de chip por cada bit transmitido, al recibir esta señal el receptor a quien se debe llegar esta información realiza rutinas de recuperación de datos basadas en técnicas de análisis estadístico.

1.2.4.1.3 Espectro Óptico

Se utiliza frecuencias por debajo de la luz visible para transportar datos, necesita que los dispositivos tengan una línea de vista. Permiten velocidades de 2.5 Gbps con longitudes de onda de 950 nm a 1550 nm.

1.2.4.2 Procedimiento de Convergencia de la Capa Física (PLCP)

Esta subcapa proporciona una función de convergencia que transforma las PDU que recibe de la capa enlace en un formato adecuado para su transmisión y recepción a través de un medio físico. El PDU de la subcapa MAC se convierte en una trama de PLCP que contiene los campos:

- ***Preámbulo:*** 96 bits de sincronización, de los cuales los primeros 80 son una serie de 1 y 0 alternados y los últimos 16 delimitan el inicio de la trama con el patrón 0000 1100 1011 1101.
- ***Cabecera PLCP:*** encabezado que siempre es transmitido a 1 Mbps y contiene información que sirve al nivel físico para decodificar la trama, longitud de trama y CRC.
- ***MAC Data,*** campo que contiene información de la subcapa MAC.

1.2.4.3 Subcapa Control de Acceso al Medio (MAC)

La subcapa MAC permite manejar los aspectos de sincronización y algoritmos de distribución que permiten el acceso al medio inalámbrico.

Esta subcapa está compuesta de dos funciones de coordinación, las cuales determinan cuando una estación transmite o recibe datos. Siendo estas:

- ***Función de distribución coordinada (DCF*)**: es el nivel inferior de la subcapa MAC, donde todas las estaciones compiten por el medio, es decir las máquinas contienden para acceder al medio. Utiliza el método de acceso al medio por censado de portadora evitando colisiones (CSMA/CA). Para el adecuado funcionamiento de este algoritmo se utiliza retardos que generan prioridad de transmisión, denominados "espacio de intertramas" (IFS), siendo estos:

  - ***SIFS (Short IFS):*** Es el tiempo IFS más corto y es usado para transmitir tramas de alta prioridad.

  - ***PIFS (PCF IFS):*** Es utilizado por las estaciones para ganar prioridad de acceso en los periodos libres de contienda, y por el controlador centralizado PCF para emitir señales de poleo.

  - ***DIFS (DCF IFS):*** Es el espacio de intertrama de mayor duración. Se utiliza como un retardo mínimo cuando se compite por el acceso para tramas asincrónicas.

  - ***EIFS (Extended IFS):*** Controla la espera en los casos en que se detecta la llegada de una trama errónea, esperando el tiempo suficiente para que le vuelvan a enviar la trama u otra solicitud.

– ***Función de punto de coordinación (PCF):*** es el nivel superior de la subcapa MAC. Provee la distribución de transmisión de tramas sin competir por el medio (sin contención), ya que existe un coordinador de acceso que generalmente es el punto de acceso inalámbrico (AP). PCF puede trabajar conjuntamente con el modo DCF en una conjunto básico de servicios (BSS), dentro de lo denominado supertrama. La supertrama asigna un periodo de contienda para que las estaciones transmitan por métodos aleatorios y otro periodo libre de contienda donde el punto de acceso inalámbrico toma el control para permitir un acceso libre de contención a las maquinas que tiene en su lista de sondeo.

1.2.4.3.1 Trama MAC

La trama de la subcapa MAC esta compuesta por una cabecera, campo de datos de longitud variable y la secuencia de chequeo de sumatoria (Checksum). Se puede tener tres tipos de tramas de acuerdo a su propósito:

- ***Gestión:*** utilizadas para utilizar los servicios de asociación, disociación, autenticación y desautenticación de una red inalámbrica.
- ***Control:*** utilizadas para el intercambio de datos y confirmación de los mismos.
- ***Datos:*** utilizadas para transmisión solo de datos.

Se compone de los siguientes campos:

– ***Control de Trama:*** 2 Bytes usados para múltiples funciones de control.
– ***Duración/ID:*** 2 Bytes que indica el tiempo que se ha reservado el canal para la transmisión de una trama y su confirmación de recepción.
– ***Dirección 1:*** 6 Bytes, corresponde siempre a la dirección de destino.
– ***Dirección 2:*** 6 Bytes, corresponde siempre a la dirección origen.
– ***Dirección 3:*** 6 Bytes, la mayor cantidad de veces corresponde a la dirección “faltante”.

- ***Control de secuencia:*** 2 Bytes que permiten numerar las tramas y los segmentos en el caso en que se divida una trama en varios fragmentos.
- ***Dirección 4:*** 6 Bytes útil en el caso especial en que se use un Wireless DS y la trama deba transferirse desde un AP a otro.
- ***Datos:*** campo que encapsula los datos del nivel superior.
- ***Sumatoria de Chequeo de Trama (FCS):*** 4 Bytes que corresponden a una suma de verificación para asegurar que la trama llegó en buen estado.

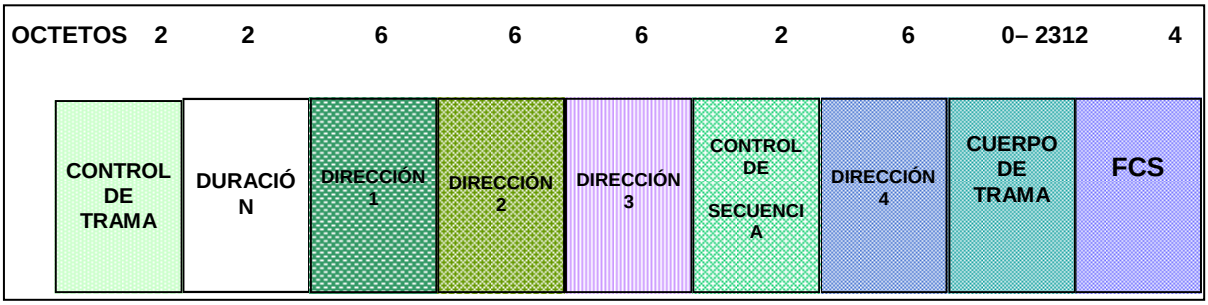


Figura 1.21 Campo MAC. [18]

El control de trama contiene los siguientes subcampos:

- ***Versión:*** 2 bits para indicar la versión del protocolo 802.11, valor que se coloca es 00.
- ***Tipo:*** 2 bits que en conjunto con el campo Subtipo definen si la trama es de control, de datos, de administración o reservado.
- ***Subtipo:*** 4 bits que en conjunto con el campo Tipo definen si la trama es de control, de datos, de administración o reservado.
- ***A DS:*** 1 bit que es puesto en 1 cuando se desea que la trama se reenvíe usando un AP hacia el DS.
- ***De DS:*** 1 bit es puesto en 1 cuando la trama fue enviada usando un AP.
- ***Más Fragmentos:*** 1 bit que indica que la trama se ha dividido y existen más fragmentos a continuación.
- ***Retry:*** 1 bit que indica que la trama es una retransmisión de alguna trama anterior. Resulta útil por ejemplo cuando se pierde un ACK.

- ***Manejo de energía:*** 1 bit que establece el modo de operación una vez finalizada la transmisión de una trama. Los estados pueden ser ahorro de energía o activo.
- ***More Data,*** 1 bit usado para indicar al AP que existen más tramas almacenadas en él.
- ***WEP,*** 1 bit para indicar que el campo de datos está encriptado.
- ***Order***, 1 bit que indica que las tramas fueron enviadas usando la clase de servicio Strictly- Ordered.

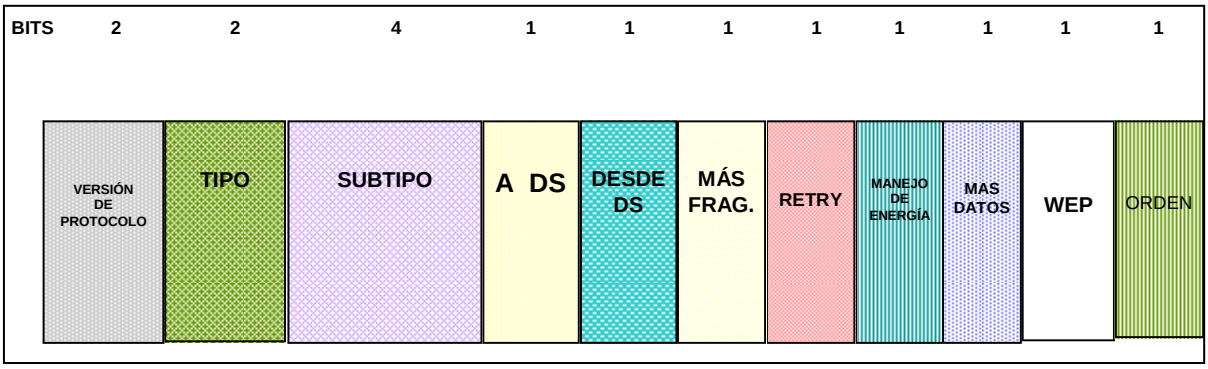


Figura 1.22 Campo Frame control. [18]

1.3 TECNOLOGÍA FREE SPACE OPTICAL

El estudio de las comunicaciones inalámbricas, ha permitido ahondar las aplicaciones de señales infrarrojos, buscando mejorar sus características de transmisión para convertirse en un medio que pueda formar una red de datos.

La tecnología Free Space Optics (FSO), está basada en la transmisión de señales ópticas en el espacio (Wireless fiber), es decir permite la transmisión de información (voz, video y datos) con características de transmisión manejadas en una fibra óptica, sin requerir la instalación física del cable de fibra. El uso de la tecnología FSO ofrece varias ventajas como son:

- Contar con un gran ancho de banda (máximo de 2.5 Gbps)
- Fácil instalación sin necesitar un cableado complejo
- Fácil transporte de los equipos, para el caso de redes temporales
- No requiere licencia de operación
- Transmisión de datos segura.
- Costos de instalación bajos.

1.3.1 FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMA DE TRANSMISIÓN FSO

El sistema FSO opera en el rango de Infrarrojo en las ventanas de 850 y 1550 nm, es decir a 200 THz. Los enlaces punto a punto FSO, necesitan línea de vista sin obstrucciones, ya que al utilizar luz para comunicarse, no atraviesa obstáculos sólidos como edificios o árboles.

El equipo FSO está constituido por una fuente de luz y un telescopio, este último está compuesto de varios lentes que proyectan el rayo de luz hacia el equipo receptor.

El sistema FSO puede operar en modo full duplex, por lo cual los equipos FSO son transmisores- receptores, este sistema necesita de los siguientes componentes:

- Transmisor óptico
- Receptor óptico
- Sistema de Rastreo y adquisición

1.3.1.1 Transmisor Óptico

El transmisor óptico en el sistema FSO, se encarga de transformar la señal eléctrica en pulsos de luz, con el fin de transportarla a través del aire hacia el receptor. Los dispositivos más utilizados para este fin son los diodos láser, las características de funcionamiento de este dispositivo son las siguientes:

- ***Longitud de onda pico:*** es la longitud de onda en la cual el transmisor concentra la mayor parte de la potencia.

- ***Ancho espectral:*** es la diferencia en longitud de onda entre los dos puntos en que la potencia de la señal ha decaído un 50%. La Figura 1.23 muestra el ancho espectral.

- ***Potencia de la señal:*** es la potencia de salida del transmisor, siendo fundamental para el diseño del enlace, ya que de este depende la distancia que se puede alcanzar.

- ***Tiempo de respuesta:*** corresponde al tiempo en el cual el transmisor responde ante un cambio en la señal eléctrica.

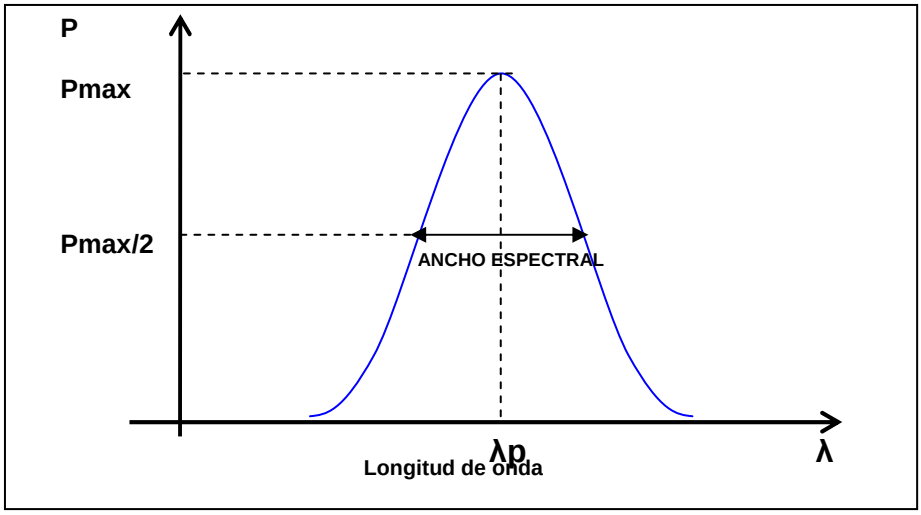


Figura 1.23 Espectro Emisor de Luz. [14]

1.3.1.1.1 Diodos Láser

El láser es un amplificador óptico que genera luz por un proceso de emisión estimulada en ausencia de una señal de entrada. La emisión estimulada es un proceso en el cual existe una transición de electrones de una banda de energía alta a una banda de energía baja, con una emisión de fotones de energía. Esto aumenta el número de fotones de energía, lo que produce una amplificación de la señal óptica esa frecuencia.

El láser semiconductor opera bajo el principio de Fabry-Perot, este se encuentra constituido por materiales semiconductores tipo p y n, y espejos reflectantes parciales colocados en ambos bordes laterales. Los bordes deben ser cuidadosamente tallados para una reflexión parcial instantánea.

Al aplicar polarización al dispositivo, se forma una región activa en la junción p-n, donde la luz es generada a través de la radiación por la recombinación de los portadores minoritarios. Dentro de la cavidad, la luz es reflejada de atrás hacia adelante entre los espejos y ciertos componentes de longitud de onda son reingresadas por la interferencia constructiva dada en este proceso.

Las longitudes de onda por las cuales la resonancia ocurre son aquellas que son submúltiplos de la distancia de ida y vuelta entre los espejos. La resonancia ocurre cuando la ganancia de amplificación se combina con la reflectividad del espejo, creciendo lo suficientemente grande más allá del umbral lasing, entonces el dispositivo trabaja como un oscilador.

La doble - heteroestructura enterrada es un ejemplo típico de la estructura láser usada en comunicaciones. En este caso la luz es confinada en una región estrecha, en donde se reduce el requerimiento de corriente umbral y también reduce el área de emisión de luz a un pequeño punto de luz. Los láseres Fabry – Perot generan luz de modo longitudinal múltiple, con un amplio espectro aproximadamente de 10nm.

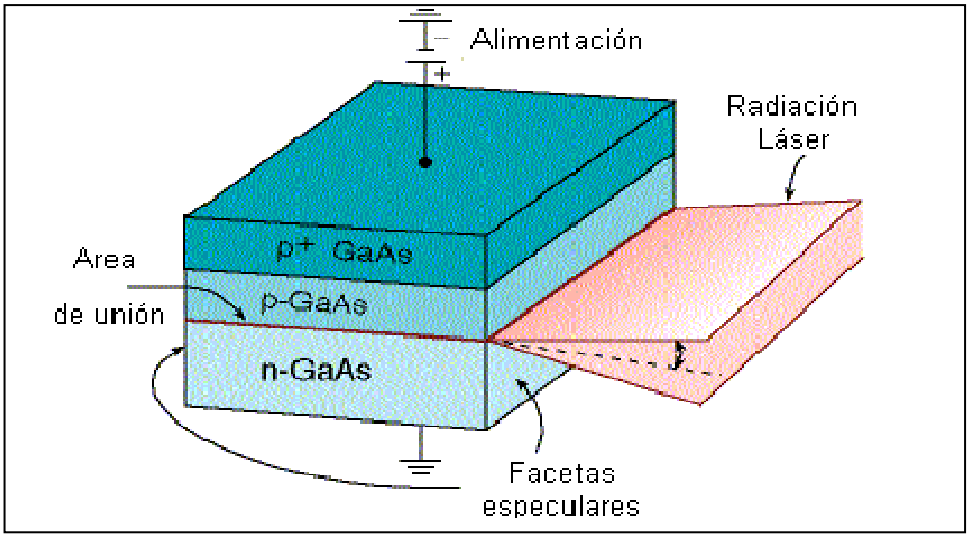


Figura 1.24 Heteroestructura Fabry Perot. [28]

Existe otro tipo de láser que generan luz con un solo modo longitudinal, que ayuda a reducir la dispersión monocromática, así es muy importante para comunicaciones de banda ancha. El láser de realimentación distribuida (DFB) es un ejemplo de este tipo de láser, el cual cuenta con una gran estabilidad de frecuencia, ya que cuenta con un enrejamiento (“grating”) en la región activa.

Este enrejamiento óptico es incorporado dentro de la heteroestructura, añadiendo diversas capas semiconductoras tipo p ó tipo n (AlGaAs), para proveer variaciones periódicas del índice de refracción a lo largo de la dirección de la propagación de la onda y conseguir una realimentación de la energía óptica.

1.3.1.2 Receptor Óptico

Los receptores ópticos FSO cumplen con el trabajo de transformar la energía radiante de la señal óptica proveniente del transmisor en señal eléctrica, para poder recuperar la información emitida por el transmisor.

La detección de la señal óptica sucede cuando los fotones son absorbidos por el semiconductor causando una excitación de electrones dentro del material, produciendo una señal eléctrica de salida, es decir convierten fotones en electrones. Sí un par electrón-hueco está disponible para permitir la circulación de corriente en un circuito externo, entonces el receptor está basado en el efecto fotoeléctrico interno. Los receptores de efecto fotoeléctrico interno son los diodos PIN y los diodos Avalancha. Las características de funcionamiento de los receptores ópticos son las siguientes:

- ***Sensibilidad:*** esta es una medida de que tan bien la señal es detectada en el receptor, está dada por la siguiente expresión.

$$S = \frac{V_S}{P} \qquad \text{Ecuación (1.3)}$$

donde, S es la sensibilidad

V_S es el voltaje de salida del receptor

P es la potencia recibida por el receptor

- ***Tiempo de respuesta:*** corresponde al tiempo necesario para que el fotodetector responda ante un cambio en la señal radiante óptica. Esta característica está directamente relacionada con el ancho de banda en el que puede operar el fotodetector.

1.3.1.2.1 Diodos PIN

El fotodiodo PIN consiste de una unión P-N altamente dopada formada en un semiconductor y con una banda energética más estrecha que la correspondiente a la energía de un fotón de la señal que se desea detectar. Los fotones absorbidos crean pares electrón-hueco que se desplazan en sentido contrario dentro del campo del semiconductor y originan una fotocorriente de salida (Ip) en un circuito exterior.

Estos fotodiodos tienen una estructura P-I-N, en la cual la región **I** escasamente dopada (casi intrínseca) se ubica entre dos regiones dopadas **P** y **N.** El dispositivo opera con polarización inversa.

Cuando no hay luz incidente el fotodiodo genera una cierta corriente parásita, denominada corriente de oscuridad, la cual se debe a difusión de portadores minoritarios generados térmicamente, o por el paso de electrones desde la banda de valencia a la de conducción, por efecto túnel.

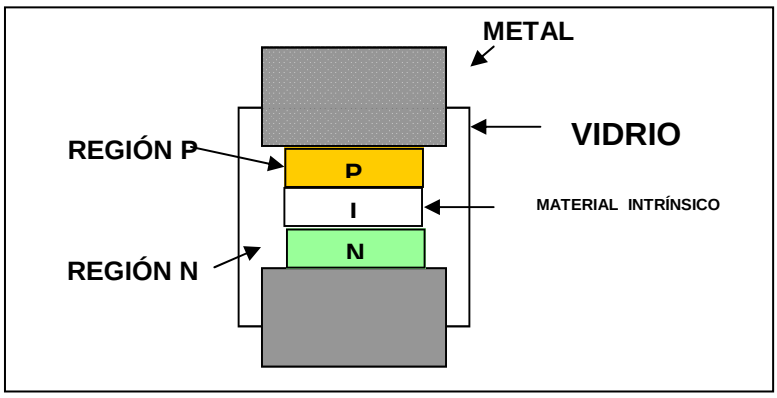


Fig. 1.25 Diodo PIN. [29]

1.3.1.3 Fotodiodo Avalancha

Este diodo está basado en el efecto avalancha, que se produce cuando la tensión de polarización inversa es próxima a la ruptura, donde los electrones adquieran velocidades altas y chocan con electrones de otros átomos provocando

que se ionicen. Estos átomos ionizados, ionizan a su vez otros átomos desencadenando la multiplicación por avalancha.

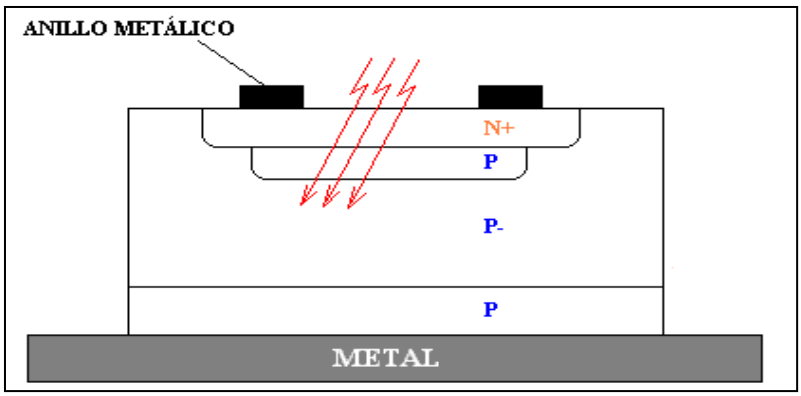


Fig. 1.26 Imagen de Fotodiodo Avalancha. [30]

1.3.1.4 Sistemas de rastreo y adquisición

Los sistemas de rastreo y adquisición cumplen con un papel fundamental, ya que permiten recuperar la alineación del haz de luz hacia el punto opuesto, en caso de perder su alineación debido a vibraciones de la estructura donde el equipo FSO está montado.

El efecto inmediato que produce esta desalineación es un crecimiento en los de errores de transmisión hasta la perdida total del enlace. Para solventar este problema se han creado métodos que permiten recuperar la alineación del haz de luz, siendo estos:

- Sistemas de Autorastreo
- Gimbals
- Espejos direccionados
- Sistemas de micro electromecánicos
- Detectores Quad

1.3.1.4.1 Sistemas de autorastreo

Los sistemas de autorastreo permiten que el haz de luz sea realineado automáticamente hacia el receptor. El autorastreo incorpora mecanismos que detectan el haz en el lado del receptor, con lo cual es posible realinear el haz de luz.

Este proceso se logra utilizando un haz de rastreo que se encuentra separado del haz de datos, debiendo estos encontrarse alineados en la misma dirección y utilizar diferentes longitudes de onda para poder distinguirlos.

Mediante el uso de un espejo dicroico que refleja los haces de luz selectivamente según su longitud de onda, se refleja el haz de rastreo en un detector sensible a la posición que es transparente para la señal de datos a la longitud de onda utilizada.

1.3.1.4.2 Gimbals

Son dispositivos que soportan los equipos FSO, permitiendo que estos equipos puedan moverse en dirección vertical (+/- 20 grados) y horizontal (+/- 25 grados). Por esta razón pueden ser utilizados como un sistema de autorastreo y adquisición. Para el diseño de un dispositivo Gimbal se utiliza servo motor para el manejo de la rotación, aunque con un alto consumo de potencia.

1.3.1.4.3 Espejos direccionados

La utilización de un dispositivo Gimbal para realizar la realineación del haz, tiene la desventaja de mover todo el equipo FSO, lo cual produce una limitación en la rapidez de realineación del haz de luz.

El espejo direccionado es básicamente un espejo montado en una plataforma con piezo elementos, que pueden cambiar la dirección del espejo en tres dimensiones. Como aplicación de rastreo del haz, el espejo puede moverse para hacer que el haz de luz entrante se refleje en diferentes direcciones, mediante la manipulación de voltaje de los piezo elementos.

Obviamente esta ventaja permite contar con un sistema de rastreo más rápido y flexible para la realineación del haz de luz.

1.3.1.4.4 Sistemas micro electromecánicos

Los sistemas microelectromecánicos son dispositivos electromecánicos muy pequeños que incluyen sensores, modulares de datos, atenuadores, switch ópticos, multiplexadores y micromáquinas, que están fabricados sobre una superficie de silicio al igual que un circuito electrónico integrado

Gracias a su pequeño tamaño, bajo consumo de potencia y un rápido tiempo de respuesta, pueden utilizarse para manejar el movimiento de un sistema de espejos direccionados. Estos nuevos sistemas de rastreo pueden ser integrados en gran número en un equipo FSO con lo cual se puede contar con un sistema de rastreo muy rápido y confiable.

1.3.1.4.5 Detectores QUAD

Los detectores QUAD son los más utilizados en sistemas de rastreo, estos detectores son hechos en silicón y responden a la luz en el espectro infrarrojo. Cada detector consiste de cuatro detectores independientes colocados separadamente en un arreglo o matriz, donde cada detector recolecta la luz entrante de forma independiente.

Al momento que un haz de luz llega del punto remoto, es enfocado en los detectores mediante el uso de lentes o espejos. Si el punto de luz (foco) está localizado en el medio de arreglo de detectores, todos los detectores tendrán la misma señal de salida, caso contrario cada detector tendrá diferente nivel de señal.

Mediante el análisis y comparación de las señales de salida de cada detector, se puede mover el punto de luz con el fin de ubicar a éste en el medio del arreglo de detectores. Si el tamaño de los detectores es menor se puede obtener una resolución mucho más alta.

1.4 INFLUENCIA DEL MEDIO EN LA PROPAGACIÓN DEL HAZ DE LUZ

La atmósfera está compuesta de una variedad de moléculas y pequeñas partículas suspendidas en el aire (aerosoles), las cuales al interactuar con los fotones de luz que se propagan en la atmósfera, producen una variedad de fenómenos ópticos como:

- Absorción
- Dispersión
- Turbulencia
- Cintilación

Lo que ocasiona degradación y atenuación de los enlaces inalámbricos ópticos FSO.

1.4.1.1 Absorción atmosférica

Esta absorción se produce debido a la interacción de los fotones de luz con las moléculas del medio (N_2, O_2, H_2, H_2O, C_2O, O_3, Ar, etc.), como consecuencia se produce:

- Desaparición del fotón de luz
- Incremento de la temperatura

Las propiedades de absorción del medio producen que el número de fotones que son emitidos se reduzcan a lo largo de la longitud del trayecto. La intensidad de radiación resultante, medida en *x +dx,* en relación a la intensidad de radiación incidente, medida en *x,* se escribe como:

$$I(\lambda, x + dx) = \quad I(\lambda, x) - dI_a(\lambda, x)$$ Ecuación (1.4)

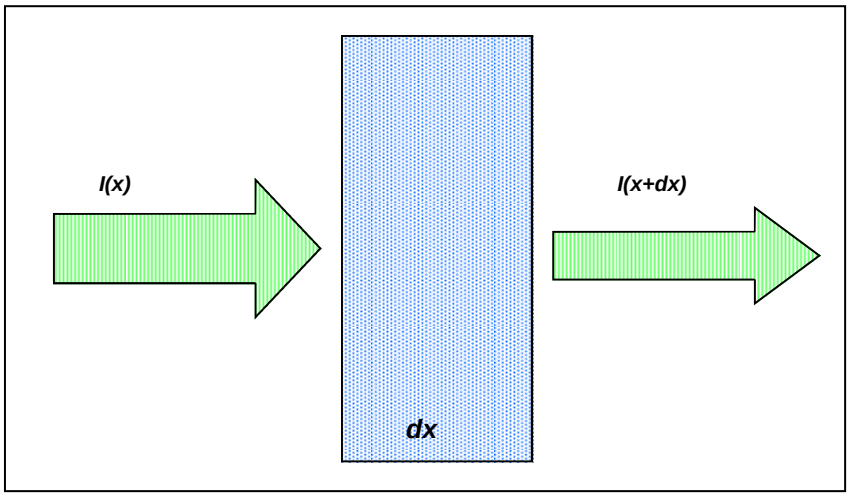


Fig. 1.27 Absorción del haz de luz por el medio absorbente. [5]

La cantidad $dI_a(\lambda, x)$ corresponde a la intensidad de la luz absorbida por el medio absorbente, este último es proporcional a la intensidad de luz incidente $I(\lambda, x)$, la cual se determina con la siguiente expresión.

$$dI_a(\lambda, x) = \alpha(\lambda, x) I(\lambda, x) dx \qquad \text{Ecuación (1.5)}$$

donde $\alpha(\lambda, x)$ corresponde al coeficiente de absorción espectral que depende de la longitud de onda. El coeficiente de absorción depende del tipo de gas y su concentración.

1.4.1.2 Dispersión atmosférica

Este fenómeno se produce de la interacción de una parte de la luz con los átomos en el medio de propagación, la cual produce una redistribución angular de esta parte de la radiación con o sin modificación de la longitud de onda.

Existe dispersión atmosférica del régimen de Rayleight y Mie, para determinar en cual de estos se encuentra la dispersión se utiliza la siguiente expresión:

$$x = \frac{2\pi r}{\lambda}$$ Ecuación (1.6)

donde r es el radio de la partícula y λ la longitud de onda del haz de luz., si x<< 1 la dispersión se maneja bajo el régimen de dispersión es de Rayleight, si x ≈ 1 el régimen de dispersión es de Mie y si x >> 1 se maneja la dispersión con criterio de de geometría óptica.

1.4.1.2.1 Dispersión de Rayleight

La radiación incidente provoca la formación de dipolos que oscilan a la frecuencia de la radiación incidente. Esta oscilación produce que la luz forme una onda esparcida. Para encontrar este esparcimiento se aplica la siguiente expresión:

$$\sigma_S = \frac{f e^4 \lambda_0^4}{6\pi\varepsilon_0^2 m^2 c^4} \cdot \frac{1}{\lambda^4}$$ Ecuación (1.7)

donde σ_S es el coeficiente de atenuación debido a la dispersión de Rayleight

- f es la potencia del oscilador
- e es la carga del electrón
- λ es la longitud de onda de operación
- λ_0 es la longitud de onda a la frecuencia natural
- ε_0 es la constante dieléctrica
- c es la velocidad luz
- m masa de la entidad de oscilación

Sin embargo este esparcimiento no es tomado en cuenta para los enlaces FSO, debido a que la longitud esta cerca del infrarrojo.

1.4.1.2.2 Dispersión de Mie

La dispersión se produce cuando las partículas en la atmósfera tienen un tamaño cercano a la longitud de onda radiada, por lo cual las partículas de niebla, humo y aerosoles contribuyen al esparcimiento de Mie. De estas partículas, la niebla representa el principal contribuyente del esparcimiento de Mie.

Este fenómeno es muy complicado debido a que implica varios factores como tiempo, ubicación geográfica, humedad, velocidad del viento entre otros. Pero se puede utilizar la siguiente expresión que permite calcular el coeficiente de atenuación debido a la dispersión de Mie.

$$\sigma = \beta_n = \frac{3.91}{V}\left(\frac{\lambda_{nm}}{550}\right)^{-q}$$ Ecuación (1.8)

donde $\boldsymbol{\sigma}$ es el coeficiente de atenuación por dispersión de Mie

$\boldsymbol{\lambda_{nm}}$ es la longitud de onda en nm

$\boldsymbol{V}$ visibilidad en Km.

$\boldsymbol{q}$ factor de dispersión en el medio ambiente

Fig. 1.28 Niebla presente en el ambiente principal contribuye a la dispersión de Mie. [31]

1.4.1.2.3 Visibilidad

La visibilidad se refiere a la mayor distancia a la cual un cuerpo de dimensiones adecuadas, puede ser visto y reconocido sobre el cielo cerca del horizonte. La baja visibilidad produce un decremento de la efectividad y disponibilidad de un enlace FSO. Mediante la visibilidad se puede calcular el coeficiente dispersión en el medio ambiente, utilizando el modelo de Kruse y la tabla del código de visibilidad internacional [1].

$$q = \begin{cases} 1.6 & si \quad V \geq 50 \quad km \\ 1.3 & si \quad 6 \leq V \leq 50 \quad km \\ 0.16\,V + 0.34 & si \quad 1 \leq V \leq 6 \quad km \\ V - 0.5 & si \quad 0.5 \leq V \leq 1 \quad km \end{cases}$$

CONDICIONES AMBIENTALES	PRECIPITACIÓN (mm/h)		VISIBILIDAD (Km.)
NIEBLA DENSA			0
			50
			200
NIEBLA ESPESA			500
			770
		TORMENTA 100	
NIEBLA MODERADA			1000
			1900
		LLUVIA FUERTE 25	
	NIEVE		2000
			2800
		LLUVIA MODERADA 12.5	
NEBLINA			4000
			5900
		LLUVIA LIGERA 2.5	
			10000
DESPEJADO		LLOVIZNA 0.25	18100
			20000
MUY DESPEJADO			23000
			50000

Tabla 1.1 Código Internacional de Visibilidad. [5]

[1] Código de Visibilidad Internacional, Free-Space Optical, O. Bouchet

1.4.1.2.4 Turbulencia

Ambientes donde existen altas temperaturas, pueden producir turbulencias que implican problemas en la transmisión, debido a que el aumento de temperatura en el suelo y en el aire provoca la formación de sacos o celdas de aire.

La presencia de estos sacos de aire produce cambios en el índice de refracción, lo que a su vez cambia el camino que la luz toma mientras esta se propaga a través del aire.

1.4.1.2.5 Cintilación

La cintilación es una consecuencia de la presencia de turbulencia, siendo ésta la que en mayor grado afecta a los sistemas FSO. El cambio de los índices de refracción producen pequeñas variaciones en el tiempo de llegada de los componentes del frente onda del haz de luz, lo que produce fluctuaciones en la intensidad del haz (picos o declives).

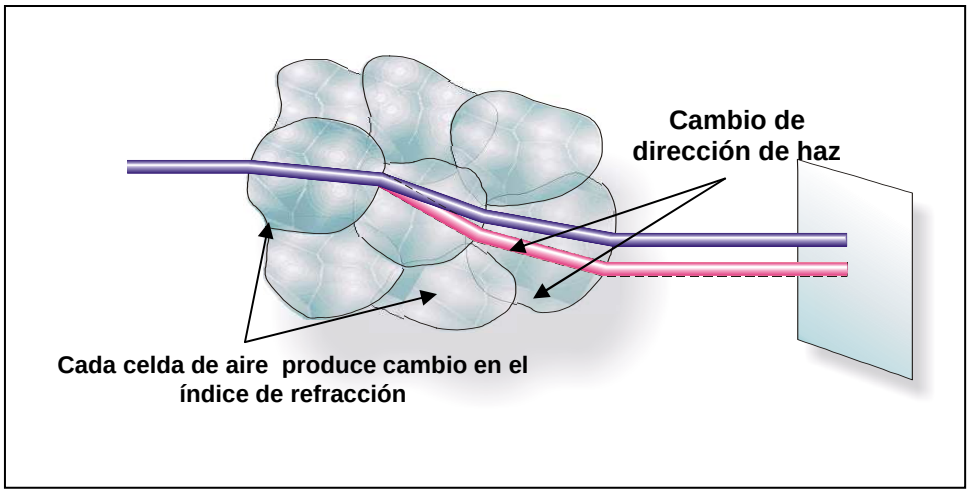


Fig. 1.29 Cambio de dirección del haz de luz debido al diferente índice de refracción.[36]

1.4.2 FACTORES QUE AFECTAN FSO

1.4.2.1 Línea de Vista

La operación de sistemas FSO requiere contar con línea de vista (LOS), es decir el transmisor y el receptor colocados en los sitios de red deben observarse el uno al otro. La forma más fácil para determinar la LOS es por medio de la observación entre los dos puntos, claro que esto es posible en distancias cortas (d< 1 km), para distancias más grandes es aconsejable el uso de catalejos o telescopios.

Actualmente se dispone de mapas virtuales en alta definición, que permiten una visión más clara de la línea de vista entre dos puntos.

1.4.2.2 Distancia

La distancia entre los puntos del enlace tiene un gran impacto en el rendimiento de un sistema FSO de tres formas.

Primera, incluso en condiciones de cielo despejado, existe divergencia del haz de luz por lo cual el receptor recibe menos potencia, para un haz de luz la atenuación geométrica se incrementa en 6 dB, al incrementar la distancia en factor de dos.
Segundo la pérdida de transmisión total del haz se incrementa con el incremento de la distancia y tercero los efectos de la cintilación aumentan con distancias más largas.

1.4.2.3 Ancho de Banda

El sistema FSO ofrece la posibilidad de un gran ancho de banda, pero este ancho de banda depende fundamental mente de dos elementos. Uno de estos elementos son los transmisores láser que permiten un ancho de banda superior a 2.5 Gbps, por esta razón este tipo de fuentes son las elegidas para fabricar equipos FSO.

El segundo elemento es el receptor óptico constituido por diodos PIN o APD, los cuales pueden soportar anchos de banda superiores de 1.25 Gbps. Sin embargo al incrementar la velocidad de transmisión el porcentaje de luz que puede ser recolectado por el receptor y transformado en señales eléctricas es extremadamente bajo, por lo tanto la sensibilidad del receptor se encuentra en función de la velocidad de transmisión.

1.4.3 MARGEN DE ENLACE

El cálculo del margen de enlace en un sistema de comunicación es una tarea muy importante, ya que permite determinar la disponibilidad de un enlace cuando existen variaciones en las condiciones del clima. Por lo tanto debe asegurarse que la potencia que es enviada por el transmisor menos el factor de pérdida esté por encima de la sensibilidad mínima del receptor, garantizando la operación fiable del sistema. Para determinar el margen de enlace es necesario los siguientes parámetros como son:

- Potencia de emisión de señal
- Sensibilidad del receptor
- Perdidas Totales del sistema óptico

En el caso del sistema FSO las perdidas totales del sistema óptico comprenden:

- Atenuación geométrica
- Atenuación Atmosférica
- Pérdidas del sistema

La siguiente expresión muestra el cálculo del margen de enlace para el sistema FSO.

$$M_{LINK} = Pe + |Sr| - Aff_{GEO} - Aff_{ATM} - P_{SIST} \qquad \text{Ecuación (1.9)}$$

donde, M_{LINK} Margen de Enlace

Pe Potencia de emisión de señal

Sr Sensibilidad del receptor

Aff GEO Atenuación Geométrica

Aff ATM Atenuación Atmosférica

P_{SIST} Pérdidas del Sistema

1.4.3.1 Atenuación Geométrica

La atenuación geométrica se refiere a las perdidas que ocurren debido a la divergencia del haz de luz., es decir la divergencia en el haz produce que la luz no sea recolectada por el receptor. La perdida geométrica se determina por la siguiente expresión.

$$Aff_{GEO} = \frac{S_d}{S_{receptor}} = \frac{\frac{\pi}{4}(d \cdot \theta)^2}{S_{receptor}}$$ Ecuación (1.10)

donde, ***d*** es la distancia del haz óptico entre transmisor- receptor

θ es la divergencia del haz

$S_{receptor}$ área del receptor

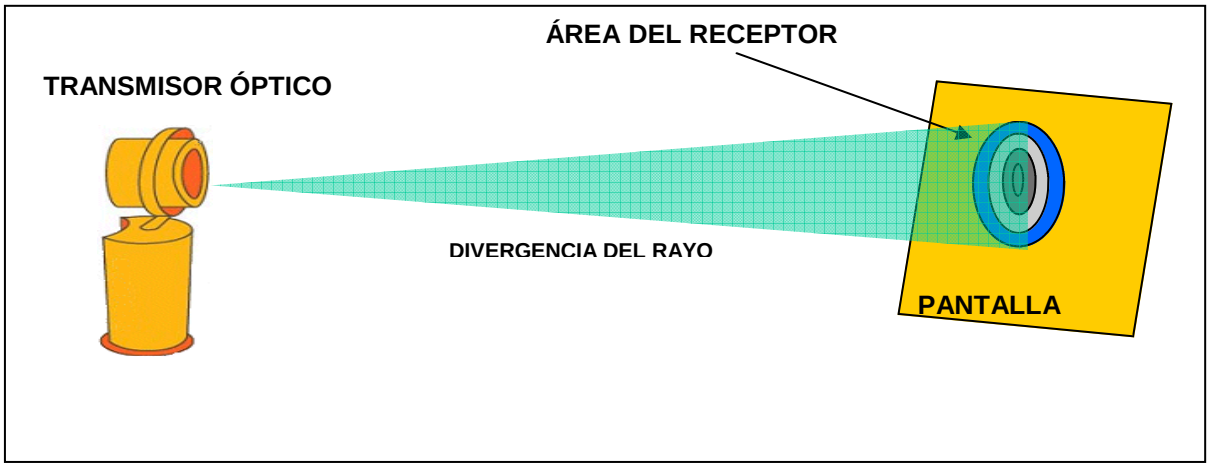


Fig. 1.30 Divergencia del haz de luz. [5]

1.4.3.2 Atenuación atmosférica

La atmósfera produce degradación y atenuación en los enlace FSO de varias maneras, por absorción, dispersión (Mie) y cintilación. Todos estos fenómenos influyen en la atenuación dependiendo de las condiciones climáticas del sitio donde funcione el enlace.

La ley de Beer, describe la relación entre la cantidad de luz incidente que puede pasar a través de un material y la composición de éste, como lo muestra la siguiente expresión.

$$\tau(d) = \frac{P(d)}{P(0)} = e^{-\sigma d}$$ Ecuación (1.11)

donde $\tau(d)$ transmitancia a la distancia d del transmisor

P (d) potencia de la señal a la distancia d del transmisor

P (0) potencia del emisor

σ coeficiente de atenuación

El coeficiente de atenuación se determina por medio de la dispersión de Mie antes mencionada, ya que la niebla es el principal fenómeno atmosférico que afecta a los enlaces FSO. Por lo tanto la atenuación atmosférica se expresa de la siguiente manera:

$$Aff_{atm} = \frac{1}{\tau(d)}$$ Ecuación (1.12)

1.4.3.3 Pérdidas del Sistema

Estas pérdidas corresponden imperfecciones de elementos físicos que son utilizados para llevar a cabo el enlace FSO como son equipos, conectores, fibra óptica, desalineamiento.

- ***Pérdida de los equipos****,* todos los equipos electrónicos sufren pérdidas en sus elementos, además que al transcurrir cierto tiempo estos elemento se deterioran y se degrada su funcionamiento.

- ***Pérdida de conectores****,* existen en el mercado muchos conectores ópticos como son: FC (Fiber Conector), SC (Subscription Channel) y ST (Straight Tip), los utlizados según el fabricante por las tarjetas que se colocan en los equipos de networking son SC.

- ***Pérdida de Fibra óptica****,* en las fibras ópticas existen pérdidas por Km. tanto en fibras monomodo y multimodo.

- ***Pérdida por Desalineamiento,*** estas pérdidas se dan por movimientos en los equipos inalámbricos, que se dan por temblores, vientos fuertes, etc.

1.4.4 SEGURIDAD Y CONFIDENCIALIDAD DE LA INFORMACIÓN

Cualquier red de datos presenta problemas potenciales de seguridad, debido a la presencia de personas ajenas a la red. Por lo cual se busca diferentes tipos de seguridad.

Los enlaces ópticos inalámbricos permiten un mayor grado de seguridad, derivado de la naturaleza inalámbrica del canal, los pequeños terminales y del confinamiento cerrado del haz transmitido.

Con una adecuada fabricación del transmisor óptico, se puede obtener una divergencia del haz muy cercana a un miliradian, sin lóbulos laterales y con un diámetro de haz de tan solo unos pocos centímetros.

El haz de luz puede ser totalmente bloqueado por una pared u otro obstáculo, de esta manera la única forma de interceptar el enlace, es introducir un receptor dentro del camino del haz de luz. Siendo esta una tarea muy complicada

dependiendo de la ubicación de los puntos del enlace, además esto no podría realizarse de manera encubierta. En el caso de interceptar el haz de luz, existe un alto riesgo de afectar la transmisión del enlace, convirtiéndose en una alerta de la existencia de intrusos.

Recoger la señal desde un lugar que no se encuentre ubicado directamente dentro del camino del haz de luz, es virtualmente imposible debido a que el proceso de transmisión FSO maneja niveles de potencia infrarroja extremadamente bajos.

La razón principal de descartar esta posibilidad de una intrusión, es el hecho de que la luz es dispersada isotrópica y estadísticamente en diferentes direcciones del camino de propagación original.

1.4.5 SEGURIDAD VISUAL

El manejo de un láser se lo debe hacer con mucho cuidado, ya que su incidencia directa en los ojos de una persona, puede producir quemaduras en la retina del ojo.

Por esta razón el sistema FSO utiliza una longitud de onda 1550 nm, ya que su radiación no alcanza la retina del ojo, además que se puedan alcanzar mayores longitudes en condiciones climáticas severas como niebla. El estándar internacional IEC, 1984 de la Comisión Internacional Electrónica. Ha establecido 7 clases de láser con sus respectivos riesgos ver ANEXO 1.

Además es necesario tomar en cuenta algunas normas de seguridad que permitirán salvaguardar la seguridad visual del personal que manipula estos equipos, como son:

- Realizar el montaje del equipo FSO en lugares restringidos al público
- Colocar letreros que indiquen el peligro de exposición al láser

- Instalar mecanismos de autorastreo, para que los equipos sean manipulados remotamente.
- Contar con un procedimiento para el manejo del equipo.

1.4.6 CONSIDERACIONES PARA LA INSTALACIÓN

Antes de ordenar un enlace FSO es necesario tomar en cuenta ciertos aspectos, que son necesarios para su instalación como:

– ***Distancia del enlace:*** este aspecto es muy importante, ya que esta limitado por la fabricación del equipo. En condiciones climáticas adversas, el fabricante indica la distancia máxima para que el enlace funcione, además si el enlace se encuentra a una distancia muy corta puede producir una sobrecarga ocasionando saturación del receptor. Es recomendable utilizar un mapa digital del lugar o utilizar un GPS.

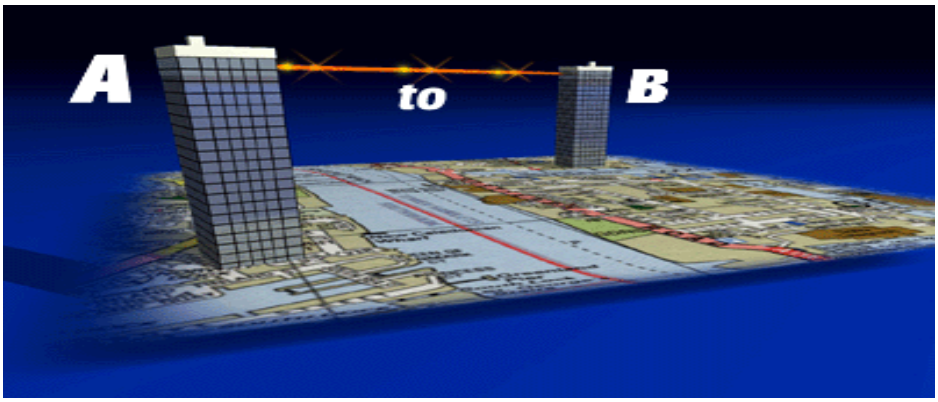


Fig. 1.31 Distancia del enlace entre los puntos lejanos. [35]

– ***Montaje del equipo:*** una vez seleccionado el punto donde se va montar el equipo FSO, éste debe ser colocado en una plataforma sólida que sea muy estable, para evitar problemas de pérdida de alineación; puede ser una pared, marco de una ventana o la azotea. En el caso de montar el equipo en una azotea debe realizarse un estudio de anclaje que no afecte a la estructura.

Fig. 1.32 Cabezal FSO montado en una pared de una azotea. [33]

- ***Alimentación eléctrica:*** cada equipo FSO dependiendo del fabricante necesita ciertos requerimientos eléctricos, algunos pueden funcionar con voltaje alterno (110-240 VAC, 60 Hz) o voltaje continuo (24-48). Además debe buscar una forma de respaldo en caso de cortes de energía como UPS o un banco de baterías.

- ***Cableado:*** el cableado depende del tipo de interfase que usen los equipos de red que serán conectados al cabezal FSO, siendo lo más recomendable fibra óptica para manejar mayor velocidad.

Fig. 1.33 Cableado seguro de un cabezal FSO montado en una cornisa. [33]

– ***Despliegue del sistema:*** el sistema FSO puede ser desplegado en varias configuraciones (punto- punto, estrella, anillo, malla) depende del tipo de red que se desea de utilizar, la Figura 1.34 muestra el tipo de redes.

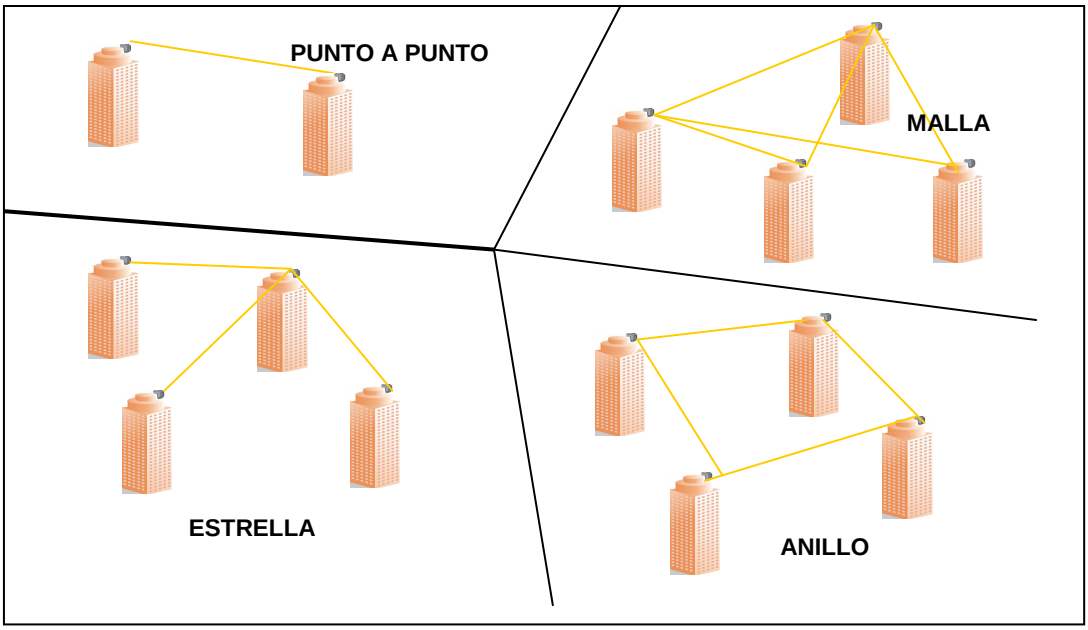


Fig. 1.34 Topología para sistemas FSO. [33]

1.4.7 APLICACIONES POTENCIALES

El sistema FSO puede utilizarse en varias aplicaciones, donde se necesite interconectarse varios puntos de una organización para intercambiar información. Por lo cual el sistema FSO puede dar soluciones geográficas y aplicativas.

1.4.7.1 Soluciones Geográficas

En varios puntos geográficos los enlaces FSO tiene mucha ventaja frente a otros enlaces de radio o cableados de fibra, siendo estos:

– ***Sitios de riesgo:*** existen sitios donde los cableados son imposibles debido al relieve del suelo. Además existen obstáculos que son difíciles de superar ya que el realizar obra civil conllevaría mucho tiempo y altos costos.

– ***Ambientes con alta carga electromagnética:*** varias áreas geográficas en las cuales se tiene una saturación de enlaces de radio o existe alto nivel de ruido, como ejemplo aeropuertos y fabricas.

– ***Zonas metropolitanas densamente pobladas:*** los enlaces FSO son una solución para enlaces en zonas donde físicamente es imposible colocar torres de radio.

1.4.7.2 Soluciones Aplicadas a redes

– ***Redes temporales para empresas*****,** su fácil manejo, instalación y transporte. Puede ayudar a crear redes temporales en ferias, eventos tecnológicos, campamentos, desastres naturales, etc.

– ***Redes en sitios históricos*****,** las municipalidades conservan el patrimonio histórico de las ciudades, impidiendo la realización de modificaciones en estructuras históricas y la creación de nuevo cableados, por lo cual el equipo FSO es una gran ayuda para poder comunicar redes entre estructuras históricas.

– ***Redes de datos metropolitanas*****,** debido a su gran rango de velocidades similares a Fibra óptica, permite crear redes de datos punto y multipunto ya que al pertenecer a la capa 1 es independiente del protocolo que es transportado (ATM, MPLS, Frame Relay).

– ***Redes redundantes de servicios*****,** gracias a su fácil manejo e instalación sirve de respaldo de varias redes de servicios sean estos Telefonía IP, Video, TV digital y redes celulares.

1.5 ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DE LA EMPRESA

Para realizar el rediseño de la red, es necesario dar una visión muy clara de cual es el estado actual de la misma, con la ayuda de actividades como:

- Constatación física de la red
- Recolección de datos tanto de la topología, como del direccionamiento de cada una de las redes que tiene la empresa.
- Entrevistas con el personal de Sistemas de la empresa.
- Encuestas a todo el personal de la empresa

La realización de estas actividades aportará con la información necesaria para el desarrollo de este proyecto para obtener una red óptima con un correcto uso de los recursos. Convirtiéndose en la parte inicial y fundamental del proyecto.

1.5.1 ESTRUCTURA DE RED DE LA EMPRESA

La empresa cuenta con varias redes locales, es decir pequeñas redes LAN en cada uno de sus puntos de venta y una red en su oficina matriz. Todas estás red están conectadas entre si a través de fibra óptica por medio de la empresa de carrier SURATEL en la ciudad de Quito.

La red más grande que tiene la empresa se encuentra en la oficina matriz, esto debido a que en ella se encuentra todas las secciones que permiten el funcionamiento de la empresa. Además esta red anexa los puntos de venta pananorte y rebaja moda.

Las redes de los puntos de venta tienen un direccionamiento independiente, es decir se maneja un direccionamiento distinto para cada red local, pero bajo el mismo dominio. La Tabla 1.2 muestra cuales con las redes de los puntos de venta que cuenta la empresa.

UBICACIÓN	NOMBRE EN LA RED
Centro comercial “El Bosque”.	BOSQUE
Centro comercial “Quicentro Shopping”,	QUICENTRO
Centro comercial “Iñaquito”,	CCI
Centro de Quito, Calle Guayaquil	CALLE GUAYAQUIL
Centro de Quito, Calle Venezuela.	RM VENEZUELA
Centro Comercial “El Recreo”	RECREO
Centro Comercial “Condado Shopping”	CONDADO
Centro Comercial “San Luís Shopping”	SAN LUÍS
Oficina Matriz	MATRIZ
Oficina Matriz	PANANORTE
Oficina Matriz	REBAJAMODA PANANORTE

Tabla 1.2 Puntos de venta de la empresa cuidad de Quito. [6]

1.5.2 RED LAN DE LA EMPRESA

1.5.2.1 Red Oficina Matriz

La oficina matriz posee una topología en árbol con varios puntos de red conectados y diseccionados en los diferentes secciones de la empresa como son: servidores, mercadeo, visual, crédito, contraloría, contabilidad, auditoría de ventas, inventarios, tesorería, recursos humanos, publicidad, importaciones, gerencia/presidencia y bodega. Además de los locales de PANANORTE y REBAJA MODA NORTE. La estructura de la red está mostrada por la Figura 1.35.

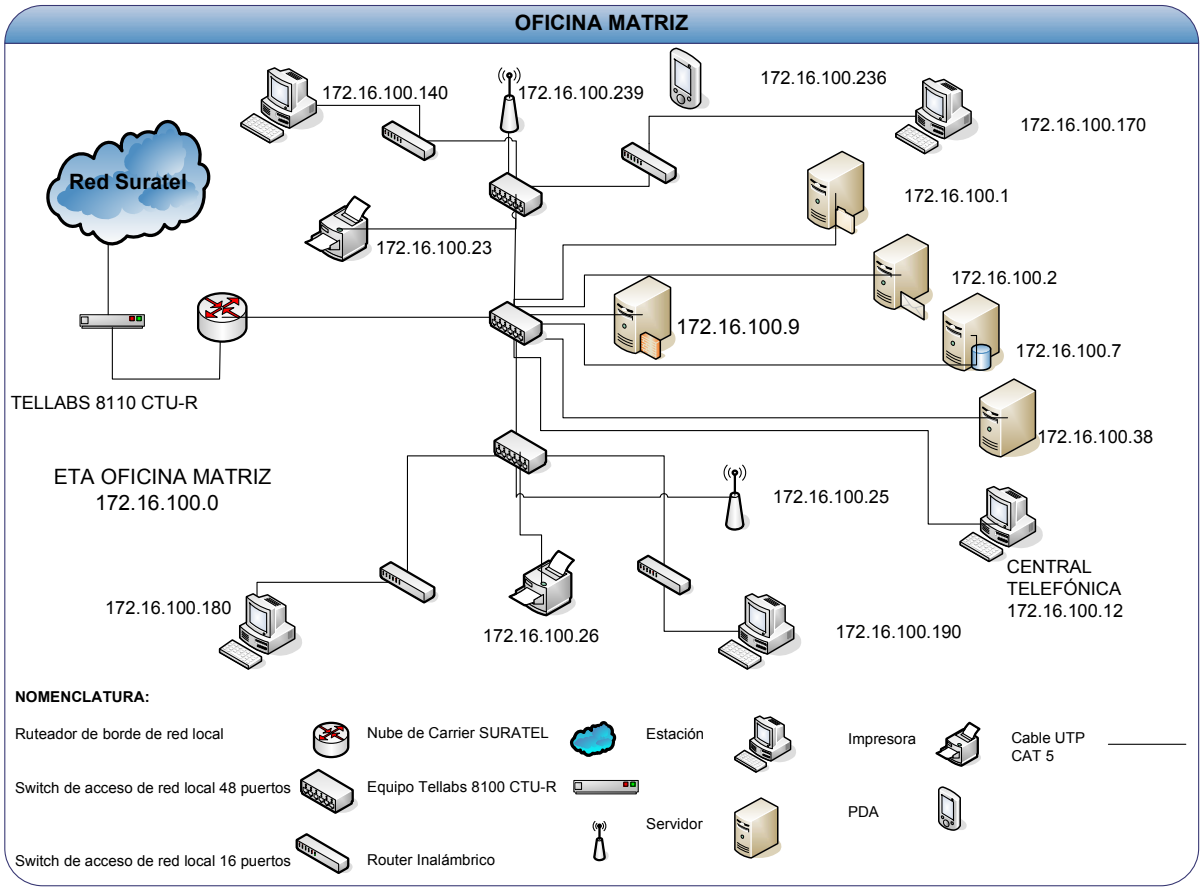


Figura 1.35 Red de Datos empresa COMERCIAL ETATEX C.A. [6]

1.5.2.2 Equipos

La red en árbol cuenta con los siguientes equipos de red:

- Switchs capa 2 de marca D-LINK de 48 y 16 puertos, a los que se conecta estaciones varias secciones.
- Switch de capa 3 marca D-LINK, al cual están conectados los servidores y estaciones de sistemas.
- Puntos de Acceso (ruteadores inalámbricos) marca D- LINK para acceso inalámbrico a la red.
- Routeador marca Cisco, que permite el enrutamiento hacia la red del carrier para conectarse a las rede de los puntos de venta.

– ***Equipos Capa 2***

CARACTERÍSTICA	SWITCH D LINK DGS 3048	SWITCH D LINK DGS 1612T
Velocidad de Backplane	8,8 Gbps	8,8 Gbps
Método de Conmutación	Store and Fordward	Store and Fordward
Manejo de VLAN	mínimo 257	mínimo 257
Soporte de Protocolos	Spanning Tree Trunking	Spanning Tree Trunking
Número de Puertos Fastehernet	48	16
Número de Puertos Gigaehernet	2	2
Tipo de Cable	UTP Categoría 5 o 5e	UTP Categoría 5 o 5e
Puertos Extras	Puerto de Consola Puerto Auxiliar	Puerto de Consola Puerto Auxiliar
Puertos	10/100/1000BASE-TX Autosensing	10/100/1000BASE-TX Autosensing
Estándares	802.3 802.1x 802.1D 802.1p	802.3 802.1x 802.1D 802.1p
Alimentación	100-240 VAC	100-240 VAC

Tabla 1.3 Equipos Capa 2 en red de la Oficina Matriz. [6]

– ***Equipo Capa 3***

CARACTERÍSTICA	SWITCH D LINK DES 3350SR	ROUTER CISCO 1861
Velocidad de Backplane	8,8 Gbps	8,8 Gbps
Método de Conmutación	Store and Fordward	Store and Fordward
Manejo de VLAN	Disponible	Disponible
Manejo ACL	Standard Extendidas	Standard Extendidas
Protocolos de Enrutamiento	Rutas Estáticas RIP V2 OSPF BGP	Rutas Estáticas RIP V2 OSPF BGP
Soporte de Protocolos	NAT DHCP SNMP	NAT DHCP SNMP
Soporte de Protocolos	Spanning Tree Trunking	Spanning Tree Trunking
Número de Puertos Fastehernet	24	2
Número de Puertos Gigaehernet	2	Disponible con tarjeta adicional
Tipo de Cable	UTP Categoría 5 o 5e	UTP Categoría 5 o 5e
Puertos Extras	Puerto de Consola Puerto Auxiliar	Puerto de Consola Puerto Auxiliar
Puertos	10/100/1000BASE-TX Autosencing	10/100/1000BASE-TX Autosencing
Estándares	802.3 802.1x 802.1D 802.1p	802.3 802.1x 802.1D 802.1p
Alimentación	100-240 VAC	100-240 VAC

Tabla 1.4 Equipos Capa 3 en red de la Oficina Matriz. [6]

– ***Equipo Wireless Capa 3***

CARACTERÍSTICA	D LINK DIR 165
Soporte de Protocolos	NAT DHCP SNMP
Numero de Puertos Fastehernet	2 o 4
Distancia de cobertura	100-135 m.
Puertos	10/100/1000BASE-TX Autosencing
Estándares	802.3 802.11 g/b 802.11n 802.3u
Accesos Simultáneos	20
Método de encriptación	WEP/WPA/WPA2
Alimentación	100-240 VAC

Tabla 1.5 Equipos Wireless Capa 3 en red de la Oficina Matriz. [6]

– ***Servidores***

CARACTERÍSTICA	MARCA		
	IBM SERIE X 235	**IBM SERIE X 205**	**HP NETSERVER LC2000**
Procesador	Intel Xeon 3,2 GHz	Intel Pentium IV 3,06 GHz	Intel Pentium III 1 GHz
Memoria RAM	10 GB	2 GB	1 GB
Memoria Cache	512 KB	512 KB	256 KB
Tamaño Disco Duro	3 X 36 GB	360 GB	120 GB
Interfaces	USB RS 232 RJ 45 IEEE 1284	USB RS 232 RJ 45	USB RS 232 RJ 45
Sistemas Operativo	LINUX	LINUX	LINUX
Ranuras de expansión	2 X PROCESADOR 6 X MEMORIA	PROCESADOR 5 X MEMORIA	1 X MEMORIA
Alimentación	120/230 VAC	120/230 VAC	120/230 VAC

Tabla 1.6 Servidores en red de la Oficina Matriz. [6]

– ***Rack de la empresa y central telefónica análoga***

Figura 1.36 Rack de equipos networking y servers. [6]

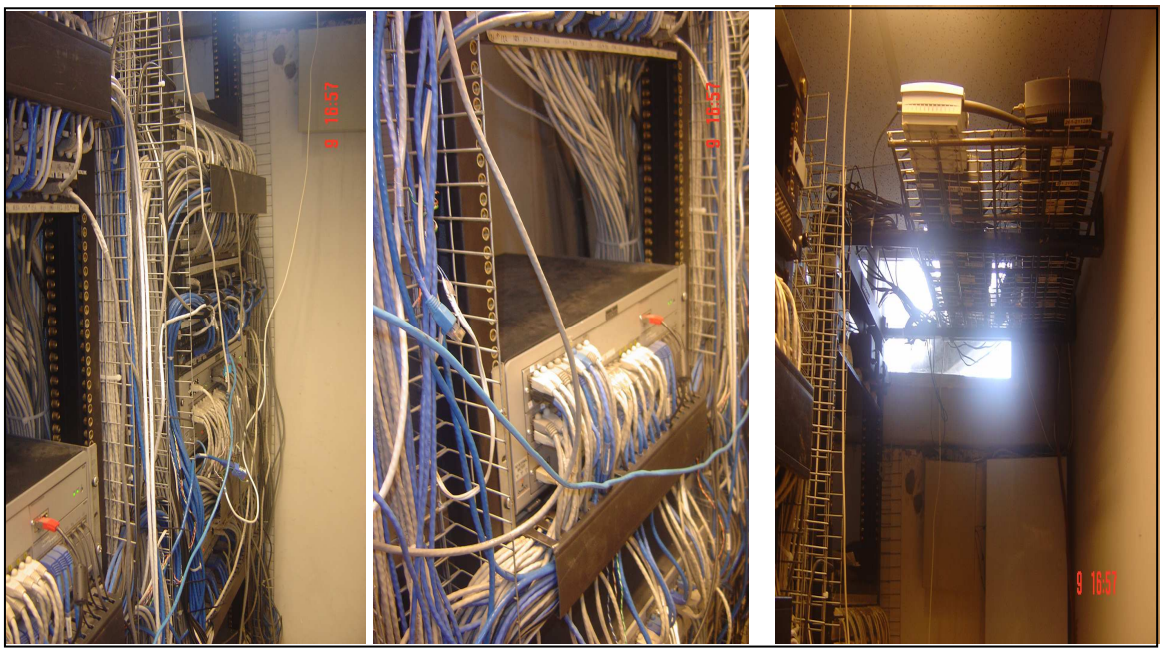


Figura 1.37 Rack de equipos central telefónica análoga. [6]

1.5.2.3 Direccionamiento IP

Para el direccionamiento de las diferentes secciones y de los puntos de venta Pananorte y Rebaja moda, la red de la oficina cuenta con la dirección de red 172.16.100.0. La Tabla 1.7 muestra los rangos de las direcciones IP para cada sección, no ha incluido las direcciones de los locales Pananorte y Rebaja moda estás serán indicadas más adelante. El ANEXO 2 muestra detalladamente las direcciones IP de toda la red, con el nombre de cada estación.

1.5.2.4 Servicios de la red

La red cuenta con varios servicios, para esto utiliza varios servidores, estos servicios son:

- **Respaldo información,** permite a los usuarios de la red guardar información importante y secreta. para la empresa.

- **Internet,** la red permite el acceso a la red mundial de comunicaciones mediante un navegador (Internet Explorer) instalado en cada estación, el cual permite interactuar con los servidores Web mundiales para acceder a información, servicios y aplicaciones de cualquier tipo.

- **Base de datos,** la información crucial para el funcionamiento de la empresa se encuentra almacenada en varias bases de datos. La red permite a usuarios de diferentes secciones acceder a está información para realizar su trabajo.

- **Correo electrónico,** este servicio permite el intercambio de mensajes dentro de la misma red y hacia redes externas, mediante el uso de un Agente de Usuario (UA) como es Microsoft Outlook. Utilizando el agente de usuario, se construye el mensaje que viaja hasta un Agente de Transferencia de Mensajes (MTA) de origen hasta un MTA destino gracias al protocolo SMTP.

– ***Direcciones IP oficina MATRIZ***

DEPARTAMENTO	RANGO DE DIRECCIONES	DEPARTAMENTO	RANGO DE DIRECCIONES
SERVIDORES	172.16.100.1	INVENTARIOS	172.16.100.130
	172.16.100.9		172.16.100.139
RW SNMP	172.16.100.10	TESORERÍA	172.16.100.140
	172.16.100.14		172.16.100.149
SERVIDORES 2	172.16.100.15	RRHH	172.16.100.150
	172.16.100.21		172.16.100.159
IMPRESORAS	172.16.100.22	PUBLICIDAD	172.16.100.160
	172.16.100.29		172.16.100.169
SISTEMAS	172.16.100.30	IMPORTACIONES	172.16.100.170
	172.16.100.49		172.16.100.179
MERCADEO	172.16.100.50	GERENCIA / PRESID.	172.16.100.180
	172.16.100.69		172.16.100.189
VISUAL	172.16.100.70	BODEGA	172.16.100.190
	172.16.100.79		172.16.100.199
CRÉDITO	172.16.100.80	EVENTUALES	172.16.100.220
	172.16.100.99		172.16.100.229
CONTRALORÍA	172.16.100.100	OTROS SERVERS	172.16.100.230
	172.16.100.109		172.16.100.235
CONTABILIDAD	172.16.100.110	INVENTARIOS	172.16.100.236
	172.16.100.114		172.16.100.250
CRÉDITO	172.16.100.115	NO UTILIZABLES	172.16.100.251
	172.16.100.119		172.16.100.254
AUDITORÍA DE VENTAS	172.16.100.120		
	172.16.100.129		

Tabla 1.7 Direcciones IP de la Oficina Matriz. [6]

1.5.2.5 Acceso a Internet

El acceso a Internet se lo hace mediante el uso del carrier SURATEL, que además de proveer el servicio de Internet permite también la transmisión de datos entre los puntos de venta.

El carrier utiliza el modelo IP/VPN por medio de enlace PDH de una capacidad de 600 Kbps. Éste modelo es una aplicación de equipos MPLS, la cual permite mediante VLAN creadas para cada tipo servicio, enrutar cada paquete enviado por un usuario rápidamente hasta su destino, gracias al uso de etiquetas que son cambiadas en cada punto de la red del carrier. Está aplicación permite contar con subredes IP diferentes para cada agencia o punto remoto.

Los usuarios acceden a Internet, utilizando como puerta de enlace el router para salir a la red del carrier, como lo muestra la Figura 1.38.

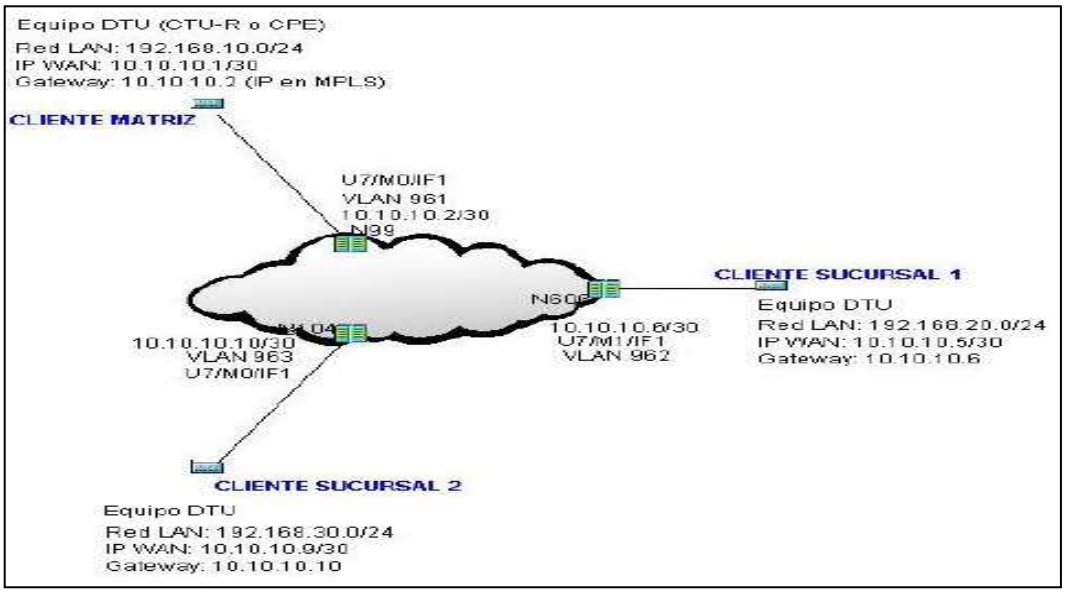


Figura 1.38 Gráfica de Red IP/VPN para un cliente. [7]

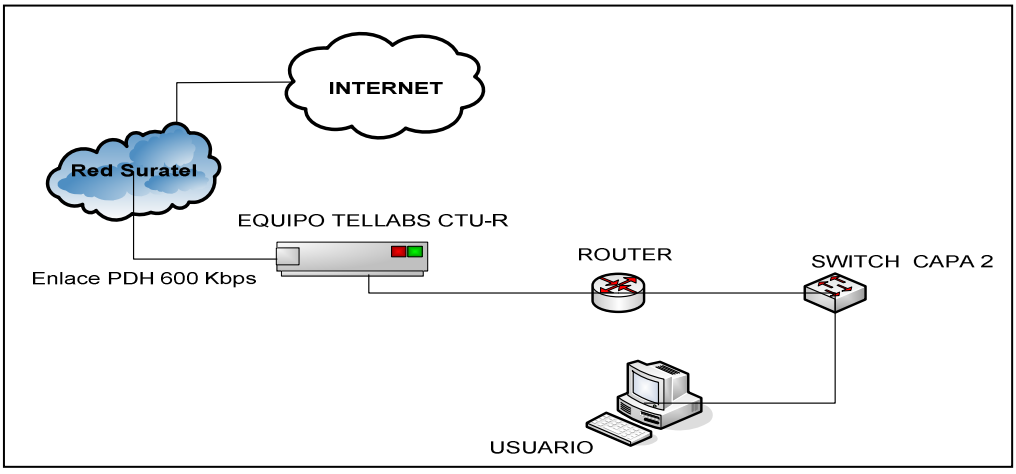


Figura 1.39 Acceso a Internet por parte de la red Oficina Matriz. [7]

1.5.3 RED PUNTOS DE VENTA

Cada red local presenta una topología en estrella con sus estaciones y servidor local, que están conectados por medio de un Switch capa 2 D-LINK a un equipo 8110 propiedad del carrier SURATEL.

1.5.3.1 Direccionamiento IP Puntos de Venta

– ***Punto de venta BOSQUE***

IP	TIPO DE EQUIPO	NOMBRE DEL EQUIPO	DEPARTAMENTO
172.16.101.1	SV	Servidor LINUX	BOSQUE
172.16.101.10	ROUTER	ROUTER	BOSQUE
172.16.101.12	PC	ETABOSQUEC1	BOSQUE
172.16.101.13	PC	ETABOSQUEC2	BOSQUE
172.16.101.14	PC	ETABOSQUEC3	BOSQUE
172.16.101.20	PC	PCADMIN	BOSQUE

Tabla 1.8 Direccionamiento IP Punto de Venta BOSQUE. [6]

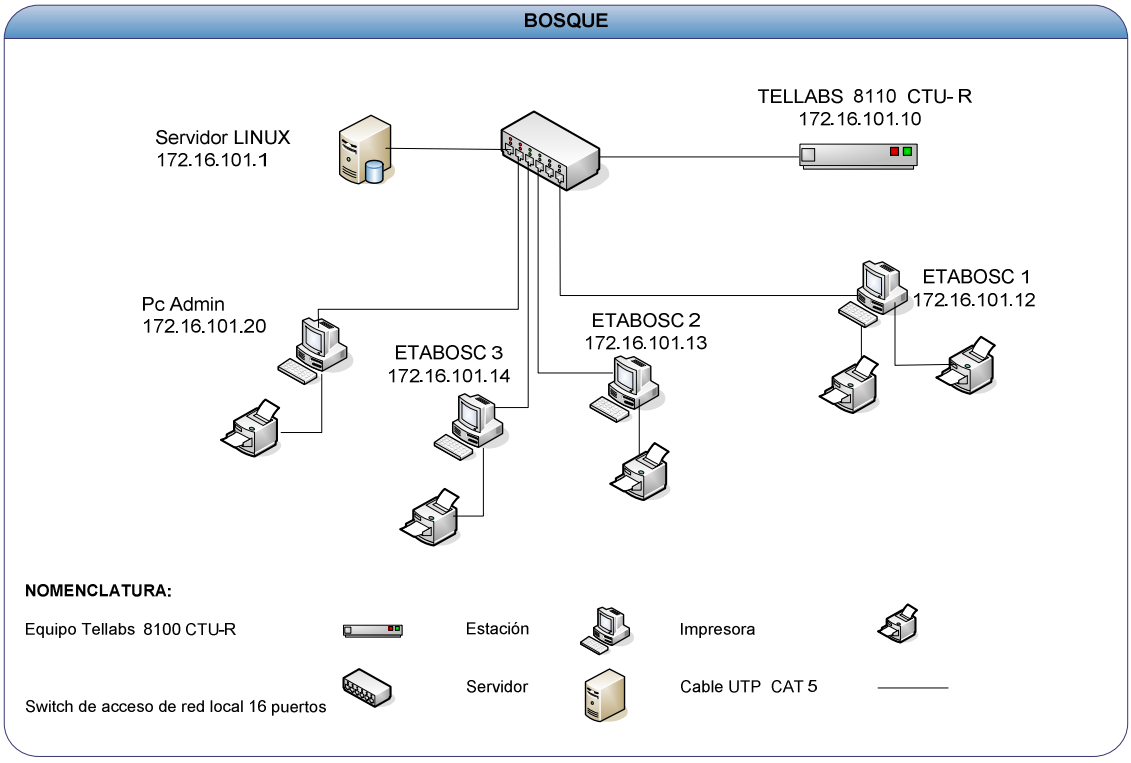


Figura 1.40 Red de datos Local BOSQUE. [6]

– ***Direccionamiento IP Punto de venta QUICENTRO***

IP	TIPO DE EQUIPO	NOMBRE DEL EQUIPO	DEPARTAMENTO
172.16.104.1	SV	Servidor LINUX	QUICENTRO
172.16.104.10	ROUTER	ROUTER	QUICENTRO
172.16.104.12	PC	ETAQUIC1	QUICENTRO
172.16.104.13	PC	ETAQUIC2	QUICENTRO
172.16.104.14	PC	ETAQUIC3	QUICENTRO
172.16.104.15	PC	ETAQUIC4	QUICENTRO
172.16.104.16	PC	ETAQUIC5	QUICENTRO
172.16.104.20	PC	PCADMIN	QUICENTRO
172.16.104.25	PC	PLANETA ETAQUIC	QUICENTRO

Tabla 1.9 Direccionamiento IP Punto de Venta QUICENTRO. [6]

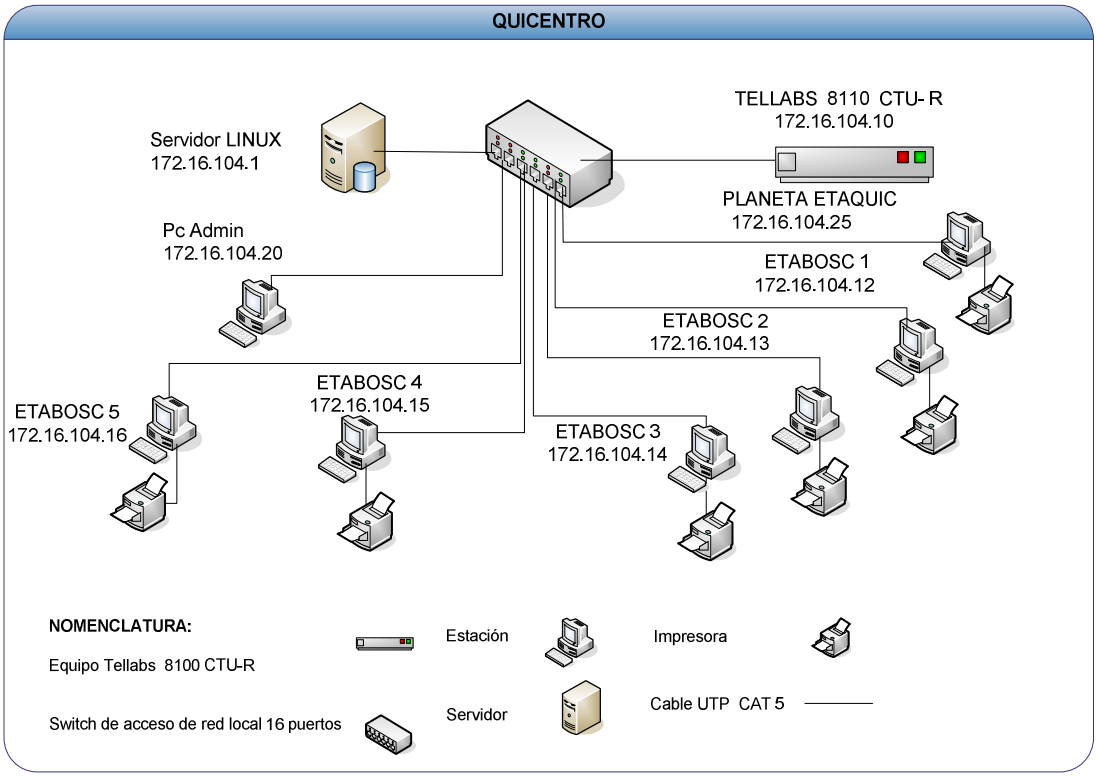


Figura 1.41 Red de datos Local QUICENTRO. [6]

– ***Direccionamiento IP Punto de venta CCI***

IP	TIPO DE EQUIPO	NOMBRE DEL EQUIPO	DEPARTAMENTO
172.16.102.1	SV	Servidor LINUX	CCI
172.16.102,10	ROUTER	ROUTER	CCI
172.16.102.12	PC	ETACCIC1	CCI
172.16.102.13	PC	ETACCIC2	CCI
172.16.102.14	PC	ETACCIC3	CCI
172.16.102.15	PC	ETACCIC4	CCI
172.16.102.16	PC	ETACCIC5	CCI
172.16.102.20	PC	PCADMIN	CCI
172.16.102.25	PC	PLANETA ETACCIC	CCI

Tabla 1.10 Direccionamiento IP Punto de Venta CCI [6]

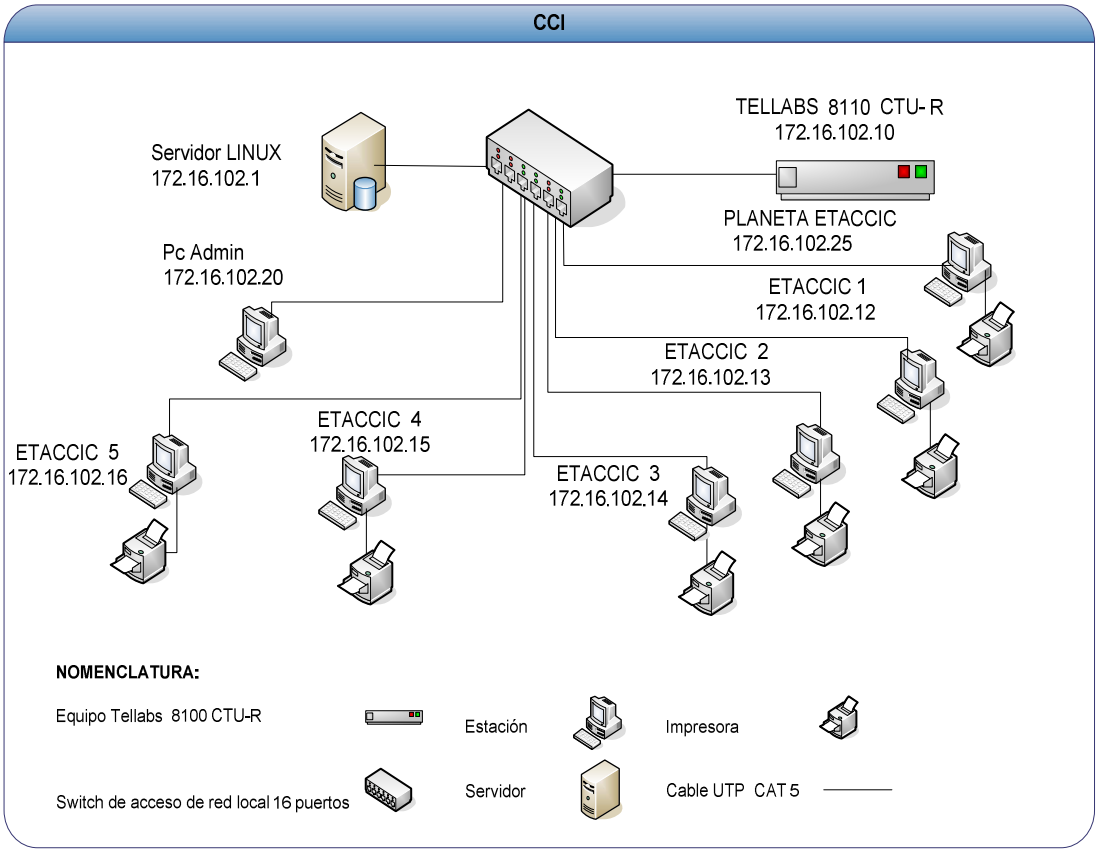


Figura 1.42 Red de datos Local CCI. [6]

– ***Direccionamiento IP Punto de venta CALLE GUAYAQUIL***

IP	TIPO DE EQUIPO	NOMBRE DEL EQUIPO	DEPARTAMENTO
172.16.105.1	SV	Servidor LINUX	CALLE GUAYAQUIL
172.16.105.10	ROUTER	ROUTER	CALLE GUAYAQUIL
172.16.105.12	PC	ETAGYEC1	CALLE GUAYAQUIL
172.16.105.13	PC	ETAGYEC2	CALLE GUAYAQUIL
172.16.105.20	PC	PCADMIN	CALLE GUAYAQUIL

Tabla 1.11 Direccionamiento IP Punto de Venta CALLE GUAYAQUIL. [6]

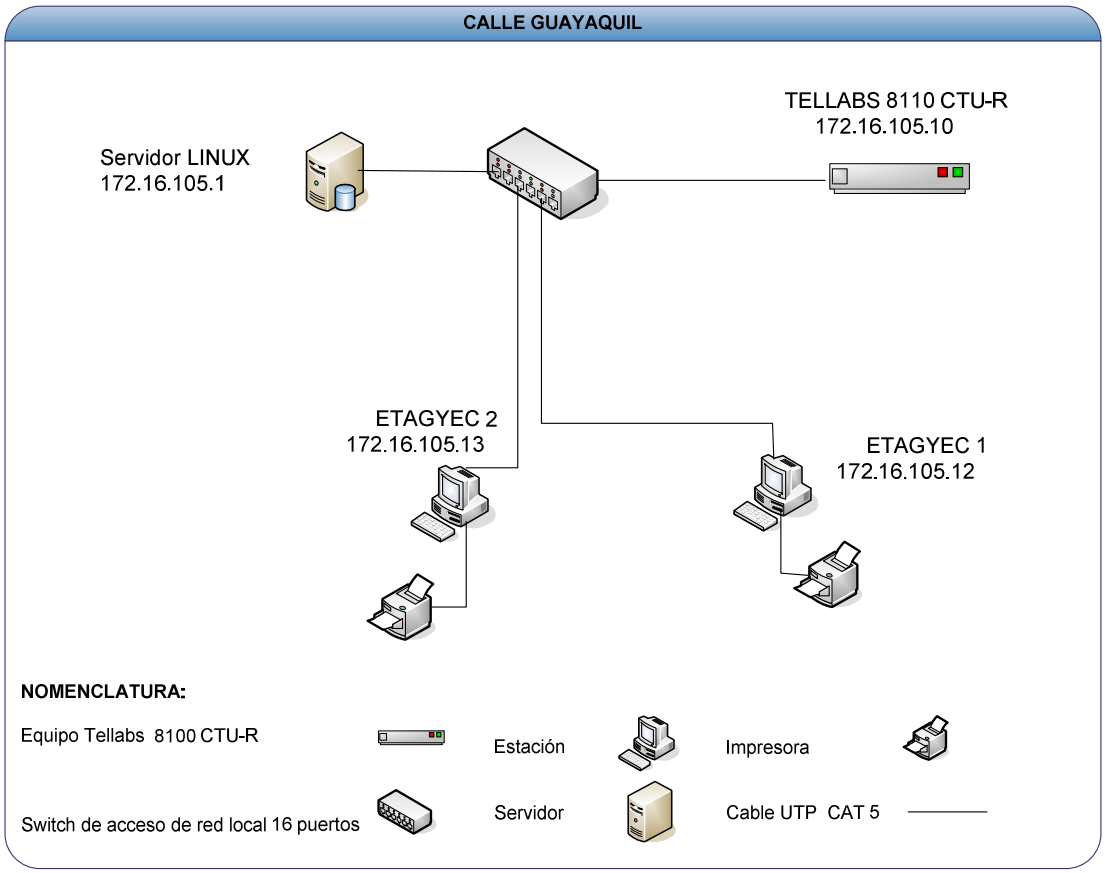


Figura 1.43 Red de datos Local CALLE GUAYAQUIL. [6]

– ***Direccionamiento IP Punto de venta CALLE VENEZUELA***

IP	TIPO DE EQUIPO	NOMBRE DEL EQUIPO	DEPARTAMENTO
172.16.106.1	SV	Servidor LINUX	CALLE VENEZUELA
172.16.106.10	ROUTER	ROUTER	CALLE VENEZUELA
172.16.106.12	PC	ETAVENC1	CALLE VENEZUELA
172.16.106.13	PC	ETAVENC2	CALLE VENEZUELA
172.16.106.20	PC	PCADMIN	CALLE VENEZUELA

Tabla 1.12 Direccionamiento IP Punto de Venta CALLE VENEZUELA. [6]

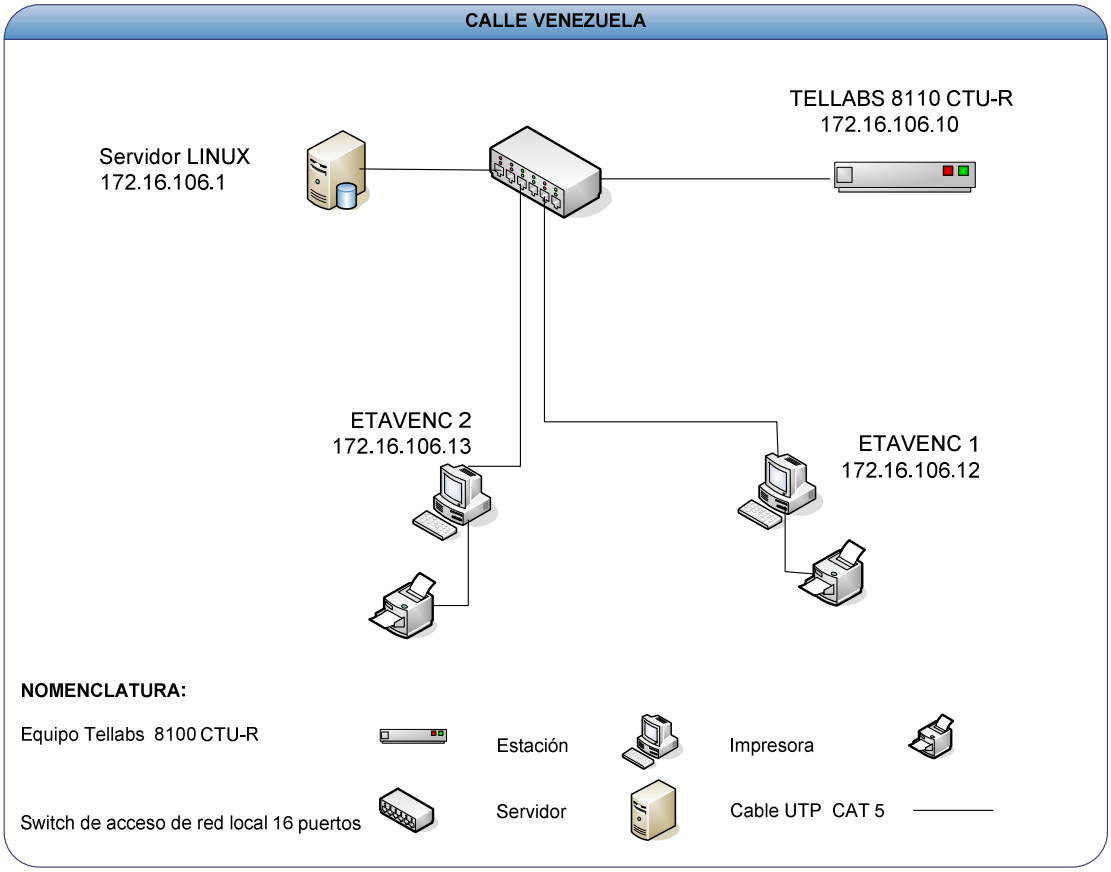


Figura 1.44 Red de datos Local CALLE VENEZUELA. [6]

– ***Direccionamiento IP Punto de venta RECREO***

IP	TIPO DE EQUIPO	NOMBRE DEL EQUIPO	DEPARTAMENTO
172.16.103.1	SV	Servidor LINUX	RECREO
172.16.103.10	ROUTER	ROUTER	RECREO
172.16.103.12	PC	ETARECC1	RECREO
172.16.103.13	PC	ETARECC2	RECREO
172.16.103.14	PC	ETARECC3	RECREO
172.16.103.15	PC	ETARECC4	RECREO
172.16.103.16	PC	ETARECC5	RECREO
172.16.103.21	PC	PCADMIN	RECREO
172.16.103.25	PC	PLANETA ETARECC	RECREO

Tabla 1.13 Direccionamiento IP Punto de Venta RECREO. [6]

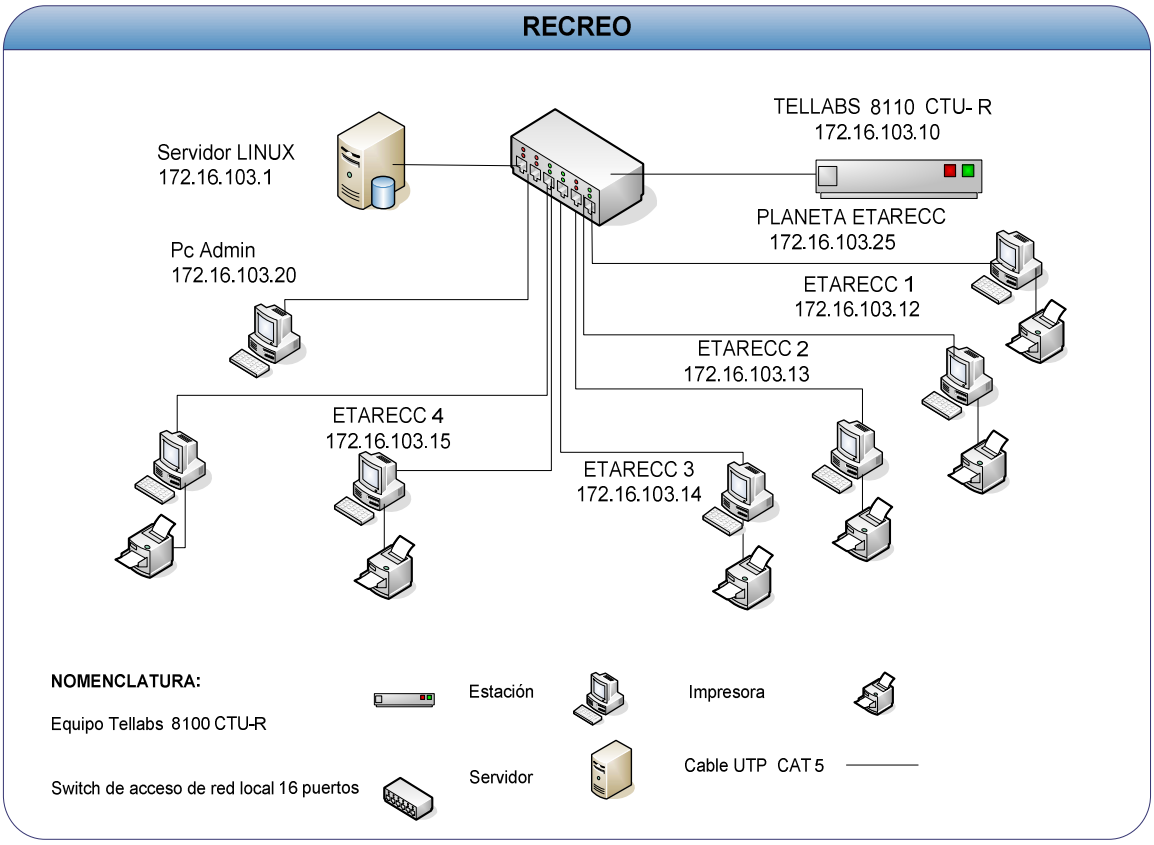


Figura 1.45 Red de datos Local RECREO. [6]

– ***Direccionamiento IP Punto de venta PANANORTE***

IP	TIPO DE EQUIPO	NOMBRE DEL EQUIPO	DEPARTAMENTO
172.16.100.200	PC	PANA	PANANORTE
172.16.100.201	PC	ETAPANIC1	PANANORTE
172.16.100.202	PC	ETAPANIC2	PANANORTE
172.16.100.209	PC	PLANETAPANC	PANANORTE

Tabla 1.14 Direccionamiento IP Punto de Venta PANANORTE. [6]

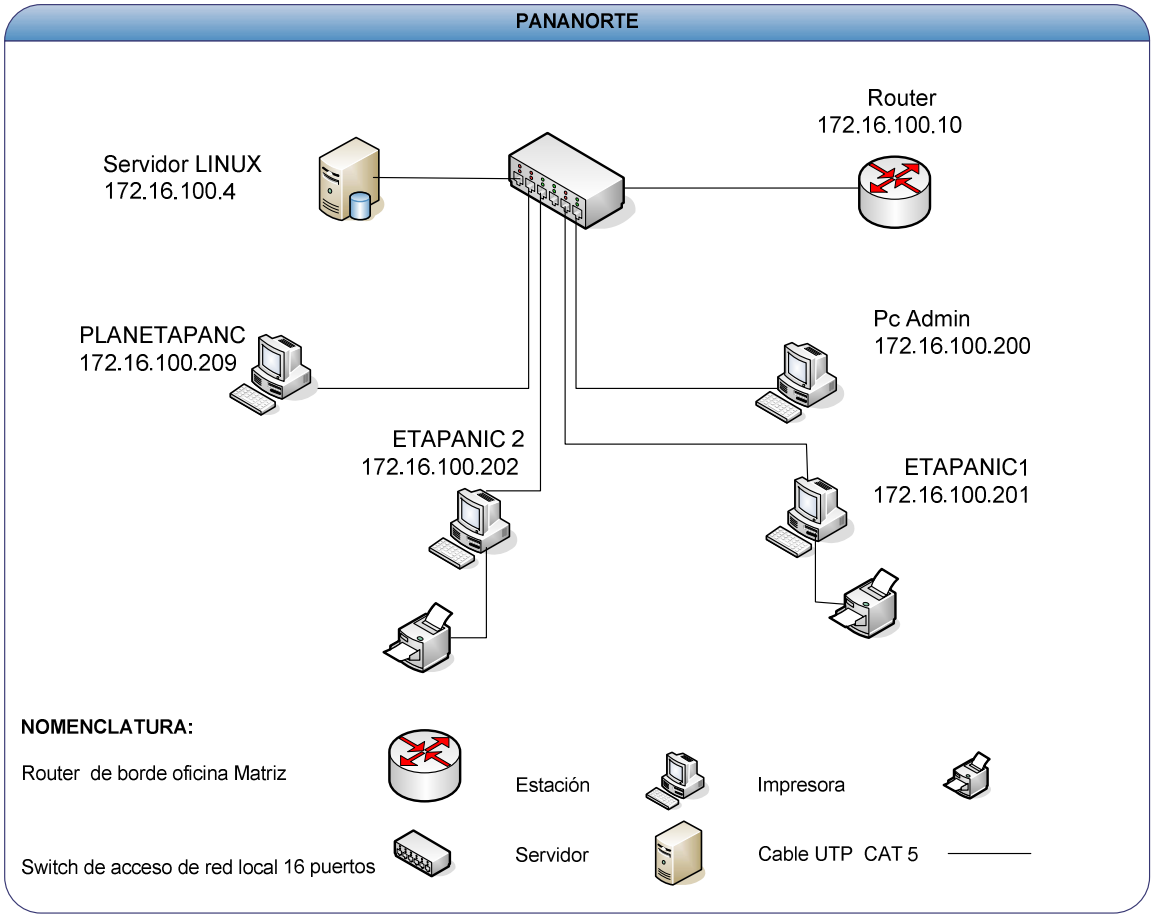


Figura 1.46 Red de datos Local PANANORTE. [6]

– ***Direccionamiento IP Punto de venta REBAJA MODA NORTE***

IP	TIPO DE EQUIPO	NOMBRE DEL EQUIPO	DEPARTAMENTO
172.16.100.210	SV	ETALIQUI	RMODA 2
172.16.100.211	PC	PcAdmin	RMODA 2
172.16.100.213	PC	ETALIQC1	RMODA 2
172.16.100.214	PC	ETALIQC2	RMODA 2

Tabla 1.15 Direccionamiento IP Punto de Venta REBAJA MODA NORTE. [6]

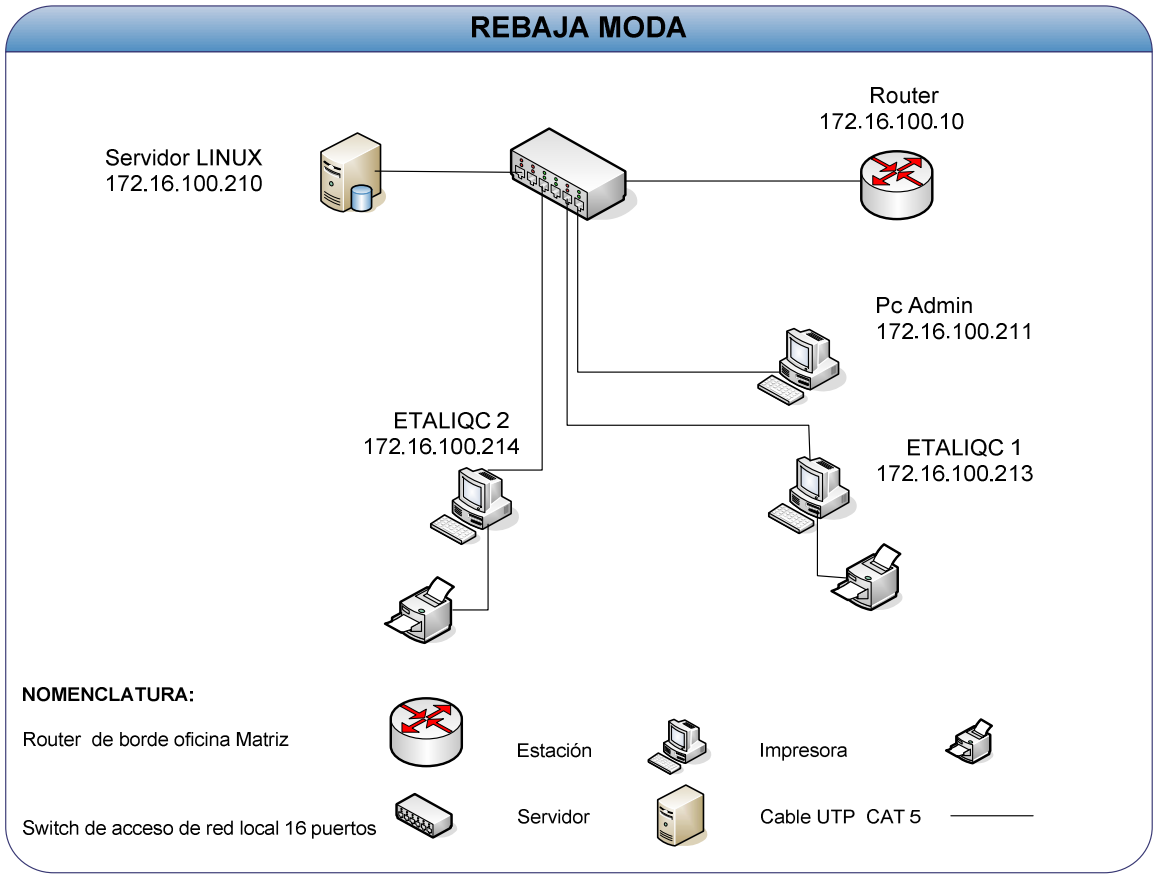


Figura 1.47 Red de datos Local REBAJA MODA NORTE. [6]

– ***Direccionamiento IP Punto de venta SAN LUÍS***

IP	TIPO DE EQUIPO	NOMBRE DEL EQUIPO	DEPARTAMENTO
172.16.114.1	SV	ETALIQUI	SAN LUÍS
172.16.114.10	ROUTER	ROUTER	SAN LUÍS
172.16.114.12	PC	ETASLC1	SAN LUÍS
172.16.114.13	PC	ETASLC2	SAN LUÍS
172.16.114.14	PC	ETASLC3	SAN LUÍS
172.16.114.15	PC	ETASLC4	SAN LUÍS
172.16.114.16	PC	ETASLC5	SAN LUÍS
172.16.114.17	PC	ETASLC6	SAN LUÍS
172.16.114.20	PC	PCADMIN	SAN LUÍS
172.16.114.25	PC	PLANETA ETASLC	SAN LUÍS

Tabla 1.16 Direccionamiento IP Punto de Venta SAN LUÍS. [6]

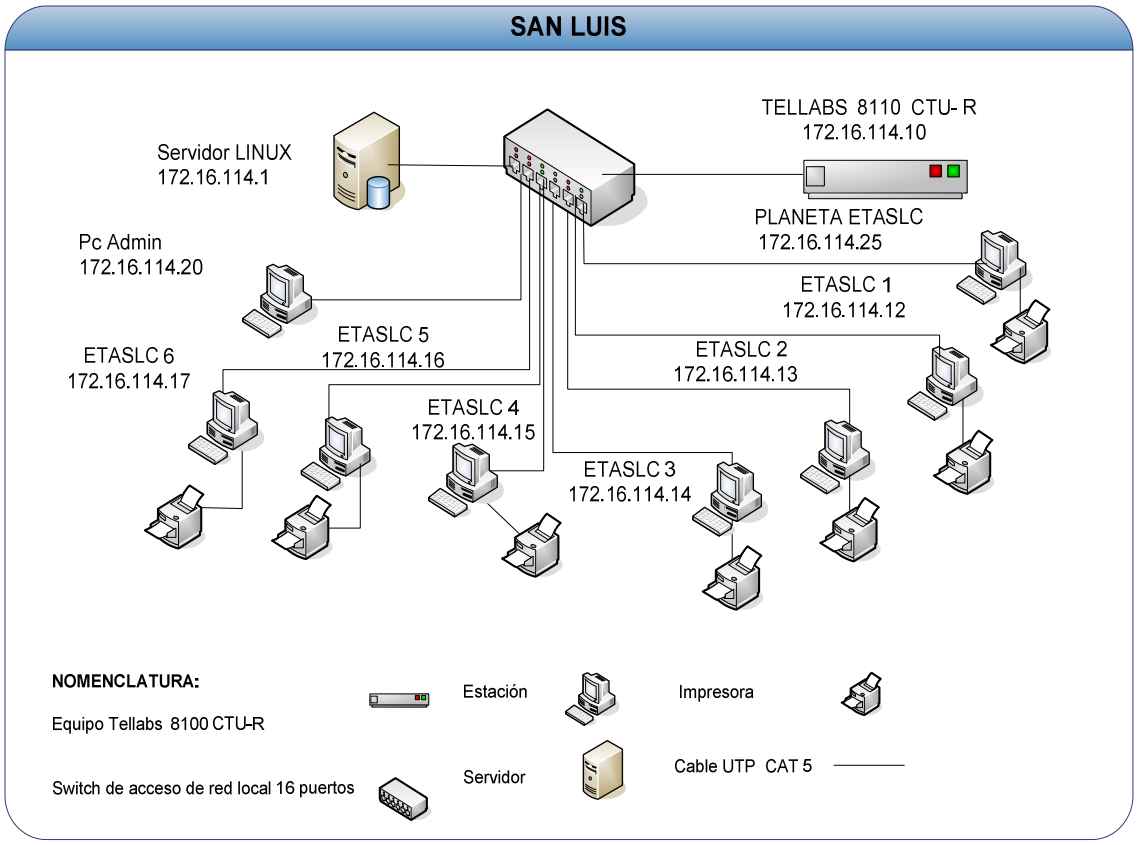


Figura 1.48 Red de datos Local SAN LUÍS. [6]

– ***Direccionamiento IP Punto de venta CONDADO***

IP	TIPO DE EQUIPO	NOMBRE DEL EQUIPO	DEPARTAMENTO
172.16.116.1	SV	ETALIQUI	CONDADO
172.16.116.10	ROUTER	ROUTER	CONDADO
172.16.116.12	PC	ETACND1	CONDADO
172.16.116.13	PC	ETACDN2	CONDADO
172.16.116.14	PC	ETACND3	CONDADO
172.16.116.15	PC	ETACND4	CONDADO
172.16.116.20	PC	PCADMIN	CONDADO

Tabla 1.17 Direccionamiento IP Punto de Venta CONDADO. [6]

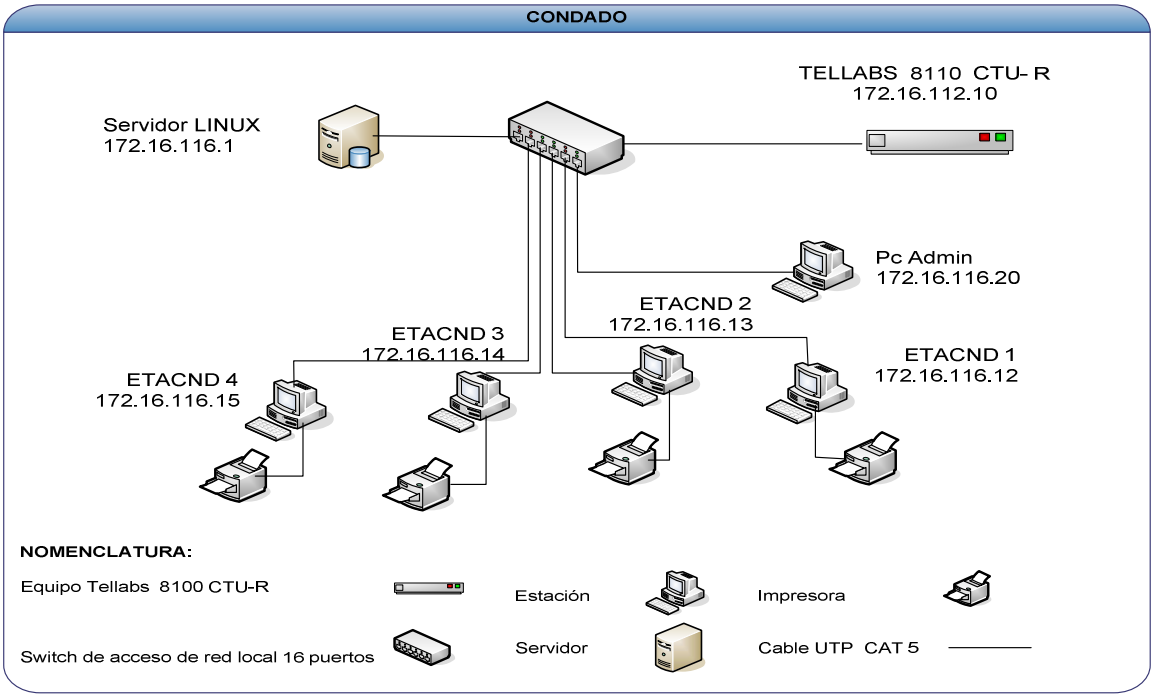


Figura 1.49 Red de datos Local CONDADO. [6]

1.5.3.2 Servicios redes Puntos de Venta

Las estaciones de los puntos de venta utilizan un servidor local, para acceder a la información que se encuentra almacenada en las base de datos que se encuentran en la oficina matriz.

1.5.3.3 RED WAN

La red WAN con la que cuenta la empresa permite enlazar todos los puntos de venta desplegados en la ciudad de Quito hacia la oficina matriz. Este servicio de transporte de datos es contratado a un proveedor de servicio de comunicación como es SURATEL, ya que a llevar a cabo está red conlleva costos muy altos para la empresa.

La empresa SURATEL utiliza un anillo de Fibra Óptica dentro de las ciudades de Quito, Guayaquil y Cuenca, con tecnología de transporte MPLS de alta velocidad.

Los puntos de venta para acceder a la red de SURATEL utiliza equipos TELLABS 8110 con la interfaz Fast Ethernet.

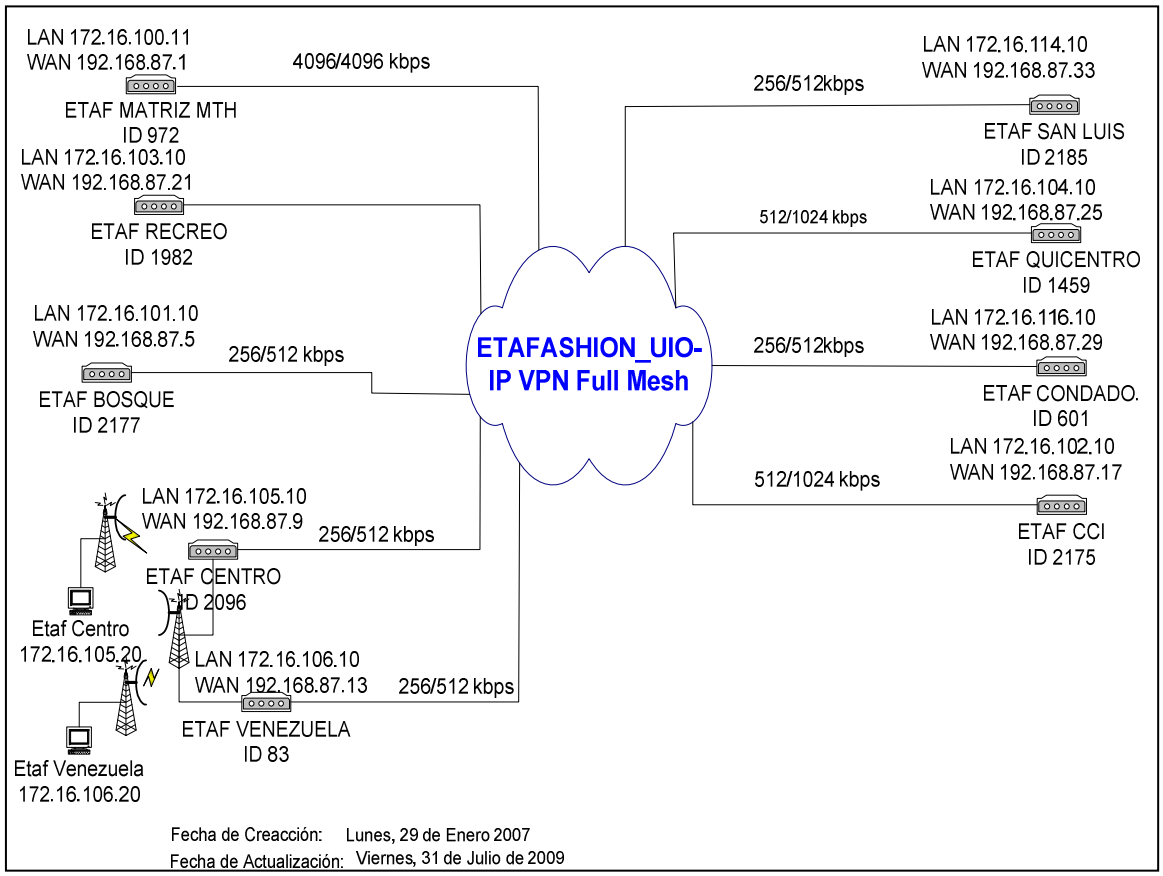


Figura 1.50 Red WAN empresa COMERCIAL ETATEX C.A. [7]

1.6 ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS DE LA RED

La red en la Oficina Matriz de la empresa COMERCIAL ETATEX C.A. presenta algunos requerimientos, que han sido determinados en base a la información proporcionada por entrevistas realizadas al personal del área de sistemas. Los resultados de las entrevistas mostraron cuales son los problemas y necesidades frecuentes que presenta la red. Estos problemas y necesidades de la red son los siguientes:

- La sobre utilización de direcciones IP
- Falta de restricción de acceso a ciertos lugares de la red.
- Alto consumo de ancho de banda, lo que provoca lentitud en el servicio de Internet.
- Presencia de lentitud en la red interna.

A partir de estos problemas se presentan los siguientes requerimientos para la red interna:

- Realizar un redireccionamiento de la red.
- Generar informes de las direcciones IP que son asignadas a equipos, donde es crucial tener una dirección IP fija, como es el caso de Servidores, impresoras y equipos de red.
- Utilizar el servicio DHCP de los router inalámbricos, el cual permite asignar automáticamente una dirección IP a los host inalámbricos de la red (laptops y PALMS), ya que estos son utilizados eventualmente en reuniones.
- Creación de VLAN's para la restricción de algunas estaciones a ciertos lugares de la red.
- Crear listas de acceso en los equipos de red, con el fin de bloquear algunas funciones a los usuarios, y solo asignar las funciones necesarias para su trabajo.
- Realizar mediciones del tráfico que cursa por la red, que permita tener un valor real de cual es el tráfico de la red.

- Análisis del tráfico que cruza por la red, que permita observar cual es el tráfico por protocolos dentro de la red.
- Realizar el estudio de factibilidad de utilizar enlaces ópticos inalámbricos con tecnología Free Space Optical (FSO).

Este último requerimiento es uno de los objetivos del proyecto, ya que contar con enlaces propietarios ayudará a bajar costos de transporte de datos entre puntos de venta.

1.7 ANÁLISIS DEL TRÁFICO

El análisis de tráfico de la red fue medido en la red oficina matriz y de los puntos de red. Los programas de captura de tráfico son basados en el protocolo SNMP. *COLASOFT CAPSA* permite observar la cantidad de tráfico por protocolo que cursa en toda la red o en cada estación, además se puede observar las aplicaciones que está usando una estación. Las mediciones arrojan los siguientes resultados:

TIPO DE TRÁFICO	TAMAÑO DE TRÁFICO (KBYTES)
NETBIOS	64580
RCTP	955
OTROS	12806
DNS	618,221
BOOTP	1,4
TOTAL	78960,621
NETBIOS	21,747
HTTP	6,832
OTROS	6,525
TELNET	0,384
MSRDP	0,14
HTTP PROXY	0,66
CIFS	31,415
TOTAL	67,703
ICMP	36,156
TOTAL	79064,48

Tabla. 1.18 Tráfico que cursa la red de la oficina matriz.

Como muestran los datos tomados por el programa Colasoft Capsa se tiene un tráfico de 79.064 Mbytes, en la red de la oficina matriz.

Para los enlaces en los puntos de venta hacia la oficina matriz se ha obtenido datos de tráfico proporcionados por el carrier, el programa utilizado es Orion System, obteniendo los siguientes resultados:

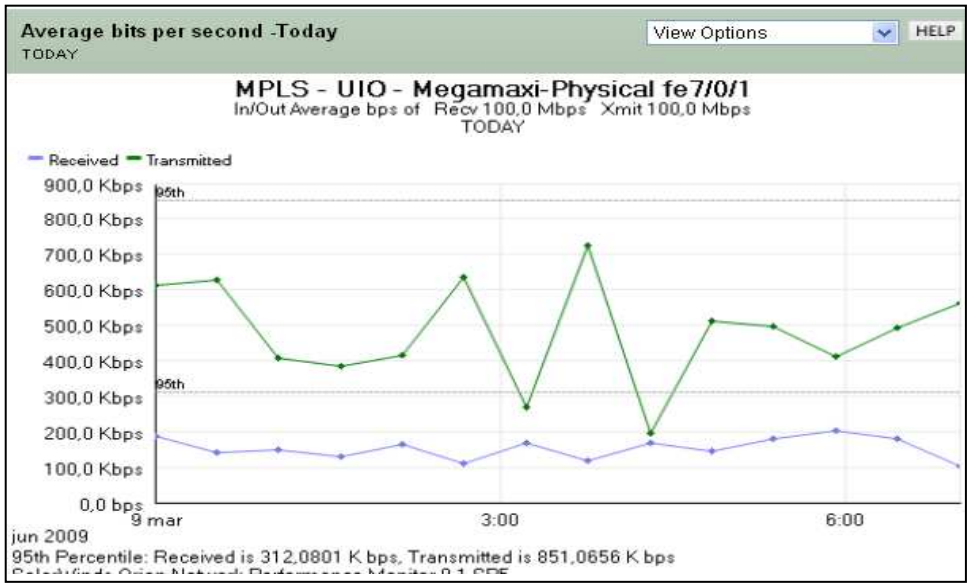


Figura 1.51 Tráfico que cursa desde un punto de venta hacia la oficina matriz. [7]

La Figura 1.51 muestra el tráfico que cursa por la interfaz fastethernet, la cual permite enlazar al punto de red y a la oficina, como se observa se tiene un tráfico máximo es de 700 Kbps.

1.8 ESTIMACIÓN DE TRÁFICO

El dimensionamiento del tráfico está basado en las aplicaciones que son permitidas y ocupadas por los usuarios en cada una de las secciones en la red de la oficina matriz. En las estaciones en los puntos de venta, estas se limitan a realizar peticiones a base de datos, siendo este el único servicio que utilizan de la red.

1.8.1.1 Estimación de tráfico Oficina Matriz

1.8.1.1.1 Estimación de tráfico servicio Internet

La utilización de Internet solo se permitirá a las estaciones del área de Sistemas y Gerencia. La estimación del tráfico parte de la encuesta efectuada al personal de la oficina matriz ANEXO 4.

La encuesta indica que en un lapso de tiempo de una hora, se revisa alrededor de 5.75 páginas Web, con un promedio de descarga de información de 3.2 Mbytes. Partiendo del tamaño estándar de una página de 600 Kbytes se determina el tráfico por usuario de la siguiente manera:

$$\text{Tráfico Internet} = \frac{6*600\ \text{KByte}}{1\ \text{Hora}} \cdot \frac{1\ \text{Hora}}{3600\ \text{s}} \cdot \frac{1000\ \text{Byte}}{1\ \text{KByte}} \cdot \frac{8\ \text{Bits}}{1\ \text{Byte}} + \frac{3.2\ \text{MByte}}{1\ \text{Hora}} \cdot \frac{1\ \text{Hora}}{3600\ \text{s}} \cdot \frac{1000000\text{Byte}}{1\ \text{MByte}} \cdot \frac{8\ \text{Bits}}{1\ \text{Byte}}$$

$$\text{Tráfico Internet} = 8000 + 7111.11\text{bits/s}$$

$$\text{Tráfico Internet} = 15111.11\text{bits/s}$$

$$\text{Tráfico Internet} = 15{,}11\ \text{Kbits/s}$$

El tráfico total se encuentra multiplicando el tráfico determinado por usuario por el número de estaciones de las secciones autorizadas Sistemas y Gerencia, obteniendo lo siguiente:

$$Tráfico\ \ Total\ \ Internet = Tráfico\ \ Internet\ \ por\ \ usuario \times Número\ \ de\ \ usuarios\ \ permitidos$$

$$Tráfico\ \ Total\ \ Internet = 15{,}11\ \ Kbps \times 30$$

$$Tráfico\ \ Total\ \ Internet = 453{,}33\ \ Kbps$$

1.8.1.1.2 Estimación de tráfico servicio Correo Interno

El servicio de correo electrónico es utilizado por todas las estaciones en la red de la oficina matriz. Los resultados de la encuesta realizada muestran que alrededor de 7 correos son revisados por hora. Partiendo del tamaño estándar de un mensaje de correo de 300 Kbytes [2], se determina cuál es el tráfico por un usuario durante una hora.

$$Tráfico\ \ Correo = \frac{7 * 300\ \ KByte}{1\ \ Hora} \cdot \frac{1\ \ Hora}{3600\ \ s} \cdot \frac{1000\ \ Byte}{1\ \ KByte} \cdot \frac{8\ \ Bits}{1\ \ Byte}$$

$$Tráfico\ \ Correo = 4666.66\ \ bits/s$$

$$Tráfico\ \ Correo = 4.66\ \ Kbits/s$$

Considerando todas las secciones de la empresa en la oficina matriz, el tráfico total de este servicio es:

$$Tráfico\ Total\ Correo = Tráfico\ Correo\ por\ usuario \times Número\ de\ usuarios\ permitidos$$

$$Tráfico\ Total\ Correo = 4.66\ \ Kbps \times 211$$

$$Tráfico\ Total\ Correo = 983.26\ \ Kbps$$

1.8.1.1.3 Estimación de tráfico de transacciones hacia puntos de venta

Este tráfico corresponde al chequeo remoto de los servidores y soporte a usuarios en los puntos de venta. Este trabajo los realiza el personal de Sistemas,

[2] Datos tomados por Análisis de Correo Electrónico , Universidad de Málaga , España

manejando paquetes de un tamaño promedio de 150Kbytes. Tomado en cuenta que se realizaría una transacción por hora el tráfico por usuario es:

$$Tráfico\ \ hacia\ \ Punto\ \ Venta = \frac{1*150\ \ KByte}{1\ \ Hora} \cdot \frac{1\ \ Hora}{3600\ \ s} \cdot \frac{1000\ \ Byte}{1\ \ KByte} \cdot \frac{8\ \ Bits}{1\ \ Byte}$$

$$Tráfico\ \ hacia\ \ Punto\ \ Venta = 333{,}333\ \ bits/s$$

$$Tráfico\ \ hacia\ \ Punto\ \ Venta = 333\ \ bits/s$$

$$Tráfico\ \ Total\ \ hacia\ \ Punto\ \ Venta = Tráfico\ \ \ Punto\ \ Venta \times Número\ \ de\ \ host\ \ Sistemas$$

$$Tráfico\ \ Total\ \ hacia\ \ Punto\ \ Venta = 333{,}33\ \ Kbps \times 4$$

$$Tráfico\ \ Total\ \ hacia\ \ Punto\ \ Venta = 1.33\ \ Kbps$$

1.8.1.1.4 Estimación de tráfico de consultas a bases de datos

Varias secciones de la empresa realizan consultas hacia las bases de datos. El resultado de la encuesta indica que se tiene 30 consultas por usuario en una hora. Esto es evidente, ya que el negocio de la empresa es importación y producción. Tomado en cuenta el tamaño estándar de un paquete de 200 Kbytes, se calcula el tráfico por usuario obteniendo lo siguiente:

$$Tráfico\ \ Consulta\ \ Base\ \ Datos = \frac{30*200\ \ KByte}{1\ \ Hora} \cdot \frac{1\ \ Hora}{3600\ \ s} \cdot \frac{1000\ \ Byte}{1\ \ KByte} \cdot \frac{8\ \ Bits}{1\ \ Byte}$$

$$Tráfico\ \ Consulta\ \ Base\ \ Datos = 13333{,}33\ \ bits/s$$

$$Tráfico\ \ Consulta\ \ Base\ \ Datos = 13{,}33\ \ Kbits/s$$

$$Tráfico\ Total\ \ Consulta\ Base\ \ Datos = Tráfico\ \ \ Punto\ Venta \times Número\ de\ \ host\ \ Sistemas$$

$$Tráfico\ Total\ \ Consulta\ Base\ \ Datos = 13{,}33\ \ Kbps \times 181$$

$$Tráfico\ Total\ \ Consulta\ Base\ \ Datos = 2{,}41\ \ Mbps$$

1.8.1.2 Estimación Punto de Venta

Desde los puntos de venta se realizan consultas a su servidor local, y éste al servidor de base de datos que se encuentra en la oficina matriz. Durante un día se realizan 20 transacciones por hora, cada transacción tiene un tamaño de 200 Kbytes. El tráfico por usuario es:

$$Tráfico\ \ de\ \ Punto\ \ Venta = \frac{20*200\ \ KByte}{1\ \ Hora} \cdot \frac{1\ \ Hora}{3600\ \ s} \cdot \frac{1000\ \ Byte}{1\ \ KByte} \cdot \frac{8\ \ Bits}{1\ \ Byte}$$

$$Tráfico\ \ de\ \ Punto\ \ Venta = 8888{,}88\ \ bits/s$$

$$Tráfico\ \ de\ \ Punto\ \ Venta = 8{,}88\ \ Kbits/s$$

$$Tráfico\ Total\ \ de\ \ Punto\ Venta = Tráfico\ \ Punto\ Venta \times Número\ de\ \ Puntos\ \ de\ \ Venta \times Numero\ Host$$

$$Tráfico\ Total\ \ de\ \ Punto\ Venta = 8{,}88\ \ Kbps \times 8 \times 3$$

$$Tráfico\ Total\ \ de\ \ Punto\ Venta = 211{,}2\ \ Kbps$$

En resumen el tráfico que se espera en la empresa con un crecimiento del 10% se detalla a continuación en la Tabla 1.19.

TIPO DE SERVICIO	TRAFICO POR SERVICIO (KBytes)
Internet	453,33
Correo Electrónico	983,26
Transacciones hacia puntos de venta	1,3
Base de Datos	2410
Transacciones desde puntos de venta	211,2
SUBTOTAL	4059,09
Crecimiento 10%	405,909
TOTAL	4464,999

Tabla. 1.19 Tráfico Total estimado que cursará por la red.

CAPITULO 2

REDISEÑO DE RED

CAPITULO II

2 REDISEÑO DE LA RED

El presente capítulo desarrolla el nuevo diseño de red para la empresa COMERCIAL ETATEX C.A, el cual se encuentra basado en la información proporcionada por la situación actual de la empresa, los requerimientos que necesita y el ancho de banda que utiliza.

Además se realizará el análisis de factibilidad que permita contar a la empresa con enlaces urbanos propietarios, que enlacen la oficina matriz y los puntos de venta.

El cableado que tiene la empresa en la oficina matriz es contratado a una empresa especializada y en los puntos de venta el arrendador entrega los puntos de red al arrendatario, por lo cual este aspecto no es analizado en este capítulo.

2.1 DESARROLLO DE LOS REQUERIMIENTOS DE LA RED

El capítulo anterior ayuda al desarrollo de los requerimientos que necesita la red. Para desarrollarlos se han planteado las siguientes actividades:

- Creación de VLAN
- Plan de redireccionamiento
- Políticas de red
- Seguridad
- Requerimientos de equipos

Entre los requerimientos de la red se encuentra el análisis del tráfico que cursa por la red, lo cual fue realizado en el primer capítulo.

2.1.1 CREACIÓN DE VLAN

Para realizar la creación de las VLAN, se ha dividido a las secciones que tiene la empresa en grupos de acuerdo a las tareas que realizan. De esta forma se ha obtenido las siguientes VLAN:

- SISTEMAS
- ECONOMÍA
- IMPORTACIONES
- PUBLICIDAD
- ADMINISTRATIVA

VLAN SISTEMAS está conformada por las estaciones del personal de sistemas. Además de los equipos de red y todos los servidores ya que sólo este personal está a cargo de dichos equipos.

VLAN ECONOMÍA consta de las secciones Crédito, Contraloría, Contabilidad, Auditoría de ventas, Tesorería. Esta asignación se ha realizado, debido a que todas estas secciones necesitan de mutua colaboración para realizar su trabajo.

VLAN IMPORTACIONES consta de las secciones Importaciones, Inventarios, Bodega, Mercadeo y puntos de venta que se encuentran en la oficina matriz., se asignado de esta manera con el fin de que estas secciones puedan intercambiar información crucial para su trabajo.

VLAN PUBLICIDAD está conformada por las secciones de Visual y Mercadeo. Estas secciones conjuntamente se encargan de mantener una buena imagen empresarial hacia el mercado.

VLAN ADMINISTRATIVA se compone de las secciones de Gerencia y RRHH. Esta asignación se realiza ya que estas secciones trabajan conjuntamente para el correcto desenvolvimiento del personal y el crecimiento de la empresa.

Las estaciones que pertenecen a la misma VLAN, pero que están conectados en diferentes switch capa 2 o 3, pueden tener conectividad con el uso de protocolo de troncalizado de VLAN (VTP) 802.1Q, protocolo estándar para enlaces troncales entre switch.

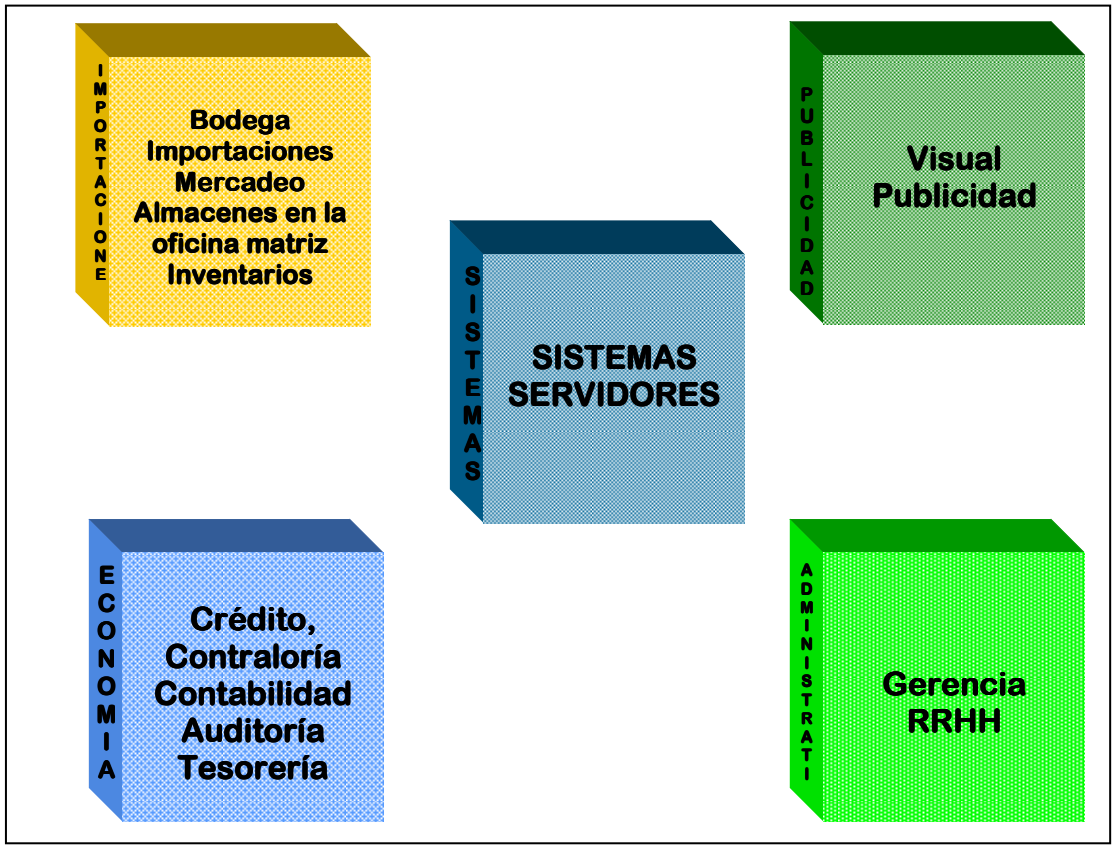


Figura 2.1 VLAN asignadas.

2.1.2 PLAN DE REDIRECCIONAMIENTO

2.1.2.1 Oficina Matriz

El direccionamiento de la oficina matriz se basa en las VLAN ya creadas de acuerdo a sus actividades. Se ha tomado en cuenta el direccionamiento original de la empresa, así se mantiene el número de estaciones y las direcciones de los servidores. La Tabla 2.1 tiene diferente números de estaciones de cada sección,

sin incluir direcciones que estaban asignados a una misma estación y otras innecesarias.

VLAN	AREA	NUMERO DE HOST	TOTAL VLAN	CRECIMIENTO
SISTEMAS	SERVIDORES	9	54	59
	SERVIDORES II	5		
	RW SNMP	6		
	OTROS SERVERS	3		
	NO UTILIZABLES	4		
	EVENTUALES	6		
	SISTEMAS	21		
ECONOMIA	CREDITO	25	55	61
	CONTRALORIA	7		
	CONTABILIDAD	6		
	AUDITORIA	7		
	TESORERIA	10		
IMPORTACIONES	IMPORTACIONES	5	50	55
	INVENTARIOS I	4		
	BODEGA	3		
	MERCADEO	26		
	INVENTARIOS II	4		
	PUNTOS DE VENTA	8		
PUBLICIDAD	VISUAL	10	16	18
	PUBLICIDAD	6		
ADMINISTRATIVA	RRHH	4	13	14
	GERENCIA	9		

Tabla 2.1 Número de Host por área. [6]

Para realizar el direccionamiento se utiliza el método VLSM, el cual permite una mejor utilización de las direcciones sin desperdiciarlas. Utilizando la dirección IP privada que es la 172.16.100.0 y el número de estaciones de cada VLAN se tiene el siguiente direccionamiento.

VLAN SISTEMAS contiene 59 host por lo cual de los 8 bits disponibles de la dirección 172.16.100.0 necesitamos 6 bits para host. Para esto se utiliza la regla de direccionamiento.

$$\#\ Host = 2^n - 2$$

$$\#\quad Host = 2^6 - 2$$

$$\#\quad Host = 62$$

donde n es el número de bits para host y se resta 2 debido a que no se utiliza la dirección de red y broadcast.

172. 16. 100. 0 0 | 0 0 0 0 0 0
172. 16. 100. 0 1 | 0 0 0 0 0 0
172. 16. 100. 1 0 | 0 0 0 0 0 0
172. 16. 100. 1 1 | 0 0 0 0 0 0

De esta manera obtenemos cuatro direcciones 172.16.100.0, 172.16.100.64, 172.16.100.128 y 172.16.100.192, asignando las direcciones de la siguiente manera:

- VLAN SISTEMAS la dirección 172.16.100.0
- VLAN ECONÓMICA la dirección 172.16.100.64
- VLAN IMPORTACIONES la dirección 172.16.100.128

Las VLANs ADMINISTRATIVA y PUBLICIDAD contienen 14 Y 18 respectivamente por lo cual se tiene disponibles 5 bits de la dirección 172.16.100.64 necesitando 5 bits para los host.

$$\#\quad Host = 2^5 - 2$$

$$\#\quad Host = 30$$

172. 16. 100. 1 1 0 | 0 0 0 0 0
172. 16. 100. 1 1 1 | 0 0 0 0 0

De esta manera obtenemos dos direcciones 172.16.100.192 y 172.16.100.224 asignando a las VLAN ADMINISTRATIVA y VLAN PUBLICIDAD

respectivamente. Una vez realizado el direccionamiento por medio de VLSM se tiene el siguiente direccionamiento.

VLAN	ÁREA	NUMERO DE HOST	RANGO	SUBMASCARA
SISTEMAS	SERVIDORES	9	172.16.100.1 172.16.100.9	255.255.255.192 255.255.255.192
	SERVIDORES II	5	172.16.100.10 172.16.100.14	255.255.255.192 255.255.255.192
	RW SNMP	6	172.16.100.15 172.16.100.20	255.255.255.192 255.255.255.192
	OTROS SERVERS	3	172.16.100.21 172.16.100.23	255.255.255.192 255.255.255.192
	NO UTILIZABLES	4	172.16.100.24 172.16.100.27	255.255.255.192 255.255.255.192
	EVENTUALES	6	172.16.100.28 172.16.100.33	255.255.255.192 255.255.255.192
	SISTEMAS	21	172.16.100.34 172.16.100,54	255.255.255.192 255.255.255.192
ECONÓMICA	CRÉDITO	25	172.16.100.65 172.16.100.89	255.255.255.192 255.255.255.192
	CONTRALORÍA	7	172.16.100.90 172.16.100.96	255.255.255.192 255.255.255.192
	CONTABILIDAD	6	172.16.100.97 172.16.100.102	255.255.255.192 255.255.255.192
	AUDITORIA	7	172.16.100.103 172.16.100.109	255.255.255.192 255.255.255.192
	TESORERÍA	10	172.16.100.110 172.16.100.119	255.255.255.192 255.255.255.192
IMPORTACIONES	IMPORTACIONES	5	172.16.100.129 172.16.100.133	255.255.255.192 255.255.255.192
	INVENTARIOS I	4	172.16.100.134 172.16.100.137	255.255.255.192 255.255.255.192
	BODEGA	3	172.16.100.138 172.16.100.140	255.255.255.192 255.255.255.192
	MERCADEO	26	172.16.100.141 172.16.100.166	255.255.255.192 255.255.255.192
	INVENTARIOS II	4	172.16.100.167 172.16.100.170	255.255.255.192 255.255.255.192
	ALMACÉN PANANORT	4	172.16.100.171 172.16.100.174	255.255.255.192 255.255.255.192
	ALMACÉN RMODA	4	172.16.100.175 172.16.100.178	255.255.255.192 255.255.255.192
PUBLICIDAD	VISUAL	10	172.16.100.193 172.16.100.202	255.255.255.224 255.255.255.224
	PUBLICIDAD	6	172.16.100.203 172.16.100.208	255.255.255.224 255.255.255.224
ADMINISTRATIVA	RRHH	4	172.16.100.225 172.16.100.228	255.255.255.224 255.255.255.224
	GERENCIA	9	172.16.100.229 172.16.100.237	255.255.255.224 255.255.255.224

Tabla 2.2 Direccionamiento de estaciones por secciones. [6]

Dentro del direccionamiento se cuenta con Puntos de Acceso (AP) en las VLAN ECONÓMICA y ADMINISTRATIVA, estos equipos permiten acceder a los servicios de la red en forma inalámbrica.

2.1.2.2 Puntos de Venta

Los puntos de venta deben tener un direccionamiento de acuerdo al número de estaciones y su servidor local. Estas direcciones se conservarán ya que al pertenecer a otra red no implican problema para la red de la oficina matriz.

2.1.3 CREACIÓN DE LISTAS DE ACCESO

Las VLANs creadas permitirán cruzar tráfico entre estaciones que pertenezcan a la misma VLAN, pero es necesario que ciertas secciones tengan acceso a algunos servicios e ingresar a otras VLAN o toda la red, por lo cual se utiliza listas de acceso (ACL) en el router de borde.

La realización de las listas de acceso está basada en los siguientes lineamientos:

- Permitir el acceso a toda la red solo a las estaciones del personal de Sistemas.
- Permitir al acceso a las estaciones de cada gerente a su respectiva sección.
- Permitir el acceso a servidores puntuales a las diferentes secciones para que cada puedan cumplir con su trabajo.
- Permitir el acceso al servicio de Internet solo a las secciones de Sistemas y Gerencia.
- Permitir el acceso a los servidores de los puntos de venta al servidor de sistemas.
- Permitir el acceso de los servidores de los puntos de venta solo a las estaciones de sistemas.

La lista de acceso extendida es lo más indicado a utilizar en el router, debido a que permite varias ventajas como:

- Chequeo de tráfico de la estación origen
- Chequeo de tráfico de la estación destino
- Cheque de tráfico por protocolo y servicios (número de puerto)

Para permitir el acceso a toda la red únicamente a las estaciones de la sección de sistemas, se utilizará una lista de acceso por estación de origen, de esta manera una estación de sistemas puede ingresar a la toda la red, sin que las demás estaciones tengan acceso a esta.
De igual con el uso de lista de acceso extendida por estación origen, se permitirá a cada estación de gerencia el acceso al rango de estaciones de su respectiva sección.

Servidores puntuales permitirán el acceso a las estaciones de las diferentes secciones para que realizan su trabajo, mediante el uso de una lista de acceso extendida por estación destino.

El acceso a Internet se realizará por medio de una lista de acceso por servicio (puerto 80) que permita el acceso a las secciones de Sistemas y gerencia, y niegue a las demás estaciones de la red.

Para que los servidores de los puntos de venta tengan acceso al servidor en sistemas, se realizara una lista de acceso por estación destino, así desde el punto remoto solo podrá ingresar hasta este servidor.
Para el acceso de los servidores por las estaciones de sistemas, se utilizarán listas de acceso por estación en el router de la oficina matriz y en los router que tienen enlaces FSO.

2.1.4 POLÍTICAS EN LA RED

Las políticas de red que se establece en la empresa COMERCIAL ETATEX S.A., están dirigidas para dar lineamientos a dos grandes campos que son:

- Seguridad
- Administración

2.1.4.1 Seguridad

Estas políticas tiene el fin de permitir un control pleno sobre el movimiento del tráfico dentro y fuera de la red. Además de manejar permisos o privilegios de ciertas estaciones a secciones sensibles de la red, así como también a equipos. Siendo estas políticas necesarias debido a que lo primordial es la seguridad de información estratégica de la red, así como servicios tales como el Internet. Tomando en cuenta estos objetivos se tienen las siguientes normativas:

1. Los equipos de networking como son: Router, Switch, Servidores, Central telefónica, CTU-R y Access Point, sólo se permitirá acceso al personal de Sistemas, tanto vía telnet con listas de acceso extendidas creadas en el Router y por consola con claves que sólo tendrá el administrador.

2. Las gerencias podrán ingresar a sus respectivas áreas, además de permitirse el acceso a Internet con la ayuda de listas de acceso extendidas creadas en el router.

3. Las diferentes áreas se les permitirá únicamente el acceso a estaciones dentro de su VLAN a más de servidores que son necesarios para su trabajo.

4. El uso de los equipos inalámbricos Puntos de Acceso (AP), está dirigido de la siguiente manera:

    a. Access Point de Sala de reuniones utilizado para las estaciones portátiles de la gerencia.
    b. Access Point de Inventarios utilizado para Palms del personal de Inventarios.
    c. Access Point de Sistemas utilizado para estaciones portátiles del personal de Sistemas. Estos accesos son temporales, sin necesidad de asignar nuevas direcciones ya que al contar con servicio de DHCP se asigna a las estaciones inalámbricas una dirección IP diferente a la red de la oficina matriz. Además para utilizar los

servicios de red se utiliza la transformación de direcciones mediante NAT.

5. Las estaciones de trabajo deben contar con una cuenta de usuario y contraseña, para tener acceso a su estación, la cual tendrá instalado aplicaciones realmente necesarias para su trabajo.

2.1.4.2 Administración

La administración de la red debe contemplar varios aspectos como llevar una correcta organización de la red. Es preciso llevar un correcto inventario de equipos y estaciones de red, como también la asignación de direcciones y un análisis de problemas que se presenten en la misma. Para esto consideramos las siguientes normativas:

1. Contar con un registro pormenorizado de todos los equipos de la red, direcciones MAC, marca, última actualización del servicio operativo, incluyendo el usuario responsable del equipo.

2. Contar con un archivo respaldado de usuarios y contraseñas de equipos de red.

3. Contar un registro de direcciones IP asignadas a cada equipo de la red. El cual deberá ser modificado en caso de eliminarse algún equipo o se cambie su dirección.

4. Guardar respaldos de información de cada uno de los servidores, además de configuraciones de equipos de red.
5. Contar con un protocolo de pruebas para revisar daños en la red y asignar el personal que atenderá dichos problemas. Así como también para solicitar asesoría al proveedor de los equipos, carrier e ISP.

6. Realizar informes de los problemas presentados en la red, que permitan contar con un registro de fallas y soluciones tomadas.

7. Instalar analizadores de tráfico dirigidas a las direcciones de equipos de networking e ISP, para contar con estadísticas de tráfico que son utilizadas por los mismos.

8. Instalar sistemas de monitoreo multiping basados en SMNP como What's Up que nos permitirá conocer el momento de caída de un equipo.

2.1.5 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE FSO

En el capítulo anterior se determina el tráfico cruzado entre los puntos de venta y la matriz, el cual corresponde a peticiones de la base de datos y otros servidores. Para el personal de los puntos de venta no está permitido el ingreso a Internet desde las estaciones. Por lo cual el contratar un enlace de capacidad de un E1, refiriéndonos a enlaces SDH, se encuentra subutilizado.

Los enlaces FSO permiten obtener varios rangos de velocidades hasta 1250Mbps, pero cumpliendo con aspectos como son distancias máximas permitidas por los equipos y sobre todo la disponibilidad de tener línea de vista entre los mismos. Por lo tanto es primordial realizar un análisis de distancias y alturas de entre los puntos de venta dentro de la ciudad de Quito y con estos datos determinar entre cuales puntos de venta es posible instalar estos enlaces y que topología física de red sería implementada.

2.1.5.1 Análisis de distancias y alturas entre Puntos de venta y Oficina Matriz

En la ciudad de Quito existen 11 puntos de venta desplegados a lo largo de la misma. Los locales PANANORTE y REBAJA MODA se encuentran ligados a la

red de la oficina matriz, por lo cual estos puntos de venta no se tomarán en cuenta dentro del análisis.

La Tabla 2.3 muestra la posición geográfica de cada local, su altura sobre el nivel del mar y su distancia hacia la oficina matriz.

UBICACIÓN	POSICIÓN GEOGRÁFICA	ALTURA(m)	DISTANCIA A OFICINA MATRIZ (m)
BOSQUE	0°09' 42.7 '' S 78°29' 52'' O	2893	4.345
QUICENTRO	0°10' 34.6'' S 78°28' 42'' O	2782	5.504
CCI	0°09' 40.85 '' S 78°29' 07.9'' O	2780	5.703
CALLE GUAYAQUIL	0°13' 17.7 '' S 78°30' 42.32'' O	2819	11.058
RM VENEZUELA	0°13' 17.2 '' S 78°30' 45.2'' O	2819	11.078
RECREO	0°15' 08.7 '' S 78°31' 21.2'' O	2819	14.677
CONDADO	0°06' 11.7 '' S 78°29' 23.3'' O	2706	2.807
SAN LUÍS	0°18' 17.2 '' S 78°26' 54'' O	2474	20245
MATRIZ	0°07' 36.1 '' S 78°28' 48.9'' O	2876	0

Tabla 2.3 Distancias de puntos de venta hacia Oficina Matriz. [38]

La Tabla 2.3 muestra que los puntos de venta Quicentro, CCI, Calle Guayaquil, Calle Venezuela, Recreo y San Luís, tienen distancias hacia la Oficina Matriz mayores a 5 Km. Por lo que cual estos enlaces no son factibles, ya que un enlace FSO pueden manejar distancias de hasta 4 Km.

Al analizar las posiciones geográficas de la Tabla 2.3, se puede observar que varios puntos de venta tienen cercanía como se observa en las Figuras 2.2 y 2.3. Por esta razón se ha agrupado estos puntos de venta en dos grupos de acuerdo a su cercanía, así tenemos:

- Norte- Centro
- Sur-Centro

Figura 2.2 Puntos de venta cercanos Norte - Centro de Quito. [38]

Figura 2.3 Puntos de venta cercanos Sur- Centro de Quito. [38]

Tomando la distancia de los puntos más cercanos hacia la Oficina Matriz de estos dos subgrupos Norte- Centro y Sur-Centro de Quito, se tiene la Tabla 2.4, esta muestra que el subgrupo con mejores posibilidades de enlace hacia la Oficina Matriz Av. 10 de agosto N60-122 y Sta. Lucía es el Norte-Centro.

SUBGRUPO	PUNTO DE VENTA	DISTANCIA A OFICINA MATRIZ (m)
NORTE-CENTRO	BOSQUE	4.345
	QUICENTRO	5.504
	CCI	5.703
SUR-CENTRO	CALLE GUAYAQUIL	11.058
	RM VENEZUELA	11.078
	RECREO	14.677

Tabla 2.4 Distancias de subgrupos hacia Oficina Matriz. [38]

La Tabla 2.5 muestra que las distancias de puntos de venta del subgrupo Norte-Centro factibles para los enlaces FSO. Se debe señalar que también el punto de venta del Condado cumple con la distancia máxima permitida.

TRAMO DE PUNTOS DE VENTA	DISTANCIA (m)
BOSQUE- CCI	2266
BOSQUE- QUICENTRO	2694
QUICENTRO- CCI	710

Tabla 2.5 Distancias entre puntos de venta de subgrupo Norte –Centro. [38]

2.1.5.2 Análisis de línea de vista entre Puntos de venta y Oficina Matriz

Además de la distancia máximas permitidas entre los cabezales, los enlaces FSO deben cumplir con línea de vista entre los límites de los enlaces para que puedan ser utilizados.

El punto de venta Condado tiene una distancia hacia la oficina Matriz adecuada para el enlace FSO, la altura del lugar es de 2706 metros y no tiene vista directa hacia la oficina Matriz, por lo cual no es posible utilizar un enlace con FSO.

La disponibilidad de línea de vista de los puntos de venta se realizó determinando si existe línea de vista entre estos puntos de venta.

Entre los puntos de venta Quicentro y CCI la Figura 2.4 tomada desde el Centro Comercial CCI, muestra la disponibilidad de línea de vista entre los puntos de venta Quicentro y CCI.

Figura 2.4 Imagen tomada desde Centro Comercial CCI hacia el Centro Comercial Quicentro Shopping con acercamiento.

El punto de venta Bosque tiene dos posibilidades de enlace de acuerdo a la distancia, el primero hacia el punto de venta CCI y el segundo hacia el punto de venta Quicentro.

Desde la azotea del centro comercial no se puede observar los puntos de venta CCI y Quicentro incluso con el un larga vistas, por lo cual no se tiene vista directa hacia el sector del Batán donde se encuentran estos dos puntos de venta. Debido a que se encuentra está obstaculizada por el edificio Afganistán que se encuentra la altura de 2889 m con una edificación de 5 pisos obteniendo una

altura total del obstáculo es de 2896.5 m, por otra parte el centro comercial “El Bosque” se encuentra a 2893 con una edificación de 4.5 m, así su altura total es de 2898.5 m. La Figura 2.5 muestra el centro comercial el Bosque y el edificio Afganistán.

Figura 2.5 Imagen de obstáculo a al altura del Centro Comercial El Bosque. [38]

La Figura 2.6 indica la localización del cabezal para el enlace Bosque – CCI, en la azotea del centro comercial Bosque.

Figura 2.6 Imagen de localización de cabezal Bosque - enlace Bosque - CCI [31]

El sector del Bosque es uno de los sectores de la ciudad de Quito que tiene mayor altura (2800-2900 m.), por lo cual se puede tener línea de vista desde el centro comercial a cualquier punto del sector Centro – Norte de la ciudad de Quito.

Desde el centro comercial CCI se puede tener una vista directa del edificio Afganistán como lo muestra la Figura 2.7, por lo tanto es posible realizar el enlace entre el punto de de venta Bosque y CCI. La Figura 2.8 muestra la localización del cabezal en la azotea del centro comercial CCI.

Figura 2.7 Imagen de obstáculo vista desde el Centro Comercial CCI.

Figura 2.8 Imagen de localización de cabezal CCI - enlace Bosque - CCI [38]

Para contar con una línea de vista entre los dos puntos de venta, es necesario utilizar una estructura como una torre o un mástil que permita superar al obstáculo. El edificio Afganistán se encuentra a 379 m del centro comercial con una diferencia de altura de 2 m como lo muestra la Figura 2.9, por lo tanto es necesario contar con una estructura de 5 m para superar este obstáculo.

De las dos estructuras antes planteadas, el más adecuado es un mástil, debido a que las torres son utilizadas para mayores alturas (h>10 m), ya que conlleva mucho trabajo el ensamblar y anclar la torre al suelo.

El mástil utiliza tubo de acero galvanizado con contrapeso de 6 m de altura con un diámetro de 3 pulgadas, que puede ser fácilmente anclado a la loza de la estructura. Además debe contar con una bandeja o escalerilla acero galvanizado de 30 cm, que permite el paso del cable de fibra y el acceder al cabezal FSO. El anclaje a la azotea debe ser impermeabilizado, para evitar filtraciones en la estructura.

Para el enlace entre el punto de venta Bosque y la Oficina matriz, la línea de vista entre los puntos de venta Bosque y Oficina Matriz está garantizada como muestran las Figuras 2.10, 2.11 y 2.12, colocando el cabezal en la azotea del centro comercial el Bosque como lo indica la Figura 2.13.

Al revisar la característica técnica del equipo SONABEAM 52-M que se planea utilizar, permite hasta una distancia de 3.125 Km. en condiciones de lluvia extrema. Por lo cual se elige un punto intermedio entre el punto de venta Bosque y la Oficina Matriz, localizándose en la pista aérea del aeropuerto Mariscal Sucre como lo muestra la Figura 2.14.

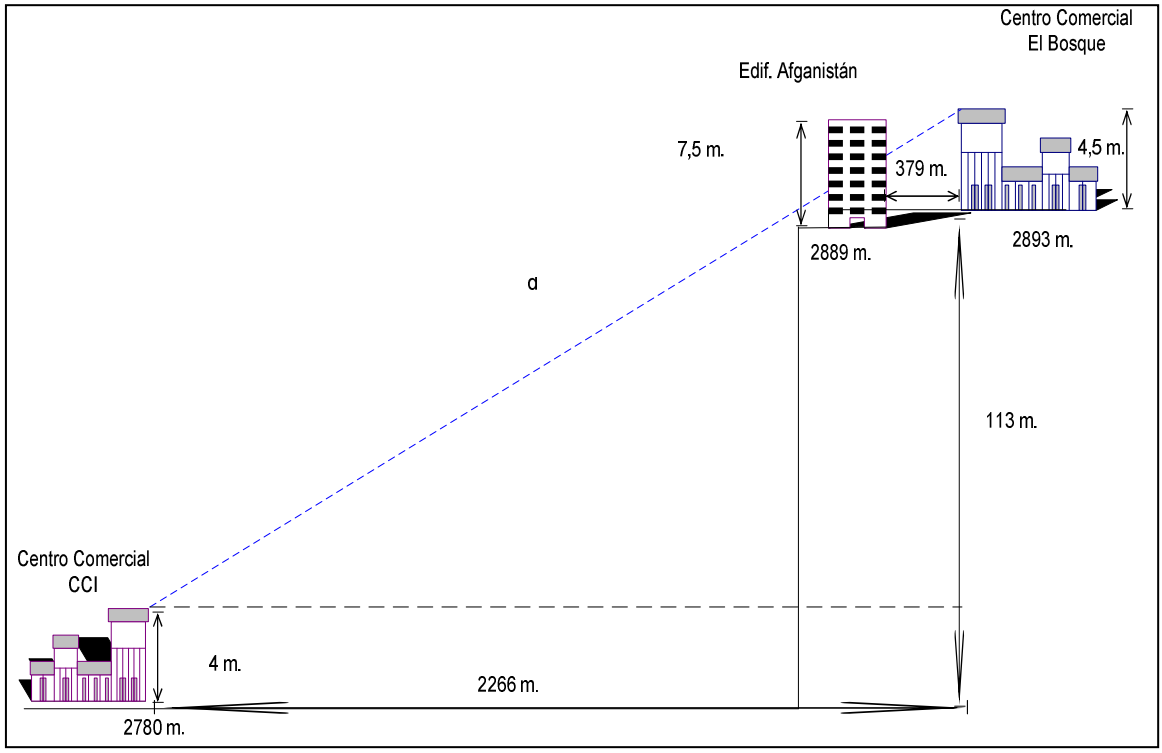


Figura 2.9 Imagen de obstáculo vista desde el Centro Comercial CCI

Figura 2.10 Imagen de línea de vista desde el Centro Comercial El Bosque hacia Oficina Matriz.

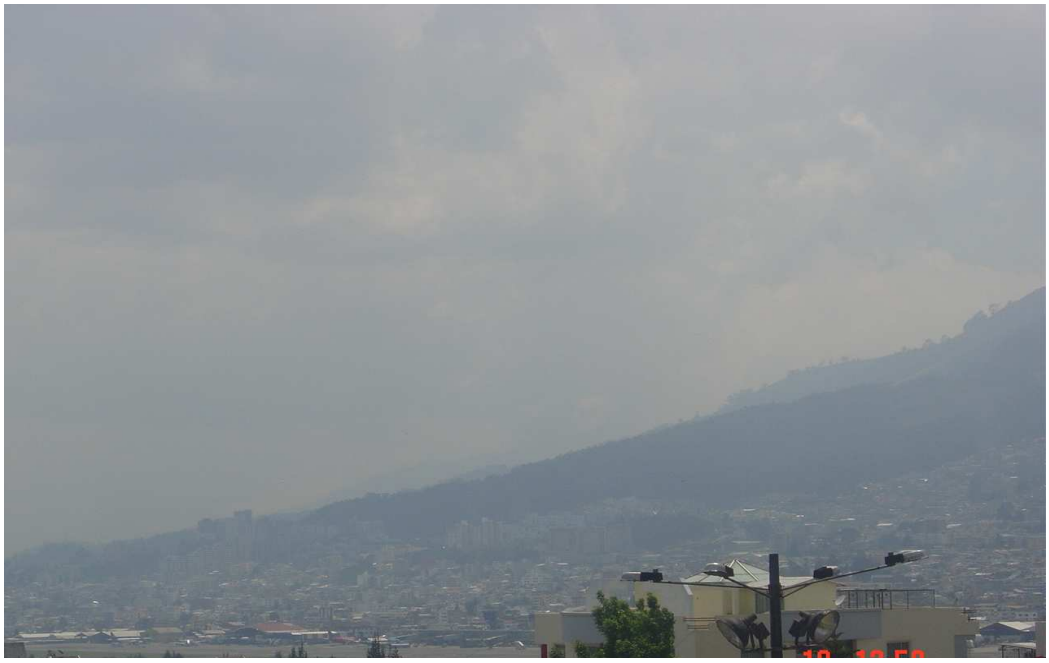


Figura 2.11 Imagen de línea de vista desde Oficina Matriz hacia Centro Comercial El Bosque Puente Supermaxi 10 de Agosto.

Figura 2.12 Imagen de línea de vista desde Oficina Matriz hacia el Centro Comercial El Bosque.

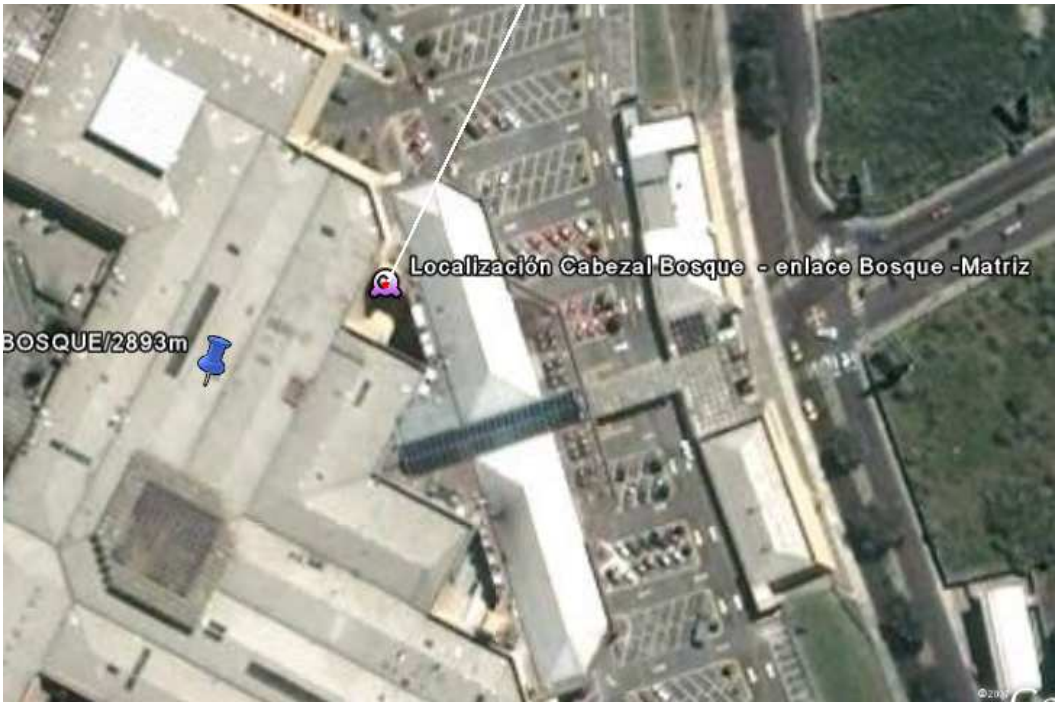


Figura 2.13 Imagen de localización de cabezal Bosque - enlace Bosque - Matriz [38]

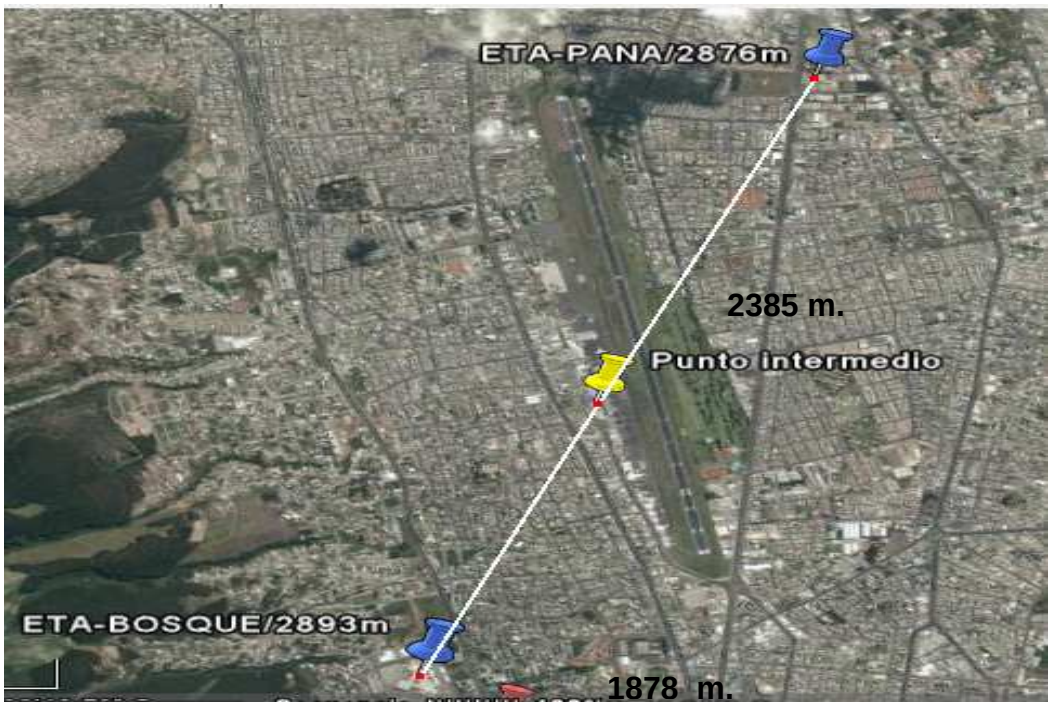


Figura 2.14 Imagen de punto intermedio en el enlace Bosque hacia Oficina Matriz [38]

2.1.5.3 Calculo del Margen de Enlace

Como se menciona en el capítulo anterior el margen de enlace permite conocer la disponibilidad de los enlaces frente a los fenómenos atmosféricos.

La ecuación 2.1 muestra los parámetros necesarios para determinar el margen de enlace, a continuación se indicarán y calcularán cada uno de estos parámetros.

$$M_{LINK} = \quad Pe + |Sr| - Aff_{GEO} - Aff_{ATM} - P_{SIST} \qquad \text{Ecuación (2.1)}$$

donde, ***Pe*** Potencia de emisión de señal

Sr Sensibilidad del receptor

Aff $_{GEO}$ Atenuación Geométrica

Aff $_{ATM}$ Atenuación Atmosférica

P_{SIST} Pérdidas del sistema

2.1.5.3.1 Potencia de emisión de señal (Pe)

El valor de potencia fue tomado de las características del equipo SONABEAM 52-M ANEXO 5, el cual provee un ancho de banda de 52 Mbps, con la posibilidad de manejar cuatro haces de luz para reducir la dispersión, el valor de potencia de cada haz es 160mW.

$$Pe_{Total} = 4 \times 160 \cdot 10^{-3} \quad W$$
$$Pe_{Ttoal} = 640\,mW$$

$$Pe_{dBm} = 10 \cdot \log(Pe)$$
$$Pe_{dBm} = 10 \cdot \log(640)$$
$$Pe_{dBm} = 28.06 \quad dBm$$

2.1.5.3.2 Sensibilidad del receptor (Sr)

El valor de sensibilidad fue tomado de las características del equipo SONABEAM 52-M ANEXO 5, siendo esta de -31 dBm.

2.1.5.3.3 Calculo de Atenuación Geométrica (Aff $_{GEO}$)

La ecuación 2.2 muestra los parámetros necesarios para determinar la atenuación geométrica, como se puede observar se necesita la distancia del haz óptico, por lo tanto se debe determinar esta distancia de cada enlace.

$$Aff_{GEO} = \frac{S_d}{S_{capture}} = \frac{\frac{\pi}{4}(d \cdot \theta)^2}{S_{capture}} \qquad \text{Ecuación (2.2)}$$

donde, ***d*** es la distancia del haz óptico entre transmisor- receptor

θ es la divergencia del haz

$S_{receptro}$ es el área del recetor

– ***ENLACE BOSQUE- CCI***

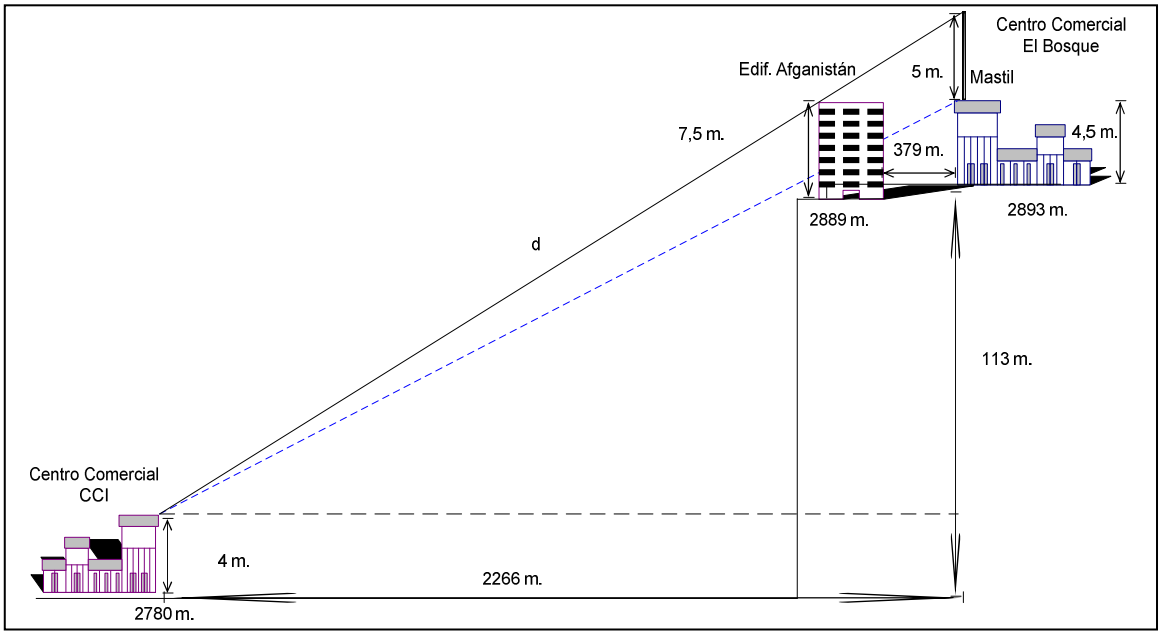


Figura 2.15 Distancia de haz óptico con obstáculo enlace entre puntos de venta CCI – Bosque.

$$d = \sqrt{X^2 + Y^2}$$

$$X = 2266 \ \ m.$$

$$Y = 109 \ \ m.$$

$$d = \sqrt{(2266)^2 + (119{,}5)^2}$$

$$d = \sqrt{5149036{,}25}$$

$$d = 2269{,}14 \ \ m.$$

– ***ENLACE CCI – QUICENTRO***

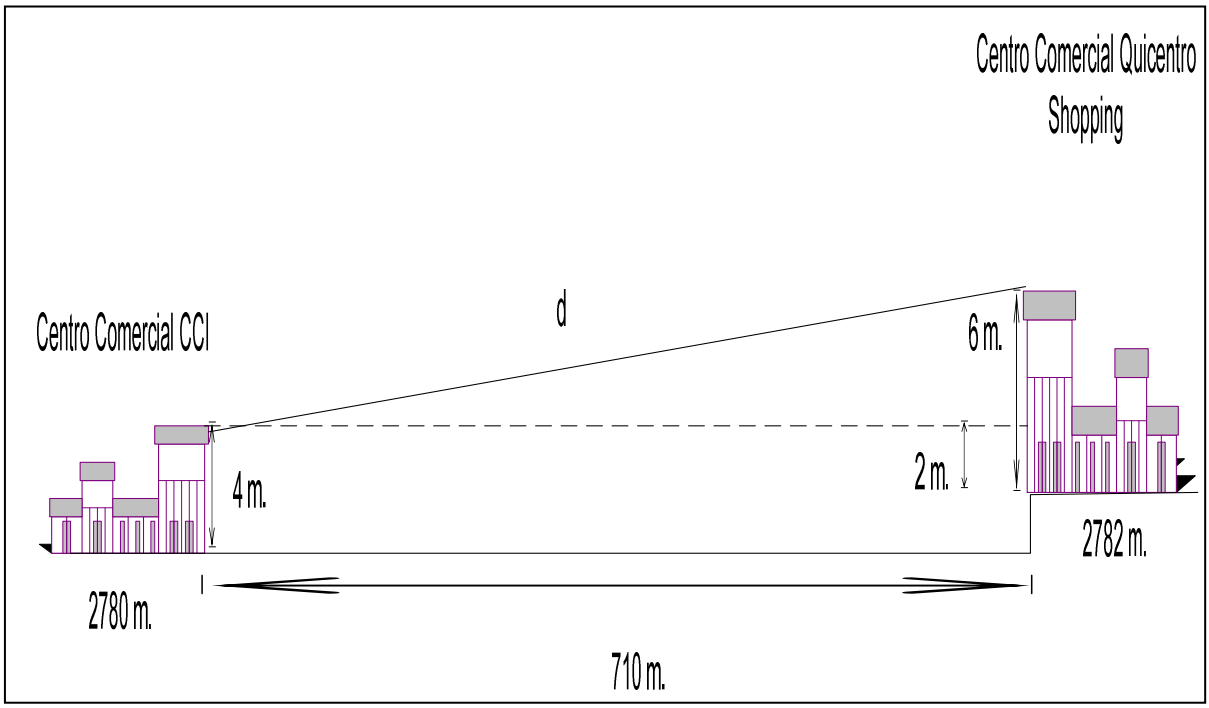


Figura 2.16 Distancia de haz óptico enlace entre puntos de venta CCI – Quicentro.

$$d = \sqrt{X^2 + Y^2}$$

$$X = 710 \quad m.$$

$$Y = 4 \quad m.$$

$$d = \sqrt{(710)^2 + (4)^2}$$

$$d = \sqrt{504116}$$

$$d = 710{,}011 \quad m.$$

– ***ENLACE BOSQUE - AEROPUERTO***

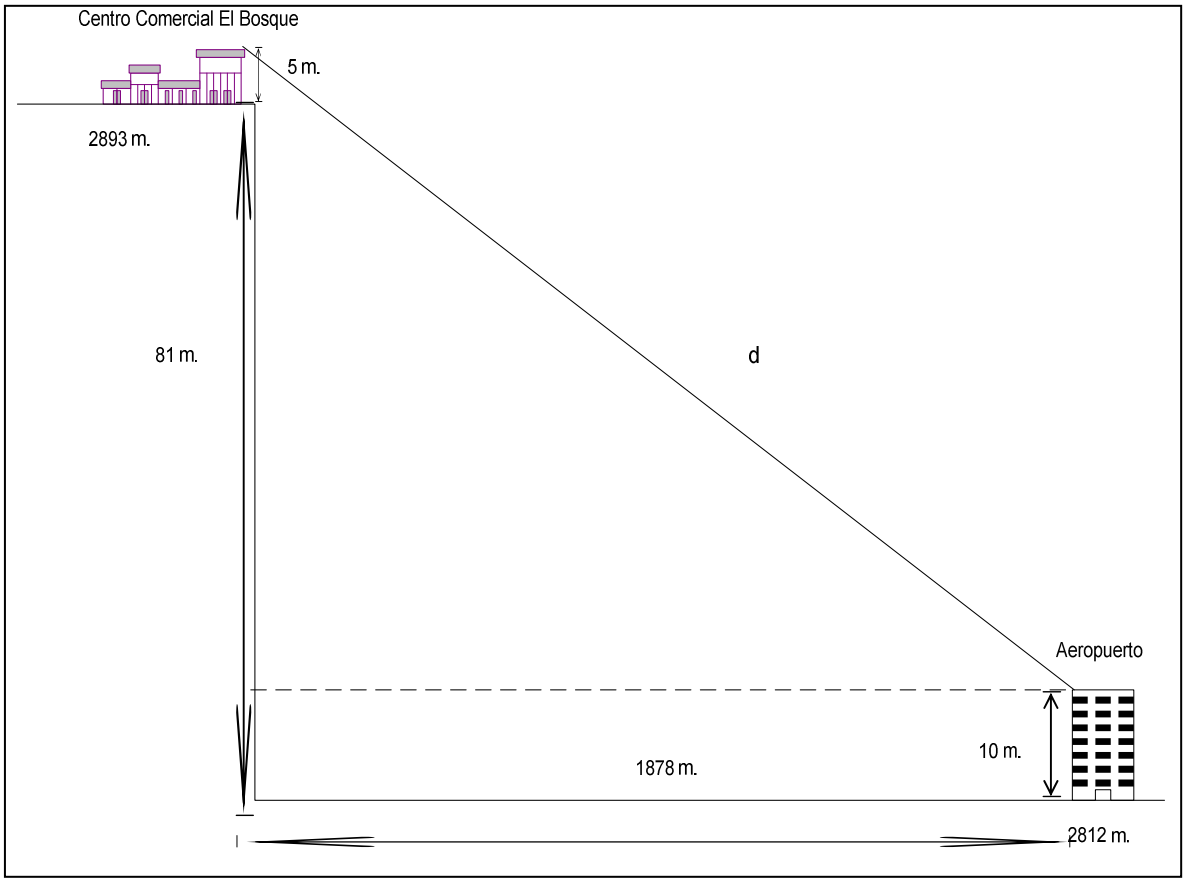


Figura 2.17 Distancia de haz óptico enlace entre punto de venta Bosque – Aeropuerto.

$$d = \sqrt{X^2 + Y^2}$$

$$X = 1878 \ \ m.$$

$$Y = 76 \ \ m.$$

$$d = \sqrt{(1878)^2 + (71)^2}$$

$$d = \sqrt{3532660}$$

$$d = 1879.5 \ \ m.$$

– ***ENLACE AEROPUERTO - OFICINA MATRIZ***

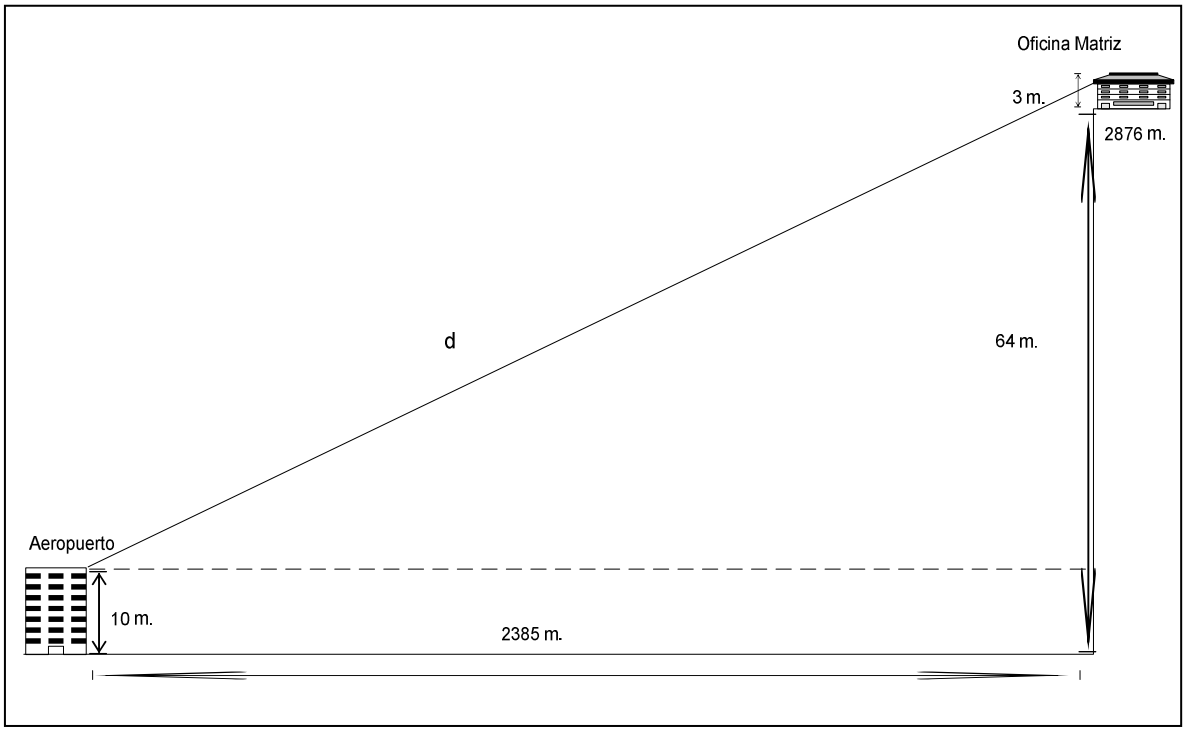


Figura 2.18 Distancia de haz óptico enlace entre Aeropuerto- Oficina Matriz.

$$d = \sqrt{X^2 + Y^2}$$

$$X = 2385 \quad m.$$

$$Y = 57 \quad m.$$

$$d = \sqrt{(2385)^2 + (57)^2}$$

$$d = \sqrt{5691474}$$

$$d = 2385.7 \quad m.$$

– ***Ejemplo de Cálculo de atenuación geométrica de enlace Bosque –CCI***

Una vez que se tiene la distancia del haz de luz del enlace, se calcula la atenuación geométrica con un valor de 3 miliradianes [5] de divergencia tomando

como valor máximo para establecer el enlace inalámbrico óptico en las peores condiciones y una área del receptor de 2.5 milímetros cuadrados [5].

$$Aff_{geo} = \frac{\frac{\pi}{4}(2269 \cdot 0.003)^2}{0.025}$$

$$Aff_{geo} = 10 \log(1455{,}66)$$

$$Aff_{GEO} = 31.631 \; dB$$

La Tabla 2.6 muestra la atenuación geométrica para nuestros enlaces

TRAMO DE PUNTOS DE VENTA	DISTANCIA(m)	DIVERGENCIA (rad)	ÁREA DE CAPTURA(mm^2)	ATENUACIÓN GEOMÉTRICA (dB)
BOSQUE- CCI	2269	0,003	0,025	31,631
QUICENTRO- CCI	710	0,003	0,025	21,539
BOSQUE- AEROPUERTO	1879	0,003	0,025	29,992
AEROPUERTO- OFICINA MATRIZ	2386	0,003	0,025	32,067

Tabla 2.6 Atenuación geométrica entre enlaces de puntos de venta de subgrupo Norte –Centro.

2.1.5.3.4 Atenuación Atmosférica (Aff $_{ATM}$)

La atenuación atmosférica se determina utilizando la ecuación 2.3 de la ley de Beer como se indica en el capítulo anterior, para esto es necesario encontrar el coeficiente de atenuación.

$$\tau(d) = \frac{P(d)}{P(0)} = e^{-\sigma d}$$

Ecuación (2.3)

donde $\tau(d)$ transmitancia a la distancia ***d*** del transmisor en Km.

P (d) potencia de la señal a la distancia ***d*** del transmisor

P (0) potencia del emisor

σ coeficiente de atenuación

Como se analiza en el primer capítulo la dispersión de Mie es el único fenómeno que afecta a los enlaces ópticos inalámbricos, utilizando la ecuación 2.4 se puede determinar el coeficiente de atenuación atmosférica.

$$\sigma = \beta_n = \frac{3.91}{V}\left(\frac{\lambda_{nm}}{550}\right)^{-q}$$ Ecuación (2.4)

donde λ_{nm} es la longitud de onda en nm

- V visibilidad en Km.
- q factor de dispersión en el medio ambiente

La ecuación 2.4 necesita de un factor de dispersión en el ambiente, éste es determinado utilizando la ley de Kruse que implica conocer la visibilidad de la ciudad donde los enlaces van a ser instalados.

La visibilidad de la ciudad de Quito está determinada en base de los datos tomados por el INAMHI [3], que indican un valor promedio de 85 mm/h de precipitación en la ciudad de Quito como lo muestra la Figura 2.19.

Además el pronóstico diario tiene una visibilidad de 10 Km. Figura 2.20, estos datos permiten situar en la Tabla 2.7 del código de visibilidad internacional [4] en una visibilidad de 1.2 Km.

[3] Instituto Nacional de Ambiente e Hidrología , datos basados en medidas tomados el año 2008
[4] Capítulo 1, Código de Visibilidad Internacional , Free-Space Optical, O. Bouchet

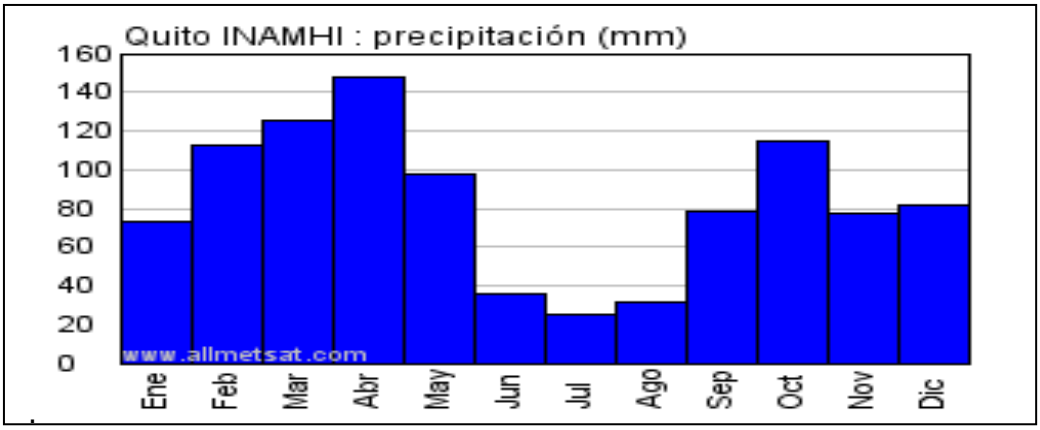


Figura 2.19 Gráfica de precipitación anual de la Ciudad de Quito. [33]

Observación	Pronóstico
El informe se hizo hace **48** minutos, a las **23:00** UTC	El informe se hizo hace **1** hora y **18** minutos, a las **22:30** UTC
Viento **10** kt del **norte-noroeste**	*Pronóstico válido del 22 a las 00 UTC al 22 a las 24 UTC*
Temperatura **15**°C	Viento **03** kt del **norte-noroeste**
Humedad **72**%	Visibilidad mayor de **10** km
Presión **1025** hPa	**Nubes dispersas** a una altura de **3600** ft **Nubes dispersas** a una altura de **10000** ft
Visibilidad mayor de **10** km	*A partir de las 22 a las 0000 UTC*
Escasas nubes a una altura de **4000** ft	Viento **05** kt del **sur-sureste**
Cambiar las unidades	Visibilidad mayor de **10** km
	Nubes dispersas a una altura de **3300** ft
	A partir de las 22 a las 1200 UTC
	Viento **06** kt del **sur-sureste**
	Visibilidad mayor de **10** km

Figura 2.20 Gráfica de pronóstico metereológico diario de la Ciudad de Quito. [33]

CONDICIONES AMBIENTALES	PRECIPITACIÓN (mm/h)		VISIBILIDAD (Km.)
NIEBLA DENSA			0
			50
NIEBLA ESPESA			200
			500
			770
		TORMENTA 100	1000
NIEBLA MODERADA			1900
		LLUVIA FUERTE 25	2000
	NIEVE		
		LLUVIA MODERADA 12.5	2800
NEBLINA			4000
		LLUVIA LIGERA 2.5	5900
			10000
DESPEJADO		LLOVIZNA 0.25	18100
			20000
MUY DESPEJADO			23000
			50000

85 mm/h 1.2 Km.

Tabla 2.7 Visibilidad para el Sector Centro Norte de Quito. [5]

Utilizando la ley de Kruse y la visibilidad se determina el factor de dispersión en el ambiente.

$$q = \begin{cases} 1.6 \quad si \quad V \geq 50 \quad km \\ 1.3 \quad si \quad 6 \leq V \leq 50 \quad km \\ 0.16V + 0.34 \quad si \quad 1 \leq V \leq 6 \quad km \\ V - 0.5 \quad si \quad 0.5 \leq V \leq 1 \quad km \end{cases}$$

$$q = 0.16V + 0.34$$
$$q = 0.16(1.2) + 0.34$$
$$q = 0.53$$

Con esta información se puede determinar el coeficiente atenuación atmosférica y calcular la atenuación atmosférica de los enlaces subgrupo Norte-Centro, como se muestra a continuación.

$$\sigma = \beta_n = \frac{3.91}{V}\left(\frac{\lambda_{nm}}{550}\right)^{-q}$$

$$\sigma = \beta_n = \frac{3.91}{1{,}2}\left(\frac{1550}{550}\right)^{-0.53}$$

$$\sigma = \beta_n = \ 1.9$$

– ***Ejemplo de Cálculo de atenuación atmosférico de enlace Bosque –CCI***

Primero se determina la transmitancia del enlace.

$$\tau(d) = e^{-\sigma d}$$

$$\tau(d) = e^{-(1.9)\cdot(2{,}269)}$$

$$\tau(d) = \ 0{,}013$$

Mediante la ecuación 2.5 se calcula la atenuación atmosférica.

$$Aff_{atm} = \frac{1}{\tau(d)}$$

$$Aff_{atm} = \frac{1}{0.013}$$

$$Aff_{ATM} = 10\log(74{,}52)$$

$$Aff_{ATM} = 18{,}72 \ \ dB$$

Ecuación (2.5)

De esta manera se tiene la Tabla 2.8 con la atenuación atmosférica para cada enlace.

TRAMO DE PUNTOS DE VENTA	DISTANCIA(Km.)	σ=β	TRANSMITANCIA	ATENUACIÓN ATMOSFÉRICA(dB)
BOSQUE- CCI	2,269	1,9	0,01	18,723
QUICENTRO- CCI	0,71	1,9	0,26	5,859
BOSQUE- AEROPUERTO	1,879	1,9	0,03	15,505
AEROPUERTO- OFICINA MATRIZ	2,386	1,9	0,01	19,688

Tabla 2.8 Atenuación Atmosférica entre enlaces de puntos de venta de subgrupo Norte –Centro.

2.1.5.3.5 Pérdidas del sistema (P_{SIST})

Esta es la perdida total de los diferentes componentes físicos del enlace, a continuación se detalla el valor de perdida de cada uno.

- ***Perdida de los equipos***, para el enlace se toma una pérdida de 1 dB según el fabricante.

- ***Perdida de conectores***, el fabricante recomienda utilizar conectores de fibra SC, por estándar representa una pérdida de 1 dB por conector.

- ***Perdida de Fibra óptica***, esta pérdida se considera cero, ya que la distancia entre los elementos de red y los cabezales FSO tiene una distancia menor a 1Km.

- ***Pérdida por Desalineamiento,*** estas pérdidas se dan por movimientos en los equipos inalámbricos, que se dan por temblores, vientos fuertes, etc.

Esto produce un desalineamiento entre los cabezales FSO, es decir se pierde recepción, considerando una pérdida de 1 dB/Km [5].

TRAMO DE PUNTOS DE VENTA	DISTANCIA (Km.)	PERDIDAS DE EQUIPO	PERDIDAS DE CONECTORES	PÉRDIDAS DE FIBRA ÓPTICA	PERDIDAS POR DESALINEAMIENTO	PERDIDAS DEL SISTEMA
BOSQUE- CCI	2,269	1	2	0	2	5
QUICENTRO-CCI	0,710	1	2	0	1	4
BOSQUE-AEROPUERTO	1,879	1	2	0	2	5
AEROPUERTO - OFICINA MATRIZ	2,386	1	2	0	2	5

Tabla 2.9 Atenuación de sistema entre enlaces de puntos de venta de subgrupo

Con la ayuda de estos datos se calcula el margen de enlace para cada uno de nuestros enlaces.

– ***Ejemplo de Calculo de Margen de Enlace de enlace Bosque –CCI***

Tomando como ejemplo enlace Bosque- CCI, se reemplaza los datos de potencia, sensibilidad, atenuación geométrica, atenuación atmosférica y las pérdidas del sistema antes determinadas, en la ecuación 2.1

$$M_{LINK} = Pe + |Sr| - Aff_{GEO} - Aff_{ATM} - P_{SIST}$$

$$M_{LINK} = 28{,}06 + |-31| - 31.63 - 18{,}72 - 5$$

$$M_{LINK} = 3{,}707 \quad dB$$

TRAMO DE PUNTOS DE VENTA	DISTANCIA (Km.)	POTENCIA DEL ENLACE (dBm)	SENSIBILIDAD DEL RECEPTOR (dBm)	ATENUACIÓN GEOMÉTRICA (dB)	ATENUACIÓN ATMOSFÉRICA (dB)	PERDIDAS DEL SISTEMA (dB)	MARGEN DEL ENLACE (dB)
BOSQUE- CCI	2,269	28,06	31	31,63	18,72	5	3,707
QUICENTRO- CCI	0,710	28,06	31	21.54	5,86	4	27,66
BOSQUE-AEROPUERTO	1,879	28,06	31	29,99	15,51	5	8.56
AEROPUERTO-OFICINA MATRIZ	2,386	28,06	31	32,07	19,69	5	2,30

Tabla 2.10 Margen de Enlace entre enlaces de puntos de venta de subgrupo Norte -Centro.

Como se muestra en la Tabla 2.10 tienen un margen de enlace positivo, por lo cual los enlaces tienen una buena disponibilidad y funcionan.

2.2 ESQUEMA DE RED PROPUESTO

La red para la empresa COMERCIAL ETAFASHION C.A. esta rediseñada de modo que se cumpla con los fines del proyecto, tales como tener enlaces propietarios entre sus puntos de venta hacia la oficina matriz. Mediante nuestro estudio de factibilidad se obtuvo enlaces factibles para la sección del Norte-Centro de la ciudad de Quito siendo éstos:

TRAMO DE PUNTOS DE VENTA	DISTANCIA(m)
BOSQUE- CCI	2269
QUICENTRO- CCI	710
BOSQUE- AEROPUERTO	1879
AEOPUERTO- OFICINA MATRIZ	2386

Tabla 2.11 Enlaces Factibles entre enlaces de puntos de venta de subgrupo Norte – Centro hacia Oficina Matriz.

Debido a que los enlaces ópticos inalámbricos diseñados son punto a punto, cualquier ráfaga de broadcast causaría la saturación del enlace, por esta razón en cada punto de estos enlaces se utiliza router como equipo de red, el cual permitirá enlazar el servidor en cada punto de venta al servidor de la oficina matriz, mediante el cabezal FSO.

El enlace aeropuerto- oficina matriz es un punto intermedio del enlace Bosque-Oficina matriz, es decir no se utiliza para conectar ninguna red. Para este enlace se utilizará un switch capa 2 con interfaz de fibra, para que funcione como un repetidor.

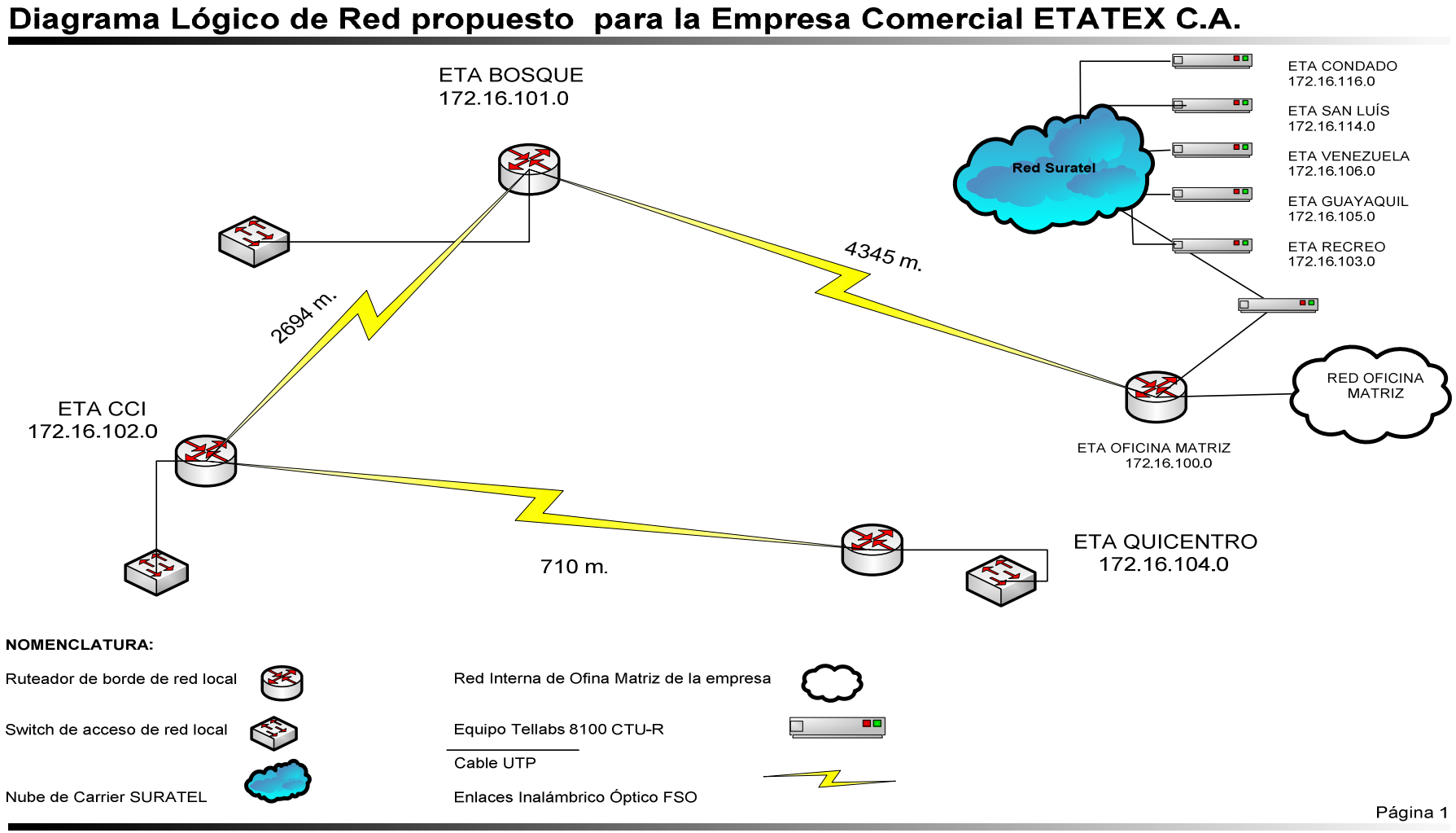


Figura 2.21 Diagrama Lógico de red propuesto para la empresa Comercial Etatex C.A.

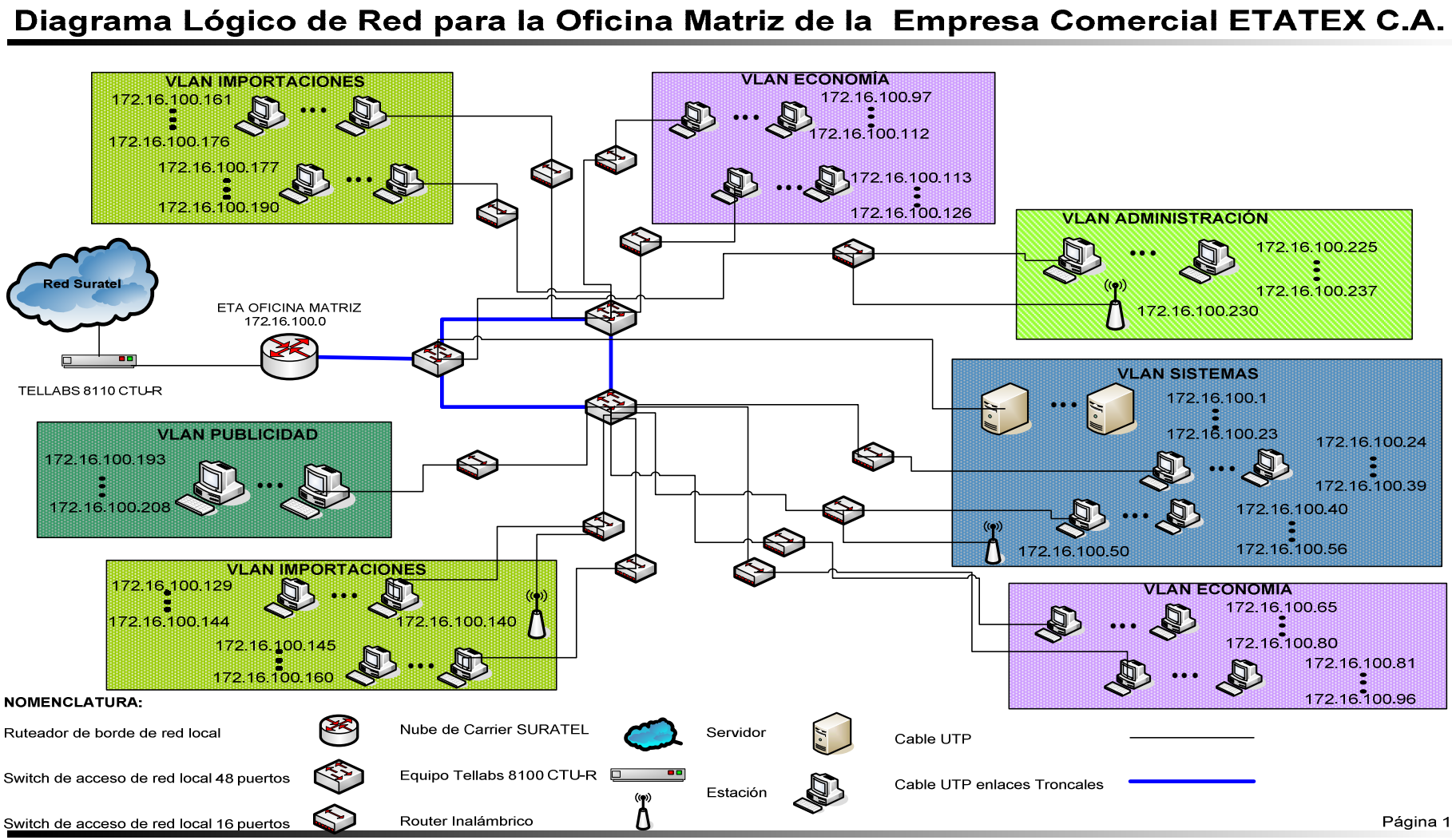


Figura 2.22 Diagrama Lógico de red propuesto para la Oficina Matriz de la empresa Comercial Etatex C.A.

2.3 REQUERIMIENTO DE EQUIPOS

Los equipos de red deben cumplir con especificaciones técnicas necesarias para cumplir con los requerimientos que ésta necesita. Para cada elemento de red se han analizado sus características y se han clasificado de la siguiente manera:

- Equipos de Red
- Equipos FSO

2.3.1 EQUIPOS DE RED

En la red de la Oficina Matriz se utilizan los siguientes equipos:

- ***Switch capa 2***, utilizado para conectar las estaciones de diferentes secciones al router.
- **Switch capa 3,** utilizado para conectar todos los servidores permitiendo que estos se encuentren en un diferente dominio de broadcast.
- **Punto de acceso inalámbrico,** utilizado para conectar estaciones inalámbricas.
- **Router,** utilizado para enrutar paquetes entre los puntos de venta y la oficina matriz. Además de permitir el acceso a Internet.
- **Equipo FSO,** utilizado para el transporte de paquetes entre la oficina matriz y puntos de venta con enlaces factibles.

En los puntos de venta con enlaces FSO se utilizarán:

- **Switch capa 2,** utilizado para conectar las estaciones del punto de venta al router.
- **Router,** utilizado para enrutar paquetes hacia la oficina matriz.
- **Equipo FSO,** utilizado para el transporte de paquetes entre punto de venta y la oficina matriz.

Para enlaces que utilizan el carrier se utilizan switch capa 2.

Basados en las funciones y requerimientos que necesita la red la Tabla 2.12 presenta las características de los equipos de red.

Equipo	Descripción
Switch Capa 2	- 48 puertos RJ 45 10/100 Mbps Oficina Matriz y 16 puertos en puntos de venta - 2 puertos Giga Ethernet para enlaces troncales - Manejo y administración de VLAN (protocolo 802.1q), con capacidad mínima de 256 VLAN. - Velocidad de Backplane de 8.8 Gbps. - Soporte de protocolo: SNMP, Telnet, Spanning Tree (802.1 d) - Autosensado para de la velocidad del puerto - Puertos extras, consola para acceso local del equipo, auxiliar para conexión remota. - Estándares: 802.3, 802.1x, 802.1p, 802.1D. - Tipo de Cable, UTP categoría5 o 5e. - Alimentación, 100-240 VAC, 60 Hz.
Switch Capa 3	- 48 puertos RJ 45 10/100 Mbps - 2 puertos Giga Ethernet para enlaces troncales. - Manejo y administración de VLANs (IEEE 802.1Q). - Velocidad de backplane: 12 Gbps. - Autosensado para la velocidad de puerto. - Protocolos: IP, NAT, OSPF, RIP v2, DHCP, Telnet, SNMP v1, SNMP y Spanning-Tree Protocol (802.1d). - Manejo de listas de acceso - Estándares: 802.3, 802.1x, 802.1p, 802.1D - Tipo de Cable, UTP categoría5 o 5e. - Alimentación, 100-240 VAC, 60 Hz.
Router	- 2 puertos RJ 45 10/100 Mbps - 2 puertos Giga Ethernet para enlaces troncales. - Manejo y administración de VLANs (IEEE 802.1Q). - Velocidad de backplane: 14 Gbps. - Autosensado para la velocidad de puerto. - Protocolos: IP, NAT, OSPF, BGP, RIP, DHCP, Telnet, SNMP y Spanning-Tree Protocol (802.1d). - Disponer slots de expansión - Manejo de listas de acceso - Estándares: 802.3, 802.1x, 802.1p, 802.1D - Tipo de Cable, UTP categoría5 o 5e. - Alimentación, 100-240 VAC, 60 Hz.

Router Inalámbrico	- 2 puertos RJ 45 10/100 Mbps - Manejo y administración de VLANs (IEEE 802.1Q). - Velocidad de backplane: 8.8 Gbps. - Protocolos: IP, NAT, RIP, DHCP, Telnet, SNMP. - Disponer slots de expansión - Acceso simultaneo mínimo 20 - Seguridad WEP y WPA - Manejo de listas de acceso - Manejo de Certificado Wi Fi (802.11 a/b/g) - Estándares: 802.3, 802.1x, 802.1p, 802.1D - Tipo de Cable, UTP categoría5 o 5e. - Alimentación, 100-240 VAC, 60 Hz.
Cabezal FSO	- Velocidad de transmisión de 2Mbps. - Distancia máxima entre cabezales de 2.5 Km. - Potencia de transmisión de 640 mW. - Sensibilidad del receptor de 31 dBm. - Longitud de onda, requerida de 1550 nm. - Alimentación, 85-260 VAC, 60 Hz.

Tabla 2.12 Características de equipos de red y FSO

2.4 SELECCIÓN DE EQUIPOS DISPONIBLES EN EL MERCADO

La selección de los fabricantes, está basada en la tecnología y calidad que ellos manejan, por lo cual se elige a los siguientes:

- Cisco
- Linksys
- D- Link
- Sonabeam
- Canobeam
- PAVLight

De estas opciones D-Link se ha tomado en cuenta ya que la empresa cuenta con switchs de esta marca, y son parte del rediseño de la red.

El análisis compara las características requeridas por el rediseño entre los equipos y de esta manera escoger la mejor opción.

2.4.1 MODELOS DE SWITCH CAPA 2 OFICINA MATRIZ

Para cada fabricante se elige a los siguientes modelos en base a los requerimientos que necesita la red para los equipos

- **Cisco,** Switch Catalyst modelo 2960 48TC
- **Linksys,** Switch modelo SRW 248G4.
- **D-Link,** Switch modelo DGS 3048.

CARACTERÍSTICA	REQUERIMIENTO	MARCA		
		CISCO	LINKSYS	D-LINK
Velocidad de Backplane	8,8 Gbps	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Método de Conmutación	Store and Fordward	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Manejo de VLAN	mínimo 257	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Soporte de Protocolos	Spanning Tree Trunking	CUMPLE CUMPLE	CUMPLE CUMPLE	CUMPLE CUMPLE
Numero de Puertos Fastehernet	48	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Numero de Puertos Gigaehernet	2	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Tipo de Cable	UTP Categoría 5 o 5e	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Puertos Extras	Puerto de Consola Puerto Auxiliar	CUMPLE CUMPLE	CUMPLE NO CUMPLE	CUMPLE CUMPLE
Puertos	10/100/1000BASE-TX Autosencing	CUMPLE CUMPLE	CUMPLE CUMPLE	CUMPLE CUMPLE
Estándares	802.3 802.1x 802.1D 802.1p	CUMPLE CUMPLE CUMPLE CUMPLE	CUMPLE CUMPLE CUMPLE CUMPLE	CUMPLE CUMPLE CUMPLE CUMPLE
Alimentación	100-240 VAC	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

Tabla 2.13 Comparación de Equipos Switch

2.4.2 MODELOS DE SWITCH CAPA 2 PUNTO DE VENTA

Para cada fabricante se elige a los siguientes modelos en base a los requerimientos que necesita la red para los equipos

- **Cisco,** Switch Catalyst modelo 2960 24TC .
- **Linksys,** Switch modelo SLM224G.
- **D-Link,** Switch modelo DGS 1216T.

CARACTERÍSTICA	REQUERIMIENTO	MARCA		
		CISCO	LINKSYS	D-LINK
Velocidad de Backplane	8,8 Gbps	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Método de Conmutación	Store and Fordward	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Manejo de VLAN	mínimo 257	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Soporte de Protocolos	Spanning Tree	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
	Trunking	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Numero de Puertos Fastehernet	16	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Numero de Puertos Gigaehernet	2	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Tipo de Cable	UTP Categoría 5 o 5e	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Puertos Extras	Puerto de Consola	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
	Puerto Auxiliar	CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE
Puertos	10/100/1000BASE-TX	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
	Autosencing	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Estándares	802.3	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
	802.1x	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
	802.1D	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
	802.1p	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Alimentación	100-240 VAC	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

Tabla 2.14 Comparación de Equipos Switch Capa 2.

2.4.3 MODELOS DE SWITCH CAPA 3

Para cada fabricante se elige a los siguientes modelos en base a los requerimientos que necesita la red para los equipos

- **Cisco,** Switch Catalyst modelo 3350.
- **Linksys,** Switch modelo.SGE2010
- **D-Link,** Switch modelo DES 3350SR

CARACTERÍSTICA	REQUERIMIENTO	MARCA		
		CISCO	LINKSYS	D-LINK
Velocidad de Backplane	12 Gbps	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Método de Conmutación	Store and Fordward	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Manejo de VLAN	mínimo 257	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Manejo ACL	Standard Extendidas	CUMPLE CUMPLE	NO CUMPLE NO CUMPLE	CUMPLE CUMPLE
Protocolos de Enrutamiento	Rutas Estáticas RIP V2 OSPF BGP	CUMPLE CUMPLE CUMPLE CUMPLE	CUMPLE CUMPLE NO CUMPLE NO CUMPLE	CUMPLE CUMPLE CUMPLE CUMPLE
Soporte de Protocolos	NAT DHCP SNMP	CUMPLE CUMPLE CUMPLE	CUMPLE CUMPLE CUMPLE	CUMPLE CUMPLE CUMPLE
Soporte de Protocolos	Spanning Tree Trunking	CUMPLE CUMPLE	CUMPLE CUMPLE	CUMPLE CUMPLE
Numero de Puertos Fastehernet	48	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE CUMPLE
Numero de Puertos Gigaehernet	2	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Tipo de Cable	UTP Categoría 5 o 5e	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Puertos Extras	Puerto de Consola Puerto Auxiliar	CUMPLE CUMPLE	CUMPLE NO CUMPLE	CUMPLE CUMPLE
Puertos	10/100/1000BASE-TX Autosencing	CUMPLE CUMPLE	CUMPLE CUMPLE	CUMPLE CUMPLE

Estándares	802.3 802.1x 802.1D 802.1p	CUMPLE CUMPLE CUMPLE CUMPLE	CUMPLE CUMPLE CUMPLE CUMPLE	CUMPLE CUMPLE CUMPLE CUMPLE
Alimentación	100-240 VAC	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

Tabla 2.15 Comparación de Equipos Switch Capa 3.

2.4.4 MODELOS DE ROUTER

Para cada fabricante se elige a los siguientes modelos en base a los requerimientos que necesita la red para los equipos

- **Cisco,** Router de servicios integrados modelo 1861.
- **Linksys,** Router modelo RVL200.
- **D-Link,** Router multiservicio DI-1750.

CARACTERÍSTICA	REQUERIMIENTO	MARCA		
		CISCO	LINKSYS	D-LINK
Manejo ACL	Standard Extendidas	CUMPLE CUMPLE	NO CUMPLE NO CUMPLE	CUMPLE CUMPLE
Protocolos de Enrutamiento	Rutas Estáticas RIP V2 OSPF BGP	CUMPLE CUMPLE CUMPLE CUMPLE	CUMPLE CUMPLE NO CUMPLE NO CUMPLE	CUMPLE CUMPLE CUMPLE CUMPLE
Soporte de Protocolos	NAT DHCP SNMP	CUMPLE CUMPLE CUMPLE	CUMPLE CUMPLE CUMPLE	CUMPLE CUMPLE CUMPLE
Numero de Puertos Fastehernet	2 o 4	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE
Tipo de Cable	UTP Categoría 5	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Puertos Extras	Puerto de Consola Puerto Auxiliar	CUMPLE CUMPLE	CUMPLE CUMPLE	CUMPLE CUMPLE
Puertos	10/100/1000BASE-TX Autosencing	CUMPLE CUMPLE	CUMPLE CUMPLE	CUMPLE CUMPLE
Slot de expansión	Mínimo una ranura	CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE

Estándares	802.3 802.1x 802.1p	CUMPLE CUMPLE CUMPLE	CUMPLE CUMPLE CUMPLE	CUMPLE CUMPLE CUMPLE
Alimentación	100-240 VAC	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

Tabla 2.16 Comparación de Equipos Router.

2.4.5 MODELOS DE ROUTER INALÁMBRICO

Para cada fabricante se elige a los siguientes modelos en base a los requerimientos que necesita la red para los equipos

- **Cisco,** Router Wireless modelo AIRONET 1130AG.
- **Linksys, Router** wireless modelo WRT54GR.
- **D-Link,** Router wireless DIR-615.

CARACTERÍSTICA	REQUERIMIENTO	MARCA		
		CISCO	LINKSYS	D-LINK
Soporte de Protocolos	NAT DHCP SNMP	CUMPLE CUMPLE CUMPLE	CUMPLE CUMPLE CUMPLE	CUMPLE CUMPLE CUMPLE
Numero de Puertos Fastehernet	2 o 4	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE
Distancia de cobertura		CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Puertos	10/100/1000BASE-TX Autosencing	CUMPLE CUMPLE	CUMPLE CUMPLE	CUMPLE CUMPLE
Estándares	802.3 802.11 g/b 802.11n 802.3u	CUMPLE CUMPLE CUMPLE CUMPLE	CUMPLE CUMPLE CUMPLE CUMPLE	CUMPLE CUMPLE CUMPLE CUMPLE
Accesos Simultáneos	20	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Método de encriptación	WEP/WPA/WPA2	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Alimentación	100-240 VAC	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

Tabla 2.17 Comparación de Router Inalámbricos.

2.4.6 MODELOS DE EQUIPOS FSO

Para cada fabricante se elige a los siguientes modelos en base a los requerimientos que necesita la red para los equipos

- **Sonabeam,** Cabezal modelo 52-M.
- **Canonbeam,** Cabezal modelo DT110.
- **PAVLight,** Cabezal modelo 622 3TX.

CARACTERÍSTICA	REQUERIMIENTO	MARCA		
		SONABEAM	CANOBEAM	PAVLIGHT
Velocidad de Transmisión	2 Mbps	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Distancia Máxima	2,5 Km.	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
Potencia de Transmisión	640mW.	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
Sensibilidad del Receptor	-31 dBm	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
Longitud de Onda	1550 nm	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Alimentación	85-260 VAC	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

Tabla 2.18 Comparación de Equipos FSO.

Como resultado de la comparación entre las diferentes marcas y considerando que existen equipos que se acoplan a los requerimientos técnicos de la nueva red, se determina las mejores opciones como lo indica la Tabla 2.19.

EQUIPO	MARCA	MODELO	CONSIDERACIONES
Switch Capa 2	D-Link	DGS 3048	Equipo existente en la red que se acopla a los requerimientos técnicos del rediseño en la oficina matriz.
	D-Link	DGS 1216T	Equipo existente en la red que se acopla a los requerimientos técnicos del rediseño en los puntos de venta.
Switch Capa 3	D-Link	DES 3350SR	Equipo existente en la red que se acopla a los requerimientos técnicos del rediseño.
Router	Cisco	1861	Equipo de alta calidad que permite gran performance y mejores garantías, ya que estos son los puntos de frontera tanto en los enlaces propietarios como a la frontera hacia redes externas.
Router Wireless	D Link	DIR 615	Equipo de alta calidad que permite gran performance y mejores garantías, ya que estos son los puntos de frontera tanto en los enlaces propietarios como a la frontera hacia redes externas.
Equipo FSO	Sonabeam	52 - M	Equipo de alta calidad que cumple con todas las características solicitadas, con las cuales los enlaces funcionan con un buen performance.

Tabla 2.19 Equipos utilizados en el rediseño de la red.

* Información de los equipos se muestran en el ANEXO 5.

CAPITULO 3

COSTOS REFERENCIALES DE LA RED

CAPITULO III

3 COSTOS REFERENCIALES DE LA RED

El presente capítulo muestra los costos referenciales tanto de los equipos de red como de los enlaces urbanos que conllevaría implementar el rediseño de red. Esto implica una inversión económica considerable, debido a que la empresa no cuenta con varios equipos, pero con un gran beneficio para la empresa.

Además se realizará un cronograma de migración de la red con el fin de que al implementar la nueva red, se produzca el menor impacto posible a la empresa.

Finalmente se contará con un resumen ejecutivo sobre todas las acciones generadas para conseguir el objetivo del proyecto.

3.1 EQUIPOS DE RED

Una vez concluido el análisis de selección de los equipos a utilizarse en el rediseño de red, se detallará el número y costo de cada uno de los equipos de red que se utilizarán tanto en la oficina matriz como en los puntos de venta. Además de los equipos para los enlaces FSO.

3.1.1 Oficina Matriz

La oficina matriz utilizará los siguientes equipos de red:

- Switch capa 2, equipo que será reutilizado
- Switch capa 3, equipo que será reutilizado
- Router, este equipo se adaptará a la nueva red con el uso de una tarjeta de expansión para 2 puertos FastEthernet.

PUNTO DE VENTA	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	V UNID	V TOTAL

Oficina Matriz	1	Router Cisco 2811	$0	$0
	1	Tarjeta de expansión 2 puertos Feth.	$350	$350
	4	Switch D-Link DES 3028P	$0	$0
	2	Switch D-Link DES 3550	$0	$0
			Total	$350

Tabla 3.1 Detalle de valor de equipos networking utilizados en Oficina Matriz.

3.1.2 Punto de venta con Enlaces FSO

Los puntos de venta con enlaces FSO Bosque, CCI y Quicentro utilizarán los siguientes equipos de red:

- Switch capa 2 de 16 puertos para conectar todas las estaciones del punto de venta y el servidor local, este equipo es propiedad de la empresa por lo cual parte no se tomará en cuenta su costo.
- El enlace aeropuerto como se menciona en el capitulo anterior funcionará como un repetidor, para esto se utilizará un switch capa 2 con interfaz de fibra conectado a dos cabezales FSO, la Figura 3.1 muestra el esquema de este punto de enlace.

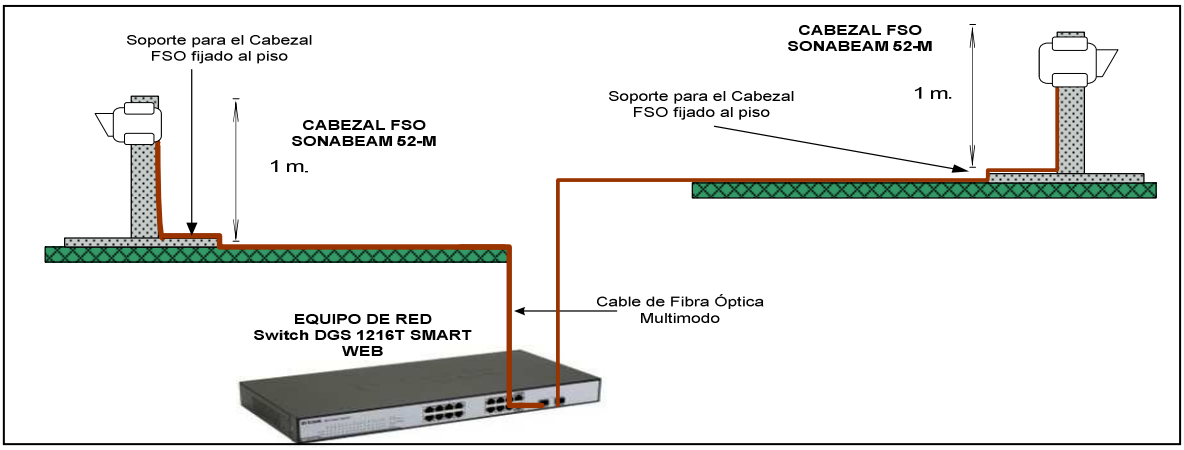


Figura 3.1 Esquema de conexión y soporte del cabezal FSO para el repetidor Aeropuerto.

A continuación en la Tabla 3.2, se detalla el valor de los equipos para los enlaces FSO a ser implementados.

PUNTO DE VENTA	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	V UNID	V TOTAL
	1	Router Cisco 2811	$1.600	$1.600
Bosque	1	Switch D-Link DES 3028P	$0	$0
	1	Router Cisco 2811	$1.600	$1.600
CCI	1	Switch D-Link DES 3028P	$0	$0
	1	Router Cisco 2811	$1.600	$1.600
Quicentro	1	Switch D-Link DES 3028P	$0	$0
Aeropuerto	1	Switch D-Link DGS 1216T	$.420	$.420
			Total	$5.220

Tabla 3.2 Detalle de valor de equipos utilizados en el Punto de venta.

3.1.3 Punto de venta sin Enlaces FSO

Los puntos de venta donde se utiliza la red de transporte de SURATEL, utilizarán los siguientes equipos de red:

– Switch capa 2, este equipo será reutilizado.

3.2 EQUIPOS FSO

Se detalla el costo de los equipos FSO para los enlaces para los cuales se tuvo factibilidad.

TRAMO DE PUNTOS DE VENTA	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	V UNID	V TOTAL
BOSQUE- CCI	2	Sonabeam 52-M	$4.500	$9.000
QUICENTRO- CCI	2	Sonabeam 52-M	$4.500	$9.000
BOSQUE- AEROPUERTO	2	Sonabeam 52-M	$4.500	$9.000
AEROPUERTO- OFICINA MATRIZ	2	Sonabeam 52-M	$4.500	$9.000
			Total	$36.000

Tabla 3.3 Detalle de valor de equipos utlizados en enlaces FSO.

3.3 INSTALACIÓN

Para implementar los enlaces FSO es necesario cumplir tareas adicionales para cada enlace. Estas tareas implican el montaje de los cabezales FSO y el tendido de segmentos de fibra desde los cabezales FSO hasta los equipos de red.

En los puntos de enlace CCI, Quicentro, aeropuerto y oficina matriz, cada cabezal contará con un soporte de un 1 m. de altura de acero galvanizado que estará anclado por medio de pernos de acero al tumbado de cada punto de enlace como lo muestra la Figura 3.2.

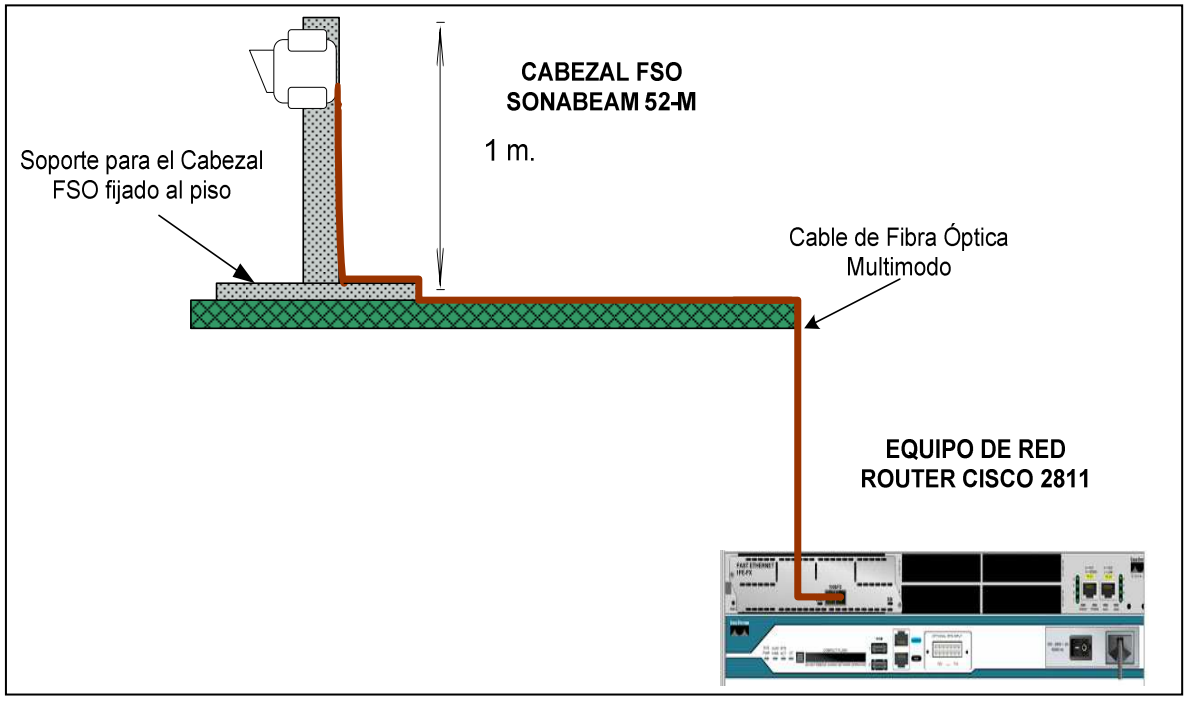


Figura 3.2 Esquema de conexión y soporte del cabezal FSO.

3.3.1 Instalación de mástil enlace BOSQUE-CCI

El enlace Bosque-CCI como se analiza en el capítulo anterior, se encuentra obstaculizado por el edificio Afganistán, por lo cual se planteó utilizar un mástil con el fin de sobrepasar este obstáculo.

El mástil que se utilizará para soportar el cabezal, debe contar con un estudio que garantice la estabilidad del anclaje del mismo, lo cual genera un rubro extra a la instalación.

Como se menciona en el capitulo anterior, se instalará un mástil de acero galvanizado de 6 m provisto de una bandeja/ escalerilla de 30 cm. para el paso de cables y acceso al cabezal FSO, que se encontrará anclado a la azotea del centro comercial.

Este anclaje debe ser impermeabilizado para evitar filtraciones que afecten a la estructura del centro comercial. La Tabla 3.4 detalla el costo de toda la instalación del mástil para el cabezal.

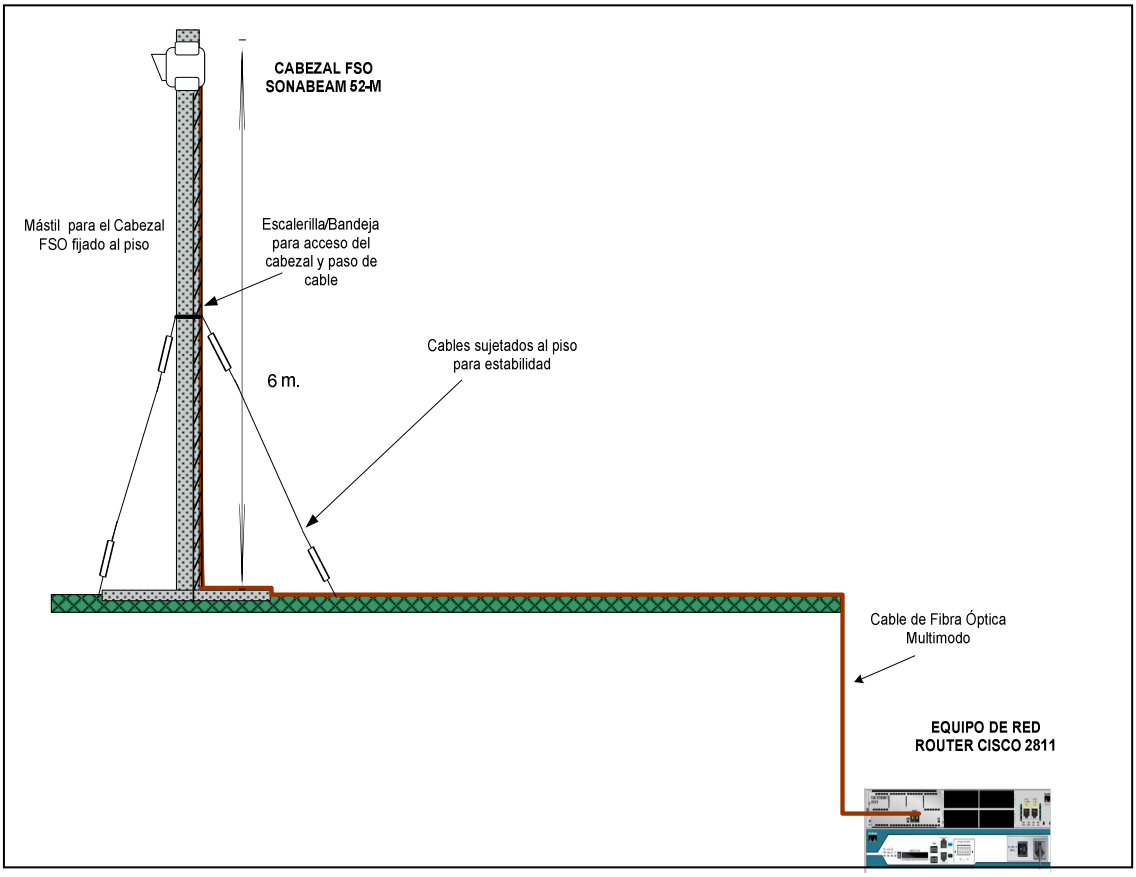


Figura 3.3 Esquema de montaje de mástil para soporte del cabezal FSO punto de venta Bosque.

PUNTO DE VENTA	DESCRIPCIÓN	V TOTAL
BOSQUE	Estudio utilización de mástil cualquier altura	$220
	Suministro e instalación de mástil de 6m. con anclaje	$1.350
	Impermeabilización en caliente mediante membrana asfáltica de 3mm de espesor	$34

	Escalerilla o bandeja porta cable de acero galvanizado de 30 cm. de ancho.	$27
		$1.631

Tabla 3.4 Detalla del valor de instalación de mástil en Punto de venta Bosque.

3.3.2 Tendido de segmentos de fibra

En todos los puntos de venta para conectar el equipo de red hacia el cabezal se utiliza cable de fibra óptica que disponga de conectores especializados. En este caso el fabricante del equipo FSO utiliza conectores de fibra SC.

Para esta cableado se utilizará fibra multimodo de 62.5/125[5] de 6 fibras. Esta fibra cuenta con 2 guías de acero que da firmeza y estabilidad al cable y gel contra agua para la protección de las fibras, siendo ideal para planta externa por su alta durabilidad. La Figura 3.3 muestra como está constituida esta fibra.

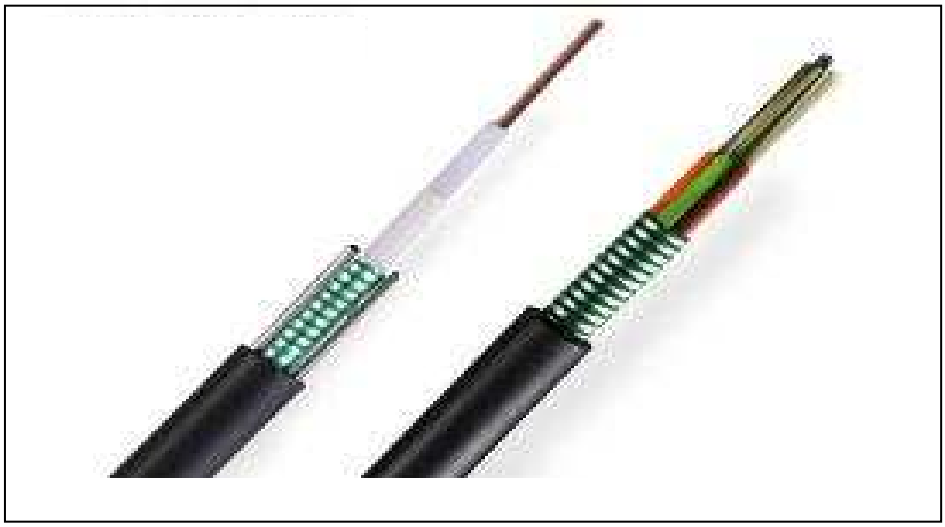


Figura 3.4 Imagen de fibra multimodo para cableado externo [45]

TRAMO DE PUNTOS DE VENTA		CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	V UNID	V TOTAL
BOSQUE CCI	BOSQUE	4	Conector SC	$10,0	$40
		150 m.	Cable de fibra 4 hilos incluida instalación	$4,5	$675
		1	Soporte para Cabezal con anclaje incluida instalación	$20,0	$20
		4	Conector SC	$10,0	$40

[5] dar de medidas de diámetro del núcleo y manto de una fibra, 62.5 micras de diámetro de núcleo y 125 micras de diámetro de manto

	CCI	300 m. 1	Cable de fibra 4 hilos incluida instalación Soporte para Cabezal con anclaje	$4,5 $20,0	$1.350 $20
CCI QUICENTRO	**CCI**	4 330 m. 1	Conector SC Cable de fibra 4 hilos incluida instalación Soporte para Cabezal con anclaje incluida instalación	$10,0 $4,5 $20,0	$20 $1.485 $20
	QUICENTRO	4 350 m. 1	Conector SC Cable de fibra 4 hilos incluida instalación Soporte para Cabezal con anclaje incluida instalación	$10,0 $4,5 $20,0	$40 $1.575 $20
BOSQUE AEROP	**BOSQUE**	4 150 m. 1	Conector SC Cable de fibra 4 hilos incluida instalación Soporte para Cabezal con anclaje incluida instalación	$10,0 $4,5 $10,0	$40 $675 $10
	AEROPUERTO	4 100 m. 1	Conector SC Cable de fibra 4 hilos incluida instalación Soporte para Cabezal con anclaje incluida instalación	$10,0 $4,5 $20,0	$40 $450 $20
AEROP OFICINA	**AEROPUERTO**	4 300 m. 1	Conector SC Cable de fibra 4 hilos incluida instalación Soporte para Cabezal con anclaje incluida instalación	$10,0 $4,5 $20,0	$40 $1.350 $20
	OFICINA MATRIZ	4 100 m. 1	Conector SC Cable de fibra 4 hilos incluida instalación Soporte para Cabezal con anclaje incluida instalación	$10,0 $4,5 $20,0	$40 $450 $20
				TOTAL	$8.480

Tabla 3.5 Detalle de valor de instalación para conectar cabezales a equipos networking en Puntos de venta.

3.4 LICENCIA

La tecnología FSO trabaja en una Banda no licenciada con lo cual no implica que se deba pagar concesiones. Su uso es libre para cualquier aplicación que se realice con esta tecnología.

3.5 RESUMEN DE VALORES TOTALES

En resumen el rediseño de la red implica varias tareas que facilitarán cumplir con los objetivos planteados por el proyecto. Muchas de estas pueden tener valores que variaran de acuerdo a la inflación que presente el mercado por lo cual se considera un incremento del 3% en el valor total del rediseño de red con el uso de enlaces FSO.

La Tabla 3.6 detalla los valores totales del rediseño de red con el uso de enlaces FSO.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	V TOTAL
OFICINA MATRIZ	Equipos de Red	$350
PUNTOS DE VENTA CON ENLACES FSO	Equipos de Red	$5.220
ENLACES FSO	Equipos FSO	$36.000
INSTALACIÓN	Instalación de Mástil	$1.631
	Instalación de Cabezales a equipos de red	$8.480
	Sub Total	$51.257
	Incremento 3%	$1.537
	TOTAL	$53.218

Tabla 3.6 Detalle de valor total del rediseño de red con el uso de enlaces FSO.

3.6 PLAN DE MIGRACIÓN

Efectuar el cambio de la red actual de la empresa hacia la nueva red, conlleva realizar una planificación con el fin de causar el menor impacto a la misma.

Para llevar a cabo esta tarea, se ha basado en el modelo ITIL[6], el cual propone el establecimiento de estándares que ayuden en el control, operación y administración de los recursos. El Plan de migración que se desea realizar se encuentra en el *proceso de manejo de configuraciones* del modelo ITIL, el cual ayuda a contar con información real y actualizada del funcionamiento de la red. Este proceso tiene cuatro puntos fundamentales como son:

- Administración de cambios
- Administración de liberaciones
- Administración de configuraciones
- Administración de procesos diversos.

A continuación se detalla los puntos que se ajustan a la realidad de nuestra rediseño de red.

3.6.1 Administración de configuraciones y cambios

Se ocupará de realizar un modelo de pruebas para las configuraciones realizadas en los equipos de red y FSO, lo que permitirá contar con un registro de fallas que se hayan presentado en dichas pruebas. Los resultados de estas pruebas serán almacenadas en una base de datos de nuevas configuraciones y ayudarán a generar procedimientos para llevar a cabo las configuraciones con el menor impacto en los puntos de venta y oficina matriz.

Se debe realizar una auditoría trimestral de las configuraciones de los equipos, con el fin de actualizar esta información.

3.6.2 Administración de incidentes y problemas

Contando con los procedimientos para configuraciones de los equipos, se llevará a cabo la implementación de dichas configuraciones, realizando un seguimiento exhaustivo de modo que generé la mayor información de fallas o problemas que

[6] ITIL (Information Technology Infrastructure Library), metodología que propone el establecimiento de estándares que nos ayuden en el control, operación y administración de los recursos

se presenten en los equipos, para que esta información sea anexada a la base de datos de configuraciones.

3.6.3 Administración de liberaciones

En la base de datos de nuevas configuraciones, se almacenará la información tomada de pruebas en ambiente real, además se llevará un registro del seguimiento de las configuraciones de los equipos.

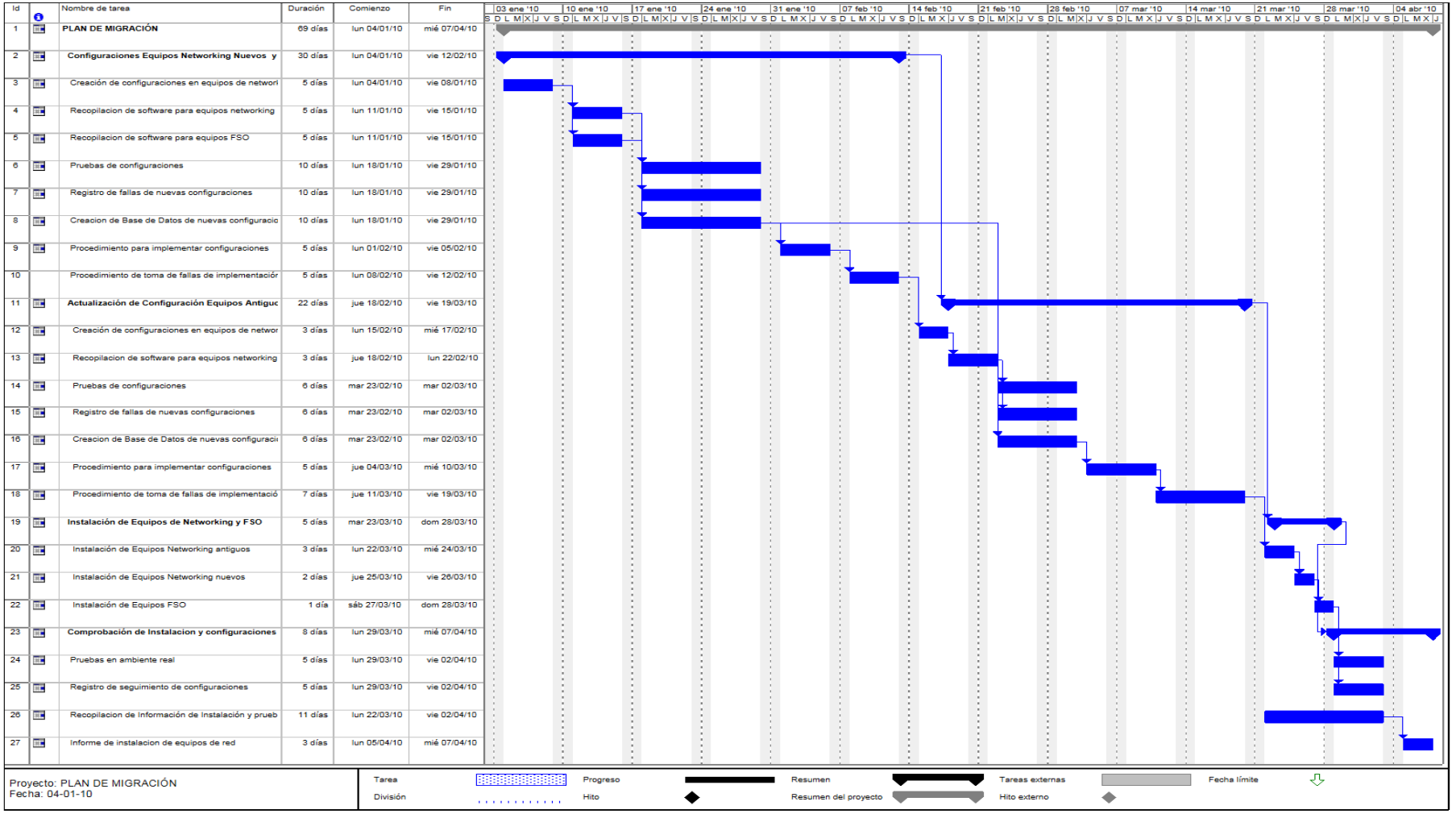
Esta información permitirá anticipar problemas y realizar nuevas configuraciones, parches y la búsqueda de software para un correcto funcionamiento de los equipos de red.

3.6.4 Administración de Disponibilidad

Esta actividad conlleva la planificación por parte de la sección de Sistemas con los administradores de Centros Comerciales donde se alojan los puntos de venta, para fijar fechas y hora en las que se realizarán los cambios sin que esto implique afectación de servicio. La Tabla 3.7 muestra las diferentes actividades de migración relacionando con cada administración. El diagrama de Gantt Tabla 3.8 muestra las fechas referenciales para que el departamento de Sistemas de la empresa realice la migración hacia la nueva red.

ACTIVIDAD	ADMINISTRACIÓN
Configuraciones Equipos Networking Nuevos y FSO	**Todas**
Creación de configuraciones en equipos de networking	Configuración y Cambios
Recopilación de software para equipos networking	Configuración y Cambios
Recopilación de software para equipos FSO	Configuración y Cambios
Pruebas de configuraciones	Configuración y Cambios
Registro de fallas de nuevas configuraciones	Configuración y Cambios
Creación de Base de Datos de nuevas configuraciones	Configuración y Cambios
Procedimiento para implementar configuraciones	Configuración y Cambios
Procedimiento de toma de fallas de implementación	Incidentes
Actualización de Configuración Equipos Antiguos	**Todas**
Creación de configuraciones en equipos de networking	Configuración y Cambios
Recopilación de software para equipos networking	Configuración y Cambios
Pruebas de configuraciones	Configuración y Cambios
Registro de fallas de nuevas configuraciones	Configuración y Cambios
Creación de Base de Datos de nuevas configuraciones	Configuración y Cambios
Procedimiento para implementar configuraciones	Configuración y Cambios
Procedimiento de toma de fallas de implementación	Incidentes
Instalación de Equipos de Networking y FSO	
Instalación de Equipos Networking antiguos	Disponibilidad
Instalación de Equipos Networking nuevos	Disponibilidad
Instalación de Equipos FSO	Disponibilidad
Comprobación de Instalación y configuraciones de equipos de red	Todas
Pruebas en ambiente real	Configuración, Cambios e Incidentes
Registro de seguimiento de configuraciones	Liberación
Recopilación de Información de Instalación y pruebas de equipos	Todas
Informe de instalación de equipos de red	Todas

Tabla 3.7 Actividades de Migración.



Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
1	**PLAN DE MIGRACIÓN**	69 días	lun 04/01/10	mié 07/04/10
2	**Configuraciones Equipos Networking Nuevos y**	30 días	lun 04/01/10	vie 12/02/10
3	Creación de configuraciones en equipos de networl	5 días	lun 04/01/10	vie 08/01/10
4	Recopilacion de software para equipos networking	5 días	lun 11/01/10	vie 15/01/10
5	Recopilacion de software para equipos FSO	5 días	lun 11/01/10	vie 15/01/10
6	Pruebas de configuraciones	10 días	lun 18/01/10	vie 29/01/10
7	Registro de fallas de nuevas configuraciones	10 días	lun 18/01/10	vie 29/01/10
8	Creacion de Base de Datos de nuevas configuracio	10 días	lun 18/01/10	vie 29/01/10
9	Procedimiento para implementar configuraciones	5 días	lun 01/02/10	vie 05/02/10
10	Procedimiento de toma de fallas de implementació	5 días	lun 08/02/10	vie 12/02/10
11	**Actualización de Configuración Equipos Antiguc**	22 días	jue 18/02/10	vie 19/03/10
12	Creación de configuraciones en equipos de networ	3 días	lun 15/02/10	mié 17/02/10
13	Recopilacion de software para equipos networking	3 días	jue 18/02/10	lun 22/02/10
14	Pruebas de configuraciones	6 días	mar 23/02/10	mar 02/03/10
15	Registro de fallas de nuevas configuraciones	6 días	mar 23/02/10	mar 02/03/10
16	Creacion de Base de Datos de nuevas configuraci	6 días	mar 23/02/10	mar 02/03/10
17	Procedimiento para implementar configuraciones	5 días	jue 04/03/10	mié 10/03/10
18	Procedimiento de toma de fallas de implementació	7 días	jue 11/03/10	vie 19/03/10
19	**Instalación de Equipos de Networking y FSO**	5 días	mar 23/03/10	dom 28/03/10
20	Instalación de Equipos Networking antiguos	3 días	lun 22/03/10	mié 24/03/10
21	Instalación de Equipos Networking nuevos	2 días	jue 25/03/10	vie 26/03/10
22	Instalación de Equipos FSO	1 día	sáb 27/03/10	dom 28/03/10
23	**Comprobación de Instalacion y configuraciones**	8 días	lun 29/03/10	mié 07/04/10
24	Pruebas en ambiente real	5 días	lun 29/03/10	vie 02/04/10
25	Registro de seguimiento de configuraciones	5 días	lun 29/03/10	vie 02/04/10
26	Recopilacion de Informacion de Instalación y prueb	11 días	lun 22/03/10	vie 02/04/10
27	Informe de instalacion de equipos de red	3 días	lun 05/04/10	mié 07/04/10

Tabla 3.8 Cronograma de Actividades de Migración.

CAPITULO 4

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPITULO IV

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- El sistema de comunicación de una empresa es parte fundamental del funcionamiento de la misma, por lo cual se ha buscado la solución que más se ajuste a las necesidades de la empresa, para que el sistema sea eficaz, eficiente y económico.
- El levantamiento de la red fue la parte fundamental del proyecto, ya que mostró un panorama muy claro de cuales son las falencias y necesidades de la empresa, y una vez definidos los requerimientos permitió realizar el rediseño de la red.
- La asignación de host a usuarios y de direcciones a equipos de red, mostraron una falta de organización en la asignación de host y equipos de red, lo cual genera un desperdicio de direcciones y confusión en la red, por lo cual se creó políticas de administración que lleven a un manejo organizado y sobre todo registrado de la asignación de host y direcciones a equipos de la red.
- El correcto manejo de los servicios que tiene la red, ayuda a un mejor desempeño del personal en sus diferentes secciones. El análisis del tráfico que tiene la empresa, con la ayuda del capturador de tráfico *COLASOFT CAPSA*, muestra que la mayoría del consumo de ancho de banda está dirigido al uso de los servidores de base de datos y archivos y que se tiene un consumo moderado por hora del servicio de Internet.
- La estimación del tráfico de la nueva red, se basa basado tanto en la medida de tráfico como en los datos obtenidos de una encuesta realizada por el personal de la empresa, la cual muestra sus necesidades y los servicios de red utilizados.
- El concepto de seguridad de la información que maneja la empresa, fue analizado en primer lugar internamente, es decir, restringir el acceso de los usuarios de la red a tan solo secciones de la red necesarias para su

trabajo, esto se logró mediante el uso de VLAN. En segundo lugar se busco filtrar el tráfico de los locales con el uso de listas de acceso extendidas que permiten filtrar tráfico de un host a una red.

- El direccionamiento realizado fue en base a la asignación de VLAN a las diferentes secciones. Mediante VLSM se realizó un direccionamiento considerando un crecimiento del 10% por cada sección. Evidentemente, para evitar confusión de direcciones, se respetó la asignación de direcciones IP de servidores e impresoras; sin embargo se eliminó direcciones no utilizadas y estaciones que tienen asignadas dos direcciones IP.
- La selección de sistemas FSO como enlaces entre los puntos de venta, se justifica por que garantizan gran velocidad cercana al uso de fibras ópticas (máximo 2.5 Gbps) con la gran ventaja de ser inalámbrico, transportable y de fácil instalación. Además provee un alto nivel de seguridad, debido a que al utilizar un haz de luz es muy difícil interceptarlo directamente.
- El estudio de factibilidad para utilizar enlaces de equipos FSO, se basó en las condiciones geográficas y climáticas de la ciudad de Quito. Como resultado se obtuvieron enlaces propietarios para los puntos de venta Bosque, CCI y Quicentro dirigidos hacia la Oficina Matriz, localizada en la Av. 10 de agosto N60-122 y Sta. Lucía, sector Norte de Quito.
- Para que los enlaces puedan ser factibles tienen que garantizar dos factores fundamentales: 1) contar con línea de vista y 2) una distancia máxima de 2.4 Km., entre los cabezales FSO (dada por el fabricante). El enlace Bosque - CCI tiene un obstáculo que fue superado proyectando la instalación de un mástil de 6 m. sobre el techo del Centro Comercial El Bosque, donde será colocado el cabezal FSO.
- Dentro del estudio de factibilidad se analizó un aspecto importante que es el margen del enlace, ya que éste refleja la disponibilidad del mismo. Para determinarlo se toma en cuenta las atenuaciones atmosférica, geométrica y del equipo, además de la potencia de transmisión y sensibilidad, demostrando en el presente proyecto que los enlaces son factibles hasta una distancia de 2.4 Km. Por esta razón, se aumentó otro enlace en el

sector de la pista aérea, ya que el enlace Bosque – Oficina Matriz tiene 4.4 Km. de distancia.

- El análisis de las atenuaciones que sufre el haz de luz, mostró que la atenuación geométrica dependen de la fabricación del equipo FSO; mientras que la atenuación atmosférica está relacionada con los fenómenos que se producen en la misma, de estos fenómenos la dispersión de Mie es la que afecta el desempeño de los enlaces inalámbricos, con su principalmente contribuyente que es la niebla.
- La niebla está ligada al efecto de visibilidad (mayor distancia a la cual un cuerpo puede ser visto en el horizonte), por lo que se buscó información del INAMHI para revisar las condiciones climáticas de la ciudad de Quito, además de utilizar el código internacional de visibilidad , y de esta manera determinar la atenuación atmosférica.
- El estudio de factibilidad de los enlaces FSO, con las condiciones atmosféricas de la cuidad de Quito para la empresa COMERCIAL ETATEX C.A., mostró que es posible realizar estos enlaces en varios puntos de la ciudad. Para este caso puntual se analizó enlaces en puntos localizados en el sector Norte-Centro de la ciudad, pero pueden realizarse en el Norte y Sur de la ciudad, el principal requerimiento es contar con línea de vista y manejar la distancia máxima permitida por el equipo (fijado por el fabricante). Estos enlaces son una gran ayuda para empresas que necesitan comunicación de gran ancho de banda entre puntos temporales, o contar con enlaces propios sin que represente una gran inversión.
- Las empresas pueden utilizar estos enlaces para brindar servicios de telecomunicaciones ya que su fácil manejo e instalación permiten contar con varios enlaces de backup temporales en fechas de tráfico variable o en caso de ruptura de cableado de fibra; además debido a que se maneja en la capa física, es transparente del tipo de tráfico que transporte por el enlace.
- La selección de los equipos de la nueva red, se basó principalmente en los requerimientos que está necesita, es decir cada equipo para que sea seleccionado, debe con características técnicas que permitan cumplir estos requerimientos.

- La selección de los fabricantes de equipos de red, estuvo basada principalmente en la reputación y calidad que estos ofrecen. Cabe señalar que el fabricante de equipos que pertenecen a la empresa, fue seleccionado con el fin de poder reutilizar estos equipos.
- El costo total aproximado para implementar la nueva red es de USD 53.218, el cual contempla en su mayoría la implementación de los enlaces FSO, y el de los equipos de networking en los enlaces factibles.
- Para la implementación de la nueva red se ha proyectado un cronograma de migración de red. Este cronograma parte de las configuraciones iniciales de equipos de networking, pruebas, y registro de las mismas. Esta información permitirá realizar correcciones antes de implementarlas, en los equipos de networking nuevos y antiguos.
- El cronograma de migración de red, ese plantea de tal forma que permita contar con la información necesaria para llevar a cabo la migración a la nueva red.

4.2 RECOMENDACIONES

- Un trabajo planificado permite cumplir los objetivos de un proyecto. Es recomendable para el rediseño de una red, cumplir las siguientes etapas:
  - Constatación física de la red
  - Consultas al personal encargado
  - Mediciones de tráfico cursado por la red
  - Estimaciones de tráfico
  - Planteamiento de requerimientos
  - Selección de alternativas de conectividad

- Se debe fomentar y difundir el uso de enlaces FSO, ya que su instalación no implica una obra civil complicada, ni tramitar permisos para el uso de esta tecnología, por lo cual los enlaces ópticos inalámbricos se convierten en la mejor opción que tienen las empresas con pequeñas sucursales,

para contar con enlaces propietarios de gran velocidad, con un nivel alto de seguridad, sin que su costo sea excesivo.

- Es fundamental implementar las políticas de red desarrolladas en este proyecto, ya que al mantener una red más organizada, facilitará el reconocimiento de problemas, de tal manera que se puedan dar soluciones mucho más rápidas.
- Una de las políticas de red es buscar programas de monitoreo que realicen un ping continuo a todos los equipos de red, de esta manera se busca disminuir el tiempo de respuesta en caso de presentarse algún problema en dichos equipos.
- Es importante realizar un informe sobre los problemas que se presenten en la red, con el objetivo de dar soluciones emergentes a las dificultades encontradas, lo que contribuirá a que el servicio sea más eficiente.
- El personal de sistemas debe estar al tanto de los cambios producidos en la red, al igual que de los nuevos procedimientos generados. Por lo cual se recomienda realizar capacitaciones y evaluaciones periódicas que permitan al personal contar con la información necesaria para resolver un problema.
- La creación de VLAN's en una red es lo más recomendable para contar con un nivel básico de seguridad interna, ya que el seccionar lógicamente a la red, restringe el acceso de las estaciones a equipos sensibles de la red.
- Se recomienda utilizar enlaces troncales entre switches, con el objetivo de que estaciones que estén conectadas a diferentes switches pertenezcan a la misma VLAN.
- Se debe realizar informes periódicos sobre equipos, configuraciones y software que tiene la red, con el fin de saber que equipos necesitan ser reemplazados y cuales necesitan una actualización. De esta manera se busca aprovechar al máximo los equipos y así evitar gastos innecesarios.
- Es importante adquirir equipos que puedan ser escalables, con el fin de poder reutilizar dichos equipos, en el momento que se necesite realizar cambios en la red de la empresa.
- La migración de la red de datos al nuevo diseño, es un proceso que conlleva múltiples problemas, por lo cual se recomienda cumplir con cada una de las etapas desarrolladas en el cronograma de migración. De esta

manera si se presenta algún problema en una etapa, se contará con la información necesaria de la etapa anterior para poder solventarla.

- Las pruebas en ambiente real y la instalación de los equipos, deben ser planificadas y coordinadas por todo el personal del área de sistemas, con el fin de evitar tiempos prolongados de corte de servicio o la caída total del mismo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LIBROS

[1] TANENBAUM Andrew S, (1997), Redes de Computadoras, 3ra Edición, Prentice Hall Hispanoamérica S.A.

[2] STALLINGS William, (2004), Comunicaciones y Redes de Computadoras, Primera Parte, Pearson Educación.

[3] Cisco Networking Academy, (2007), CCNA Exploration, version 4.0, Property Cisco Systems Inc.

[4] BOUCHET Olivier, (2006), Free Space Optical: Propagation and Comunication, 2da Edición, ISTE Ltd.

[5] WILLEBRAND Heinz, (2002), Free Space Optical: Enabling Optical Connectivity in Today´s Networks, 2da Edición, Sams Publishing.

[6] Información proporcionada por el departamento de sistemas de la empresa COMERCIAL ETATEX C.A.

[7] Información proporcionada por la empresa de carrier SURATEL S.A.

[8] LEE Byeong Gi, (2002), Integrated Broadband Networks, Wireless Design, 1 era Edición, Artech House, INC.

PROYECTOS DE TITULACIÓN y PAPER

[9] MORALES María, “Análisis y diseño del a reestructuración de la red de la Cooperativa de Ahorro y Crédito Riobamba Ltda.” EPN Mayo 2008.

[10] MONTEROS Nelson, “Diseño de un Sistema para la prestación de servicios Triple Play basado en protocolo Internet para el concesionario de audio y video pro suscripción Cayambe Visión” EPN Junio 2009.

[11] CEVALLOS Gabriel, TASINTUÑA Luís, “Diseño de una red integrada de voz y datos para el campus de la E.P.N. basado en un análisis comparativo de lasa soluciones existentes en el mercado mundial”, EPN Mayo 2007.

[12] VARELA Carlos, DOMÍNGUEZ Luís, “Redes Inalámbricas”, Universidad de Valladolid, Mayo 2002.

[13] LÓPEZ Francisco, El estándar IEEE 802.11 Wireless LAN, Universidad Politécnica de Madrid, Julio 2002.

[14] Oliveira Andrés, Diseño y construcción de un modelo experimental para la comprobación de un enlace de telecomunicación inalámbrico óptico punto a multipunto usando el plano de fresnel, Universidad Tecnológica de la Mixteca, Febrero 2006

FOLLETOS Y APUNTES

[15] Ingeniero Fabián Corral, “Apuntes de clase Comunicaciones Ópticas”, EPN Septiembre 2007.

[16] Ingeniero Carlos Herrera, “Apuntes de clase Telemática”, EPN Marzo 2007.

[17] Ingeniero Pablo Hidalgo, “Folleto y apuntes de clase Telemática”, EPN Septiembre 2006.

[18] Doctor Iván Bernal, “Folleto y apuntes de clase Comunicaciones Inalámbricas”, EPN Marzo 2007.

PÁGINAS WEB

[19] http://freespaceoptics.org
[20] http://www.freespaceoptics.org/freespaceoptics/metro/default.cfm
[21] http://www.freespaceoptics.org/freespaceoptics/topologies/default.cfm
[22] http://www.fsona.com
[23] http://www.broadband.com
[24] http://www.elprisma.com/apuntes
[25] http://sipan.inictel.gob.pe/refiop0/uploads/EMIS-DETECT.doc.
[26] http://www.see-my-ip.com/tutoriales/protocolos/ipv4.php
[27] http://www.seeic.org/articulo/laser/las-diodo.htm
[28] http://docencia.izt.uam.mx/mfg/laseres1/material_adicional/semiconductor/DANIEL.html
[29] http://qworkshop.blogspot.com/
[30] http://hosting.udlap.mx/estudiantes/alfonso.penalo/IS118/Tarea_Satelite_1/Curso_Fibra/Detectores/Capitulo_4.htm
[31] http://fanpaulieb.blogspot.com/2007/08/energa-y-espectro-electromagntico.html
[32] http://www.cepis.org.pe/bvsci/e/fulltext/meteoro/lecc3/lecc3_7.html
[33] http://www.mrvfso.com
[34] http://www.seas.harvard.edu/hbbcl/fsoc.html
[35] http://www.wavecomgroup.com/Cablefree.htm
[36] http://www.fcc.gov/realaudio/presentations/.../technology_overview.ppt

[37] http:// www.colasoft.com/
[38] http://www.earth.google.com/download-earth.html
[39] http://www.canoncanobeam.com
[40] http://ww.pwcomms.co.uk
[41] http://www.inamhi.gov.ec
[42] http://www.cisco.com/en/US/products/index.html
[43] http://www.dlinkla.com/home/products
[44] http://www-ec.linksys.com/servlet
[45] http://www.fos.ec/productos-detalle.htm

GLOSARIO DE TÉRMINOS

802.3.- es un estándar sobre el cual corre Ethernet, un método de establecimiento de comunicaciones físicas a través de una red de área local o LAN, creada por el IEEE. 802.3. Especifica el protocolo de transporte de información del nivel físico dentro de una arquitectura de red a capas, tal como TCP/IP, basada a su vez en el modelo OSI.

802.11 a.- estándar de operación de redes LAN inalámbricas con una tasa de bits de 54 Mbps en la banda de 5GHz. Esta mayor frecuencia en comparación con 802.11b reduce el rango de las redes 802.11a. La frecuencia más alta también implica que las señales de 802.11a tengan más dificultades para penetrar en las paredes y otros obstáculos. Debido a 802.11ay 802.11b utilizan frecuencias diferentes, las dos tecnologías son incompatibles entre sí.

802.11 b.- WLAN de alta velocidad de 1, 2, 5.5 y 11 Mbps en la banda de 2.4 GHz. Es utilizada por su bajo costo, alcance de la señal es buena y no es fácil obstruido. Pero puede ser interferir en su banda de frecuencia ya que no esta regulada.

802.11 g.- Este estándar combina los estándares 802.11a y 802.11b. Soporta anchos de banda de hasta 54 Mbps, y utiliza la frecuencia de 2,4 GHz para mayor

alcance. 802.11g es compatible con 802.11b, lo que significa que los puntos de acceso 802.11g trabajarán con adaptadores de red inalámbrica 802.11b, y viceversa.

802.11n.- Es el estándar más reciente, fue diseñado para mejorar el 802.11g en la cantidad de ancho de banda con el apoyo de la utilización de múltiples señales inalámbricas y antenas (la llamada tecnología MIMO) en lugar de uno. Cuando se finalice la presente norma, 802.11n conexiones deben soportar velocidades de datos de más de 100 Mbps.

802.3u.- llamado también Fast ethernet, es un estándar que permite una velocidad de 100 Mbps y una maximización de administración, equipo y cableado existente, ya que está creado en base a ethernet.

802.1p.- es un estándar que proporciona priorización de tráfico y filtrado multicast dinámico. Esencialmente, proporciona un mecanismo para implementar Calidad de Servicio (QoS) a nivel de MAC (Media Access Control).

ACL.- son listas de acceso que permiten crear filtros de tráfico, basado en la estación origen o destino, tipo de tráfico y número de puerto.

ATM.- Modo de Transmisión Asincrónico, es un modo de transferencia que almacena información en celdas de tamaño fijo (53 octetos).

Autosensing.- Detección automática de la velocidad del puerto y ajuste para trabajar como directo o cruzado.

BGP.- Border Gateway Protocol (BGP) es el protocolo de enrutamiento que se utiliza para intercambiar información de enrutamiento a través de Internet. Esto hace posible que los ISP para conectarse entre sí y para los usuarios finales conectarse a más de un ISP.

Backplane.- Es una placa de circuitos que contienen sockets conectar tarjetas. Además de los sockets, contiene circuitería lógica para realizar funciones de computación.

Carrier.- Empresa dedicada al transporte de datos, así como también de otras aplicaciones Internet, VoIP y video, que posee estructura propia.

Datagrama.- Es un fragmento de paquete que es enviado con la suficiente información como para que la red pueda simplemente encaminar el PAQUETE hacia su destino.

E1.- es una tasa de transmisión de 2048 Kbps, que posee 32 canales PCM, de lo cuales 30 son de datos y 2 de señalización.

Ethernet.- Protocolo que permite la comunicación entre computadoras en un entorno de red local.

GPS.- Sistema de Localización Global vía satélite, que permite conocer la posición de un individuo con una precisión de 10 metros.

Infrarrojo.- radiaciones que se encuentran más allá del rojo visible a simple vista, utilizada para transmitir información.

IEEE.- Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos, organización internacional dedicada al desarrollo y estandarización de tecnologías.

IEEE 1284.- este estándar IEEE 1284 permite un flujo más rápido y bidireccional de datos con una velocidad máxima teórica de 4 Mbps, el rendimiento real es de alrededor de 2 Mbps, dependiendo del hardware.

MPLS.- Multiprotocol Label Switching (MPLS) es un mecanismo de alto rendimiento de las redes de telecomunicaciones que dirige y lleva los datos de un

nodo de red a la siguiente. MPLS es una iniciativa altamente escalable, independiente del protocolo; a los paquetes de datos se asignan etiquetas.

MULTIPING.- Es una aplicación creada para el seguimiento de uno o más estaciones. Mediante la tecnología de mapeo de ping, le permite controlar numerosos objetivos al mismo tiempo, además de contar con información de varias estaciones del tiempo de actividad y rendimiento.

NAT.- Network address traduction (NAT) es el proceso de modificar la información del campo de dirección de red en la cabecera de un paquete mientras éste transita a través de un dispositivo de enrutamiento de tráfico con el fin de reasignación de un espacio determinado en otra dirección.

OSPF.- Open Shortest Path First (OSPF) es un protocolo de enrutamiento dinámico para su uso en el Protocolo Internet (IP). En concreto, este protocolo de gateway interior, usa varios criterios para determinar cuál es la mejor ruta hacia un destino. Estos criterios se incluyen las métricas de costo, que influyen en elementos tales como velocidad, tráfico, confiabilidad y seguridad de la ruta

PBX.- es un pequeña central telefónica localizada en el equipo terminal del usuario, que permite establecer circuitos entre usuarios individuales y la red telefónica pública conmutada.

RIP.- Es el protocolo más común para transferir información de enrutamiento entre ruteadores ubicados en un mismo sistema autónomo. Es un protocolo de enrutamiento de vector distancia. La métrica utilizada es el número de saltos (15 saltos máximo), por lo cual no siempre selecciona la ruta más rápida.

RS 232.- interfaz serial ampliamente difundido, usado en comunicaciones vía Modem, permite un velocidad de transmisión de 19.2 Kbps a una distancia de 15 m., su conector es un tipo cannon de 25 pines.

RJ 45 .- conector de 8 pines utilizado para conexiones UTP de estaciones de trabajo o pequeños concentradores.

SNMP.- Simple Network Management Protocol (SNMP) se utiliza en los sistemas de gestión de red para supervisar los dispositivos conectados en red para las condiciones que requiera atención administrativa.

Spanning Tree.- Abreviado STP, un protocolo de administración de enlaces que es parte de la norma IEEE 802.1, para los puentes de control de acceso a los medios de comunicación. STP por medio del algoritmo de árbol de expansión, proporciona redundancia de ruta evitando bucles no deseados en una red que son creados por múltiples caminos activos entre estaciones.

Store and Fordward.- Método de conmutación de tramas, en el cual se recibe toda la trama completamente antes de enviarla por el puerto de destino. En el caso de encontrar un error descarta toda la trama, por lo cual la conmutación es lenta.

Velocidad de Backplane.- es la velocidad de procesamiento de tráfico que puede manejar un equipo de red.

VLAN.- es un grupo de dispositivos que al ser configurados por software pueden comunicarse entre ellos, sin la necesidad de estar conectados al mismo cable.

VLSM.- Submáscara de Red de Longitud Variable, permite especificar una diferente submáscara para el mismo número de red en diferentes subredes, con lo cual ayuda a optimizar el espacio de red entregado.

VoIP.- aplicación IP que permite la transmisión de voz en tiempo real a través de Internet.

WEP.- Wired Equivalent Privacy, es un protocolo de seguridad para redes inalámbricas de área local (WLAN) definido en el estándar 802.11b. WEP está

diseñado para proporcionar el mismo nivel de seguridad como la de una LAN cableada. WEP tiene como objetivo proporcionar seguridad mediante la encriptación de datos a través de las ondas de radio con fin de protección, ya que se transmite de un punto final a otro.

WPA.- Wi-Fi Protected Access, es un estándar Wi-Fi que fue diseñado para mejorar las características de seguridad de WEP. Estas mejoras son el cifrado de datos mediante el protocolo de integridad de clave temporal (TKIP) y la autenticación de usuarios, que generalmente faltan en WEP, a través del protocolo de autenticación extensible (EAP).

WPA2.- Wi-Fi Protected Access 2, el seguimiento sobre el método de seguridad para WPA para redes inalámbricas que proporciona mayor protección de datos y control de acceso de red.

ANEXOS

ANEXO 1

El estándar internacional IEC, 1984 de la Comisión Internacional Electrónica. Ha establecido 7 clases de láser con sus respectivos riesgos, de modo que estos sean considerados al ser utilizados.

CATEGORÍA	RIESGO
1M	Dispositivo de baja potencia que emite radiación a una longitud de onda en la banda de 302.5-4000 nm. Incluyendo visión con el uso de instrumentos ópticos (binoculares, microscopios)
1	Dispositivo de baja potencia que emite radiación a una longitud de onda en la banda de 302.5-4000 nm. Se exceptúa la visión utilizando instrumentos ópticos
2M	Dispositivo de baja potencia que emite radiación visible (en la banda de 400-700 nm). La protección ocular normalmente está asegurada por las defensas reflejas, incluyendo el cierre del párpado. El reflejo de párpado provee protección efectiva bajo muchas condiciones incluyendo el uso de instrumentos ópticos
2	Dispositivo de baja potencia que emite radiación visible (en la banda de 400-700 nm). La protección ocular es igual que en el caso anterior por reflejo de párpado, exceptuando el uso de instrumentos ópticos (binoculares, microscopios)
3R	Dispositivo de potencia promedio que emite radiación en la banda de 302.5-4000 nm. La visión directa es potencialmente peligrosa
3B	Dispositivo de potencia promedio que emite radiación en la banda de 302.5-4000 nm. La visión directa del haz es siempre peligrosa
4	Dispositivo de alta potencia Siempre hay daño del ojo y de la piel, existe riesgo de fuego

Clasificación de láser según sus riesgos.

ANEXO 2

DIRECCIONAMIENTO IP ACTUAL OFICINA MATRIZ

IP	TIPO DE EQUIPO	NOMBRE DEL EQUIPO	DEP. RESPONSABLE	DEPARTAMENTO
172.16.100.1	SV	ETAUSER	SISTEMAS	SERVIDORES
172.16.100.2	SV	OPENPOWER	SISTEMAS	SERVIDORES
172.16.100.3	SV	PLANETA	SISTEMAS	SERVIDORES
172.16.100.4	SV	PANANORTE	SISTEMAS	SERVIDORES
172.16.100.5	SV	SERVERNT	SISTEMAS	SERVIDORES
172.16.100.6	ROUTER	ROUTER ANDINATEL	SISTEMAS	SERVIDORES
172.16.100.7	SV	DATAWAREHOUSE	SISTEMAS	SERVIDORES
172.16.100.8	SV	OPENPOWER	SISTEMAS	SERVIDORES
172.16.100.9	SV	INETSERVER	SISTEMAS	SERVIDORES
172.16.100.10	RW	RUTEADOR	SISTEMAS	RW SNMP
172.16.100.11	RW	ROUTER METRO ET	SISTEMAS	RW SNMP
172.16.100.12	CT	CENTRAL TELEFONICA	SISTEMAS	RW SNMP
172.16.100.13	CT	CENTRAL TELEFONICA	SISTEMAS	RW SNMP
172.16.100.14	CT	CENTRAL TELEFONICA	SISTEMAS	RW SNMP
172.16.100.15	SV	ETUIO2	SISTEMAS	SERVIDORES 2
172.16.100.16	SV	PRUEBAS INTERNET	SISTEMAS	SERVIDORES 2
172.16.100.17	PC	ETACENTRAL		SERVIDORES 2
172.16.100.18	PC	CENTRAL		SERVIDORES 2
172.16.100.19	SV	SERVERBACK		SERVIDORES 2
172.16.100.20	PC	PLOTER	PLOTER	SERVIDORES 2
172.16.100.21				SERVIDORES 2
172.16.100.22	UPS		SISTEMAS	IMPRESORAS
172.16.100.23	IMPRESORA	XEROX	COLECCIONES	IMPRESORAS
172.16.100.24	IMPRESORA	HP COLOR	CONTABILIDAD	IMPRESORAS
172.16.100.25	AP	SALA DE REUNIONES	AP	IMPRESORAS
172.16.100.26	LAPTOP	HP - ETAFASHION	PATRICIO JÁCOME	IMPRESORAS
172.16.100.27	IM	IBM LASER PRINT	SISTEMAS	IMPRESORAS
172.16.100.28	IM	COPIADORA IMPRESORA	SISTEMAS	IMPRESORAS
172.16.100.29	PLOTTER	PLOTTER HP	SISTEMAS	IMPRESORAS
172.16.100.30	PC	ETACARLOS	CARLOS LÓPEZ	SISTEMAS
172.16.100.31	PC	ETADIAZ	ALFREDO DÍAZ	SISTEMAS
172.16.100.32	PC	ETAMETAL	ÁNGEL URQUIZO	SISTEMAS
172.16.100.33	PC	ETASISTEMAS5	SANTIAGO CORDOBILLA	SISTEMAS

172.16.100.34	PC	ETASISCHRIS	CHRISTIAN MADRUÑERO	SISTEMAS
172.16.100.35	PC	SISTEMAS00	SINERGY CARLOS JARA	SISTEMAS
172.16.100.36	PC	FREDDY	FREDDY LOJAN	SISTEMAS
172.16.100.37				SISTEMAS
172.16.100.38	SV	ETALOCALES	SERVER LOCALES	SISTEMAS
172.16.100.39	PC	ETAGER2	GERMANIA GARCÍA	SISTEMAS
172.16.100.40	CAMARA TMP	MATRIZ	MATRIZ	SISTEMAS
172.16.100.41	PC	ALFREDODG	ALFREDO DÍAZ	SISTEMAS
172.16.100.42	PC	TAGER	SINERGY TEAM	SISTEMAS
172.16.100.43	PC	ETAOUTSOR1	MARCELO ESPINOSA	SISTEMAS
172.16.100.44	CÁMARA 1	CÁMARA MATRIZ	SISTEMAS	SISTEMAS
172.16.100.45	CÁMARA 2	CÁMARA RRHH	SISTEMAS	SISTEMAS
172.16.100.46	UTILIZADA			SISTEMAS
172.16.100.47	UTILIZADA			SISTEMAS
172.16.100.48	SERVER	ETAUIO2	ETAUIO2	SISTEMAS
172.16.100.49	PC	ETAIMPRESORAS	COMPRAS	SISTEMAS
172.16.100.50	PC	ETASPORT	TANIA HIDROVO	MERCADEO
172.16.100.51	PC	ETAMERCADERIA	RODRIGO DÍAZ	MERCADEO
172.16.100.52	PC	COMPRAS1	MARLENE PLUA	MERCADEO
172.16.100.53	PC	COMPRAS8	KARINA VILLACÍS	MERCADEO
172.16.100.54	PC	COMPRAS5	LUZ MARINA CADENA	MERCADEO
172.16.100.55	PC	ETAINTIMA	YARDENY MEZA	MERCADEO
172.16.100.56	PC	COMPRAS4	GILDA TORRES	MERCADEO
172.16.100.57	PC	ETANAVIGAREH	ANDRÉS ERAZO	MERCADEO
172.16.100.58	PC	HP28904190103	YOLANDA CADENA	MERCADEO
172.16.100.59	PC	LAPTOPCALZADO	DIANA MUÑOZ	MERCADEO
172.16.100.60	PC	COMPRAS2	MARIA DEL C. GUIJARRO	MERCADEO
172.16.100.61	PC	LAPTOPNAVIGAREM	MARIA A. MANCHENO	MERCADEO
172.16.100.62	PC	ETANAVIGAREH1	JIMMY MONCAYO	MERCADEO
172.16.100.63	PC	ETAACCESORIOS	KARINA JARRÍN	MERCADEO
172.16.100.64	PC	ETAASCOLECCION	TANIA HIDROVO	MERCADEO
172.16.100.65	PC	ETAMARK	JANNY CORREA	MERCADEO
172.16.100.66	PC	COLECCIONES	PAMELA JIJON	MERCADEO
172.16.100.67	PC	ETAINTERIORH	FERNANDA GUERRERO	MERCADEO
172.16.100.68	PC	ETACALZADODAMAS	JOHANA MARTÍNEZ	MERCADEO
172.16.100.69	PC	ETANINOS	ALEJANDRA CÁRDENAS	MERCADEO
172.16.100.70	PC	ETAIMAGEN2	OSCAR ORTIZ	VISUAL

172.16.100.71	PC	ETAIMAGEN1	NEW	VISUAL
172.16.100.72	PC	ETAPATRICIO	PATRICIO JÁCOME	VISUAL
172.16.100.73	PC	ETAIMAGEN3	JUAN BUÑAY	VISUAL
172.16.100.74	PC	NANCY	NANCY YAUNCEN	VISUAL
172.16.100.75	PC	ETAPLANETA2	HVASQUEZ	VISUAL
172.16.100.76	PC	ETACRED23	CREDITO23	VISUAL
172.16.100.77	PC	ETAPLANETA4	PLANETA4	VISUAL
172.16.100.78	PC	ETAPLANETA1	PLANETA1	VISUAL
172.16.100.79	PC	PLANETA10	PLANETA10	VISUAL
172.16.100.80	PC	IBM-DÍAZ	MARCO DÍAZ	CRÉDITO
172.16.100.81	PC	ETACOBRANZAS	B. QUILACHAMIN	CRÉDITO
172.16.100.82	PC	ETAASCRED	MÓNICA TROYA	CREDITO
172.16.100.83	PC	ETAC3	DIEGO RUEDA	CREDITO
172.16.100.84	PC	ETAALEX	ALEXANDRA CARRERA	CREDITO
172.16.100.85	PC	ETAPLANETA13	S. MORA	CREDITO
172.16.100.86	PC	ETACARD15	O. MAILA	CREDITO
172.16.100.87	PC	ETACREDITO30	DIEGO ANDRADE	CREDITO
172.16.100.88	PC	ABALDEON	ALEX BALDEÓN	CREDITO
172.16.100.89	PC	ETACARD7	DAMIÁN SOTALIN	CREDITO
172.16.100.90	PC	ETACOBRA12	SANTIAGO BUITRÓN	CREDITO
172.16.100.91	PC	ETACARD9	M. ALTAMIRANO	CREDITO
172.16.100.92	PC	ETAUSER22	ETAUSER22	CREDITO
172.16.100.93	PC	ETACREDITO11	M. NICOLALDE	CREDITO
172.16.100.94	PC	ETAINGRESOS	LUPE COBOS	CREDITO
172.16.100.95	PC	ETAMIPC	K. LOOR	CREDITO
172.16.100.96	PC	ETACARD5	ERNESTO ALVEAR	CREDITO
172.16.100.97	PC	ETACRED5	M. LIMONES	CREDITO
172.16.100.98	PC	ETACARD24	ROGER BARRENO	CREDITO
172.16.100.99	PC	ETACRED6	CALL CENTER	CREDITO
172.16.100.100	PC	IBM-PRAMOS	PEDRO RAMOS	CONTRALORÍA
172.16.100.101	PC	ETACONTRA	SUSANA NARVÁEZ	CONTRALORÍA
172.16.100.102				CONTRALORÍA
172.16.100.103				CONTRALORÍA
172.16.100.104	PC	ETARECEPCION	RECEPCIÓN	CONTRALORÍA
172.16.100.105	PC	ETAASCONTRA1		CONTRALORÍA
172.16.100.106	PC	ETAMONITOREO1	EDISON HERRERA	CONTRALORÍA
172.16.100.107	PC	ETAASCONTRA3	PAULINA HIDALGO	CONTRALORÍA
172.16.100.108	PC	PERSONAL PEDRO	PEDRO RAMOS	CONTRALORÍA
172.16.100.109	PC	ETACONTROLPROV	MARTHA MAYALITA	CONTRALORÍA
172.16.100.110	PC	ETACONTA	ALONSO TUBON	CONTABILIDAD
172.16.100.111	PC	ETAASCONTA	JUAN CLAUDIO	CONTABILIDA

				D
172.16.100.112	PC	ETAFIN	LEILA ANDRANGO	CONTABILIDAD
172.16.100.113	PC	TOSHIBA-USER	TMP-ALONSO	CONTABILIDAD
172.16.100.114	PC	CONTRALORÍA	L. ROMERO	CONTABILIDAD
172.16.100.115	PC	ETACARD21	ALEXANDRA MARTÍNEZ	CREDITO
172.16.100.116	PC	ETACREDITO5	ANITA CHIMBO	CREDITO
172.16.100.117	PC	ETAJEFECREDITO	JEFE DE CREDITO	CREDITO
172.16.100.118	PC	ETACREDITO	L. CARRERA	CREDITO
172.16.100.119	PC	ETACARD6	V. PANCHI	CREDITO
172.16.100.120	PC	ETAAUDIT	E FREIRE	AUDITORÍA DE VENTAS
172.16.100.121	SV	ETAUIO1	SISTEMAS	AUDITORÍA DE VENTAS
172.16.100.122	PC	ETAUDIT1	F. VERA	AUDITORÍA DE VENTAS
172.16.100.123	PC	ETAASCONTRA2	CECILIA TIBANTA	AUDITORÍA DE VENTAS
172.16.100.124	PC	MANTENIMIENTO		AUDITORÍA DE VENTAS
172.16.100.125				AUDITORÍA DE VENTAS
172.16.100.126	PC	ETA-COMPRASTMP	COMPRAS	AUDITORÍA DE VENTAS
172.16.100.127	PC	ETACOMPRAS	VANESA MARCOVICI	AUDITORÍA DE VENTAS
172.16.100.128	PC	MARKETING	GABRIELA TAMAYO	AUDITORÍA DE VENTAS
172.16.100.129	PC	MARKETING2	JULIÁN	AUDITORÍA DE VENTAS
172.16.100.130	PC	ETASISTEMAS	ETASISTEMAS LINUX	INVENTARIOS
172.16.100.131	PC	HELP DESK -LINUX	SISTEMAS	INVENTARIOS
172.16.100.132				INVENTARIOS
172.16.100.133				INVENTARIOS
172.16.100.134				INVENTARIOS
172.16.100.135	SERVER	INETSERVER	SISTEMAS	INVENTARIOS
172.16.100.136	SERVER	PLANETA1	PLANETA 1	INVENTARIOS
172.16.100.137	PC	GERMERCADEO	LUÍS RISCO	INVENTARIOS
172.16.100.138				INVENTARIOS
172.16.100.139	PC	LAPTOSINERGY	LUÍS ORTEGA	INVENTARIOS
172.16.100.140	PC	ETATESOR	ISABEL GANAN	TESORERÍA
172.16.100.141	PC	ETACARD8	LILIANA USHIÑA	TESORERÍA
172.16.100.142	PC	AISTESOR	GABRIELA CABRERA	TESORERÍA
172.16.100.143	PC	ETAPLANET3	PLANETA3	TESORERÍA
172.16.100.144	PC	ETAPLANETA	PLANETA5	TESORERÍA
172.16.100.145	PC	PLANETA5	L. LEMA	TESORERÍA
172.16.100.146	PC	ETAMONITOREO	EDISON HERRERA	TESORERÍA

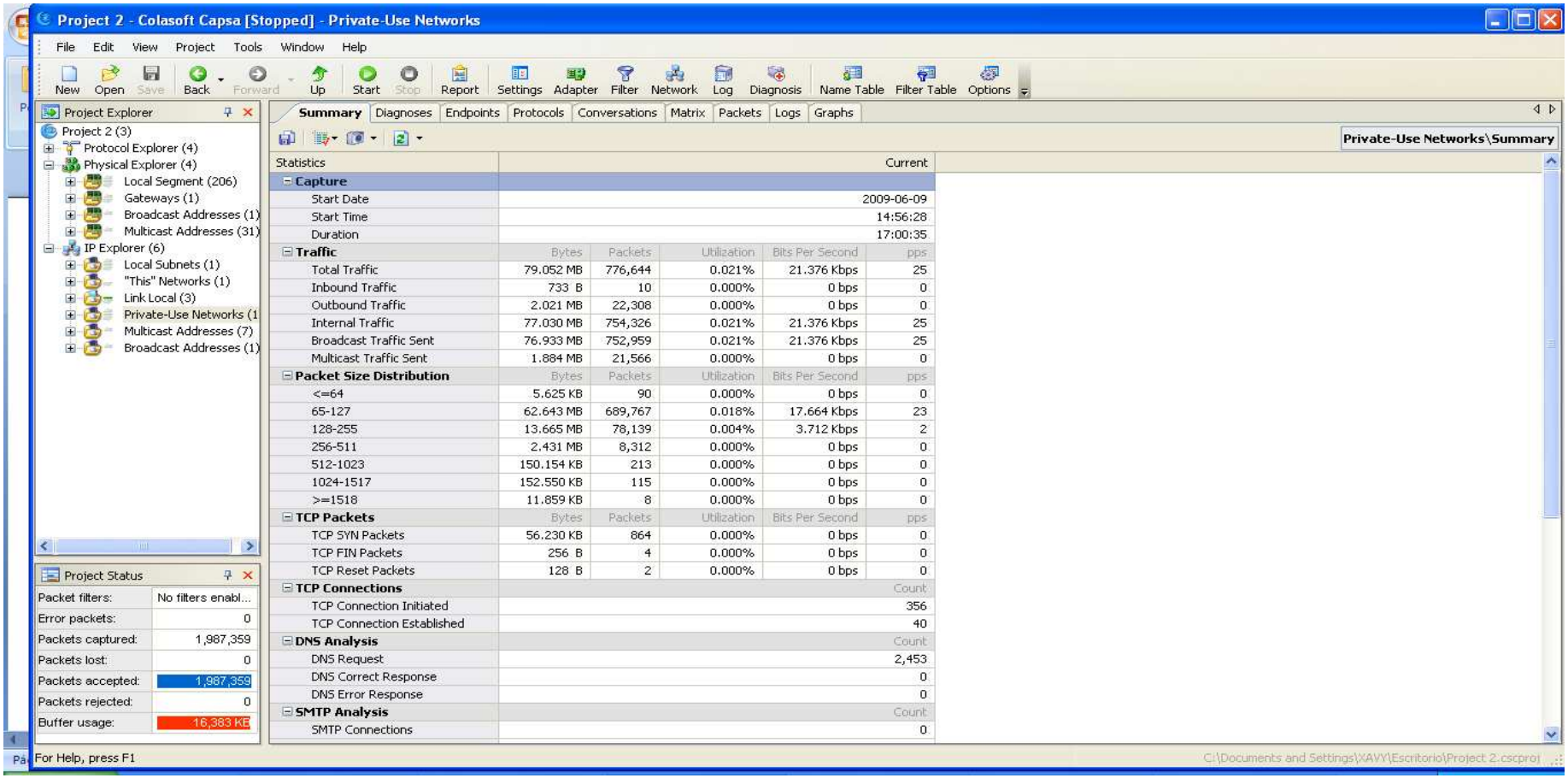
172.16.100.147	PC	ETACALL3	N. PASTRANO	TESORERÍA
172.16.100.148	PC	ETACRED24	CREDITO24	TESORERÍA
172.16.100.149	PC	PLANETA6	R. DEL VALLE	TESORERÍA
172.16.100.150	PC	ETARRHH	BOLIVIA CAICEDO	RRHH
172.16.100.151				RRHH
172.16.100.152				RRHH
172.16.100.153				RRHH
172.16.100.154	PC	PLANETA7	PLANETA7	RRHH
172.16.100.155				RRHH
172.16.100.156	PC	PLANETA8	PLANETA8	RRHH
172.16.100.157				RRHH
172.16.100.158	VOZ SOBRE IP	V/IP	RRHH	RRHH
172.16.100.159	VOZ SOBRE IP	V/IP	RRHH	RRHH
172.16.100.160	PC	ETAPUBLI	MARINA POZO	PUBLICIDAD
172.16.100.161	PC	ETARRPP	ASISTENTE	PUBLICIDAD
172.16.100.162	PC	ESTADÍSTICAS	ANDRÉS	PUBLICIDAD
172.16.100.163	PC	ASIST. MERCADEO	DANIEL ESTRADA	PUBLICIDAD
172.16.100.164	PC	VISUAL	RAÚL GRANIZO	PUBLICIDAD
172.16.100.165	PC	COMPRAS6	JENNIFER MORALES	MERCADEO
172.16.100.166	PC	ETATEX	KATTY TERÁN	MERCADEO
172.16.100.167	PC	CUBICULO2	ADRIANA MEJIA	MERCADEO
172.16.100.168	PC	CUBICULO1	M. MAYALITA	MERCADEO
172.16.100.169	PC	COMPRAS	NEW	MERCADEO
172.16.100.170	PC	ETAIMPORTACION	N/D	IMPORTACIONES
172.16.100.171	PC	ETAIMPORASIS	ASISTENTE	IMPORTACIONES
172.16.100.172	PC	ETACREDITO		IMPORTACIONES
172.16.100.173	PC	ETACREDITO		IMPORTACIONES
172.16.100.174	PC	ETACREDITO		IMPORTACIONES
172.16.100.175	PC	ETACREDITO		IMPORTACIONES
172.16.100.176	PC	ETACREDITO		IMPORTACIONES
172.16.100.177	PC	ETACREDITO		IMPORTACIONES
172.16.100.178	PC	ETACREDITO		IMPORTACIONES
172.16.100.179	PC	ETACREDITO		IMPORTACIONES
172.16.100.180				GERENCIA / PRESIDENCIA
172.16.100.181	PC	ETAPERLA	PERLA MARCOVICI	GERENCIA / PRESIDENCIA
172.16.100.182	PC	ETAGCOMERCIAL	GERENTE COMERCIAL	GERENCIA / PRESIDENCIA

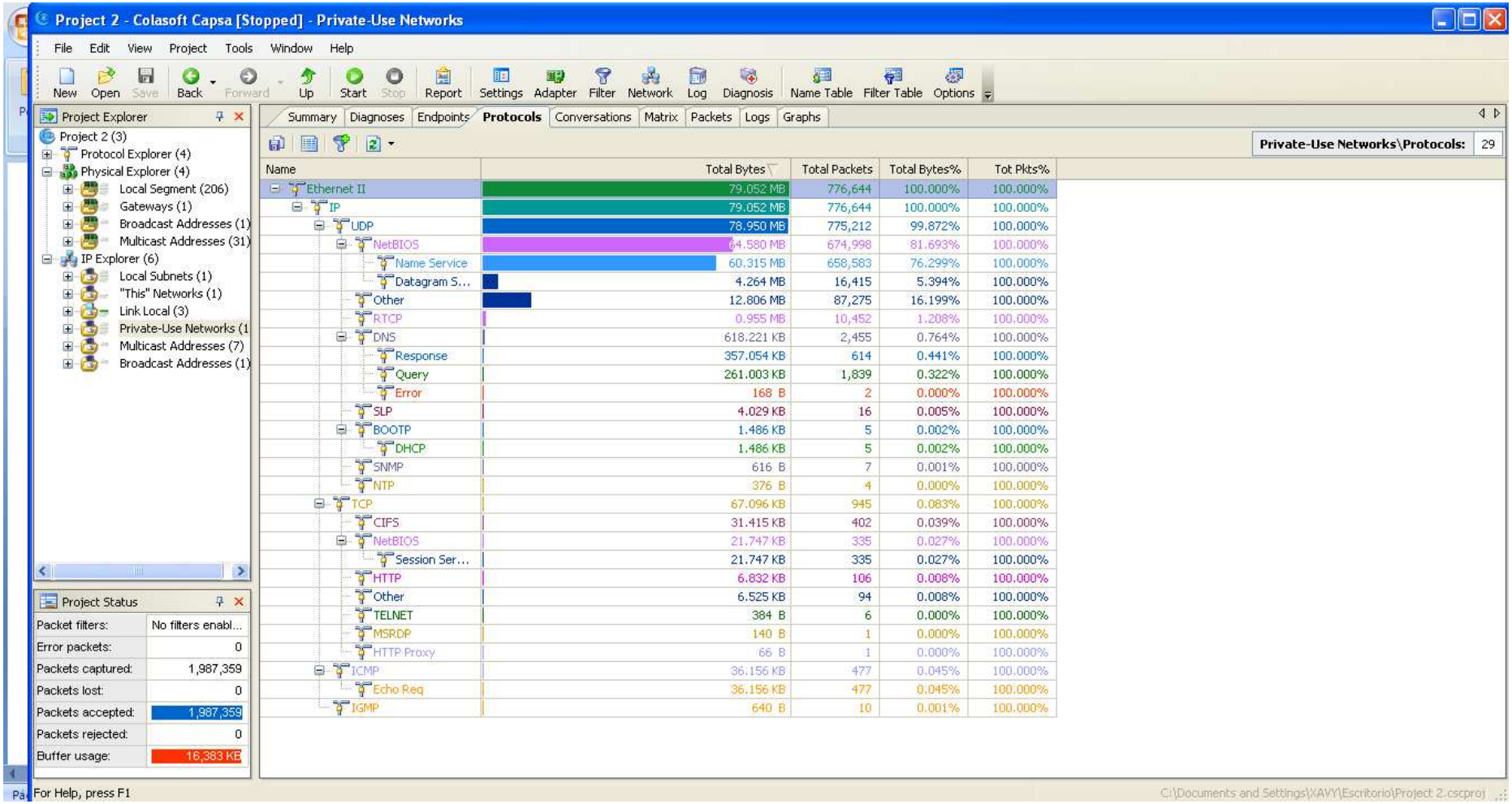
172.16.100.183	PC	ETAPATRICIO	N/D	GERENCIA / PRESIDENCIA
172.16.100.184				GERENCIA / PRESIDENCIA
172.16.100.185	LAPTOP	GERENCIA	WILLIAM MARCOVICI	GERENCIA / PRESIDENCIA
172.16.100.186	PC	FACILRM	FACILRM	GERENCIA / PRESIDENCIA
172.16.100.187	PC	ETACREDITO26	ETACREDITO26	GERENCIA / PRESIDENCIA
172.16.100.188	PC	ETASUPERVISOR	SUPERVISOR PLANETA	GERENCIA / PRESIDENCIA
172.16.100.189				GERENCIA / PRESIDENCIA
172.16.100.190				BODEGA
172.16.100.191	PC	ETAPLANETA91	MOSQUERA	BODEGA
172.16.100.192	PC		PLANETA	BODEGA
172.16.100.193	PC		PLANETA	BODEGA
172.16.100.194	PC		PLANETA	BODEGA
172.16.100.195	PC		PLANETA	BODEGA
172.16.100.196	PC		PLANETA	BODEGA
172.16.100.197	PC		PLANETA	BODEGA
172.16.100.198	PC	DIGITADOR	DIGITADOR CALL CENTER TMP	BODEGA
172.16.100.199	PC	ASISTENTE OPERATIVO	ROSA SUÁREZ	BODEGA
172.16.100.200	PC	PANA	PATRICIO HERRERA	ALMACÉN PANANORTE
172.16.100.201	PC	ETAPANIC2	ETAPANIC2	ALMACÉN PANANORTE
172.16.100.202	PC	ETAPANIC3	ETAPANIC3	ALMACÉN PANANORTE
172.16.100.203	PC	ETAPANIC1	ETAPANIC1	ALMACÉN PANANORTE
172.16.100.204	PC	ETAPANIC4	ETAPANIC4	ALMACÉN PANANORTE
172.16.100.205	PC	ETAPANIC	ETAPANIC	ALMACÉN PANANORTE
172.16.100.206	PC	ETAPANIC	ETAPANIC	ALMACÉN PANANORTE
172.16.100.207	PC	ETAPANIC6	ETAPANIC6	ALMACÉN PANANORTE
172.16.100.208	PC	ETAPANIC7	ETAPANIC7	ALMACÉN PANANORTE
172.16.100.209	PC	PLANETAPAN	PLANETAPAN	ALMACÉN PANANORTE
172.16.100.210	SV	ETALIQUI	VINICIO HINOJOSA	ALMACÉN RMODA 2
172.16.100.211	PC	ETAFACILRM	VINICIO HINOJOSA	ALMACÉN RMODA 2
172.16.100.212	PC	ETALIQC1	VINICIO HINOJOSA	ALMACÉN RMODA 2
172.16.100.213	PC	ETALIQC2	VINICIO HINOJOSA	ALMACÉN RMODA 2
172.16.100.214	PC	ETALIQC3	VINICIO HINOJOSA	ALMACÉN RMODA 2
172.16.100.215	PC	ETALIQC4	VINICIO	ALMACÉN

			HINOJOSA	RMODA 2
172.16.100.216	PC	ETALIQC5	VINICIO HINOJOSA	ALMACÉN RMODA 2
172.16.100.217	PC	ETALIQC5	VINICIO HINOJOSA	ALMACÉN RMODA 2
172.16.100.218				ALMACÉN RMODA 2
172.16.100.219				ALMACÉN RMODA 2
172.16.100.220	LAPTOP	RRHH	BOLIVIA CAICEDO	EVENTUALES
172.16.100.221				EVENTUALES
172.16.100.222				EVENTUALES
172.16.100.223		VPN	SISTEMAS	EVENTUALES
172.16.100.224		VPN	SISTEMAS	EVENTUALES
172.16.100.225		VPN	SISTEMAS	EVENTUALES
172.16.100.226		VPN	SISTEMAS	EVENTUALES
172.16.100.227		VPN	SISTEMAS	EVENTUALES
172.16.100.228				EVENTUALES
172.16.100.229		MANTENIMIENTO	MANTENIMIENTO	EVENTUALES
172.16.100.230				OTROS SERVERS
172.16.100.231				OTROS SERVERS
172.16.100.232				OTROS SERVERS
172.16.100.233				OTROS SERVERS
172.16.100.234	SV	ETAALMA	SISTEMAS (DATAFAST)	OTROS SERVERS
172.16.100.235	SV	ETAUIO3	SISTEMAS	OTROS SERVERS
172.16.100.236	PALM	INVENTARIOS	INVENTARIOS	INVENTARIOS
172.16.100.237	PALM	INVENTARIOS	INVENTARIOS	INVENTARIOS
172.16.100.238	PALM	INVENTARIOS		INVENTARIOS
172.16.100.239	AP	INVENTARIOS		INVENTARIOS
172.16.100.240	PALM	INVENTARIOS		INVENTARIOS
172.16.100.241	PALM	INVENTARIOS		INVENTARIOS
172.16.100.242	PALM	INVENTARIOS		INVENTARIOS
172.16.100.243	PALM	INVENTARIOS		INVENTARIOS
172.16.100.244	PALM	INVENTARIOS		INVENTARIOS
172.16.100.245	PALM	INVENTARIOS		INVENTARIOS
172.16.100.246	PALM	INVENTARIOS		INVENTARIOS
172.16.100.247	PALM	INVENTARIOS		INVENTARIOS
172.16.100.248	PALM	INVENTARIOS		INVENTARIOS
172.16.100.249	PALM	INVENTARIOS		INVENTARIOS
172.16.100.250	AP	INVENTARIOS		INVENTARIOS
172.16.100.251	AP	INV		NO UTILIZABLES
172.16.100.252	AP	SIS		NO UTILIZABLES
172.16.100.253	AP	REBAJA MODA		NO UTILIZABLES
172.16.100.254	AP	MANTENIMIENTO		NO UTILIZABLES

ANEXO 3

CAPTURA DE TRÁFICO QUE CURSA LA RED DE LA OFICINA MATRIZ




Project 2 - Colasoft Capsa [Stopped] - Private-Use Networks
File Edit View Project Tools Window Help
New Open Save Back Forward Up Start Stop Report Settings Adapter Filter Network Log Diagnosis Name Table Filter Table Options
Project Explorer
Project 2 (3)
Protocol Explorer (4)
Physical Explorer (4)
Local Segment (206)
Gateways (1)
Broadcast Addresses (1)
Multicast Addresses (31)
IP Explorer (6)
Local Subnets (1)
"This" Networks (1)
Link Local (3)
Private-Use Networks (1
Multicast Addresses (7)
Broadcast Addresses (1)
Project Status
Packet filters: No filters enabl...
Error packets: 0
Packets captured: 1,987,359
Packets lost: 0
Packets accepted: 1,987,359
Packets rejected: 0
Buffer usage: 16,383 KB
Summary Diagnoses Endpoints Protocols Conversations Matrix Packets Logs Graphs
Private-Use Networks\Protocols: 29
Name Total Bytes Total Packets Total Bytes% Tot Pkts%
Ethernet II 79.052 MB 776,644 100.000% 100.000%
IP 79.052 MB 776,644 100.000% 100.000%
UDP 78.950 MB 775,212 99.872% 100.000%
NetBIOS 64.580 MB 674,998 81.693% 100.000%
Name Service 60.315 MB 658,583 76.299% 100.000%
Datagram S... 4.264 MB 16,415 5.394% 100.000%
Other 12.806 MB 87,275 16.199% 100.000%
RTCP 0.955 MB 10,452 1.208% 100.000%
DNS 618.221 KB 2,455 0.764% 100.000%
Response 357.054 KB 614 0.441% 100.000%
Query 261.003 KB 1,839 0.322% 100.000%
Error 168 B 2 0.000% 100.000%
SLP 4.029 KB 16 0.005% 100.000%
BOOTP 1.486 KB 5 0.002% 100.000%
DHCP 1.486 KB 5 0.002% 100.000%
SNMP 616 B 7 0.001% 100.000%
NTP 376 B 4 0.000% 100.000%
TCP 67.096 KB 945 0.083% 100.000%
CIFS 31.415 KB 402 0.039% 100.000%
NetBIOS 21.747 KB 335 0.027% 100.000%
Session Ser... 21.747 KB 335 0.027% 100.000%
HTTP 6.832 KB 106 0.008% 100.000%
Other 6.525 KB 94 0.008% 100.000%
TELNET 384 B 6 0.000% 100.000%
MSRDP 140 B 1 0.000% 100.000%
HTTP Proxy 66 B 1 0.000% 100.000%
ICMP 36.156 KB 477 0.045% 100.000%
Echo Req 36.156 KB 477 0.045% 100.000%
IGMP 640 B 10 0.001% 100.000%
For Help, press F1
C:\Documents and Settings\XAVY\Escritorio\Project 2.cscproj

ANEXO 4

Anexo 4.1

ENCUESTA REALIZADA AL PERSONAL DE LA EMPRESA DE LA EMPRESA COMERCIAL ETATEX S.A.

La siguiente encuesta tiene como fin recolectar información sobre los servicios que ofrece la red, por lo cual sus respuestas son de mucha utilidad para el desarrollo del proyecto de "Rediseño de red basado en la tecnología FSO para la empresa COMERCIAL ETATEX C.A."

Esta encuesta es totalmente rápida y confidencial, por lo cual sírvase contestarla con toda confianza.
Ponga una cruz en la opción que a su juicio más se ajuste a lo que se refiere en cada ítem. Se le agradece de antemano su colaboración a este proyecto.

1. ¿Cómo Ud considera al funcionamiento y velocidad de la red de la empresa?

( ) Malo
( ) Regular
( ) Bueno
( ) Muy bueno

2. ¿Considera Ud que la red debería ofrecer mayores y nuevos servicios?

( ) Si
( ) No

3. ¿Dispone Ud del servicio de Internet en su estación de trabajo? (en caso de que su respuesta sea negativa favor saltar a la pregunta 8)

( ) Si
( ) No

4. ¿Cuál es tiempo que Ud. utiliza el servicio de Internet diariamente?

( ) Media hora
( ) 1 hora
( ) 2 horas
( ) 3 horas
( ) Más de 3 horas

5. ¿Cuántas páginas Web revisa Ud por hora?

( ) 1
( ) 3
( ) 5
( ) Más de 5 indique cuantas …..

6. ¿Descarga Ud. información de Internet para realizar su trabajo?

( ) Si
( ) No

7. ¿Cuál es tamaño de archivos que Ud. descarga de Internet?

( ) Menor a 1 Mbyte
( ) 1 Mbyte
( ) 3 Mbytes
( ) Mayor a 3 Mbytes indique el tamaño……

8. ¿Utiliza Ud. el servicio de correo electrónico de la empresa? (en caso de que su respuesta sea negativa favor saltar a la pregunta 10)

( ) Si
( ) No

9. ¿Cuál es el número de correos que recibe por hora?

( ) 1
( ) 3
( ) 5
( ) 7
( ) Más de 7 indique cuantas …..

10. ¿Para realizar su trabajo Ud. toma información de las bases de datos de la red de la oficina matriz de la empresa red la oficina matriz de la empresa? (en caso de que su respuesta sea negativa favor saltar a la pregunta 12)

( ) Si
( ) No

11. ¿Cuantas veces en una hora Ud. realiza consultas en las bases de datos de la red de la oficina matriz de la empresa la empresa?

( ) 5
( ) 7
( ) 15
( ) 30
() Más de 30, indique cuantas …..

12. ¿Su estación de trabajo es una computadora portátil?

( ) Si
( ) No

13. ¿Tiene Ud. acceso remoto a la red de un punto de venta? (en caso de que su respuesta sea negativa favor saltar a la pregunta 15)

( ) Si
( ) No

14. ¿Cuantas veces en una hora Ud. accesa remotamente a las redes de los puntos de venta?

( ) 1
( ) 3
( ) 5
( ) Más de 5 indique cuantas …..

15. ¿Trabaja a Ud en un punto de venta? (en caso de que su respuesta sea negativa saltar a última pregunta)

( ) Si
( ) No

16. ¿Cuantas transacciones comerciales se realizan en una hora?

( ) 5
( ) 10
( ) 20
( ) Más de 20 indique cuantas …..

17. ¿De la lista a continuación cuales servicios Ud desearía que la red le pueda ofrecer?

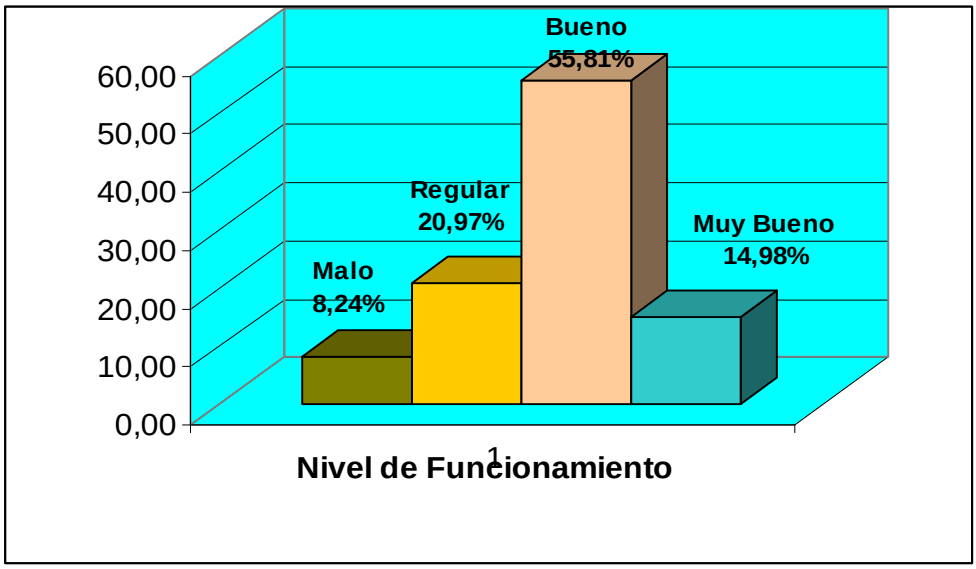
( ) Internet
( ) Correo electrónico Interno
( ) Telefonía IP
( ) Video IP

Anexo 4.2

RESULTADOS DE LA ENCUESTA

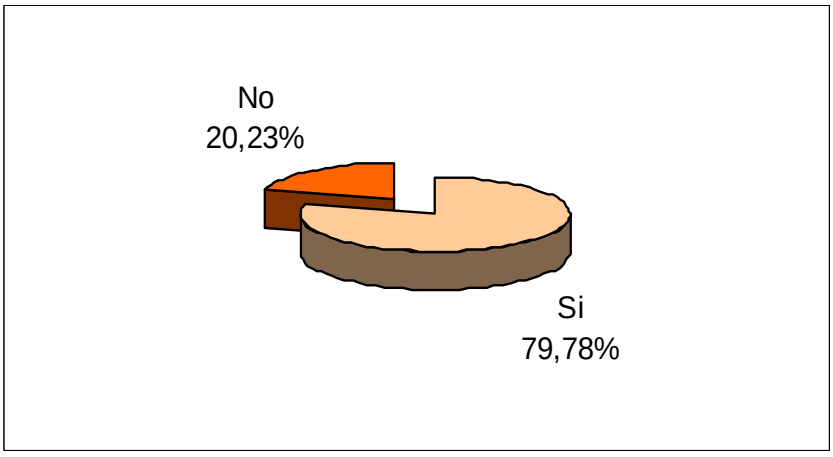
El número de personas con estaciones en la oficina matriz es de 218. Y en los puntos de venta el número de personas es 49.

1. ¿Cómo Ud considera al funcionamiento y velocidad de la red de la empresa?

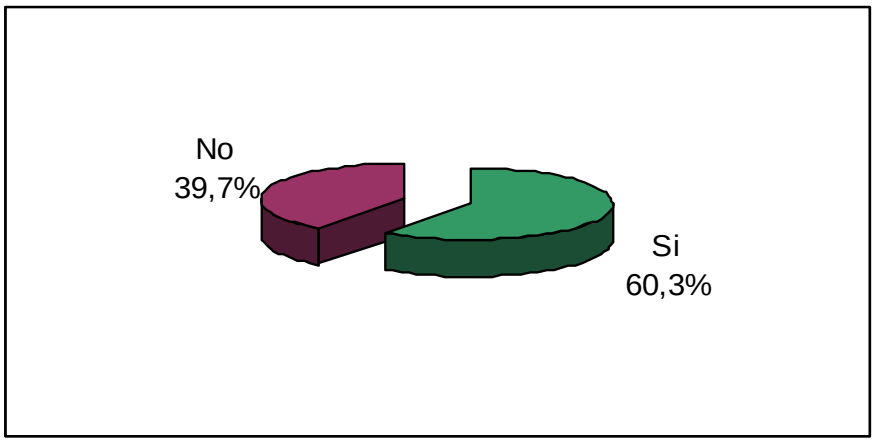


Un gran porcentaje del personal considera que la red tiene un funcionamiento y velocidad aparentemente buena, claro que no es una opinión técnica.

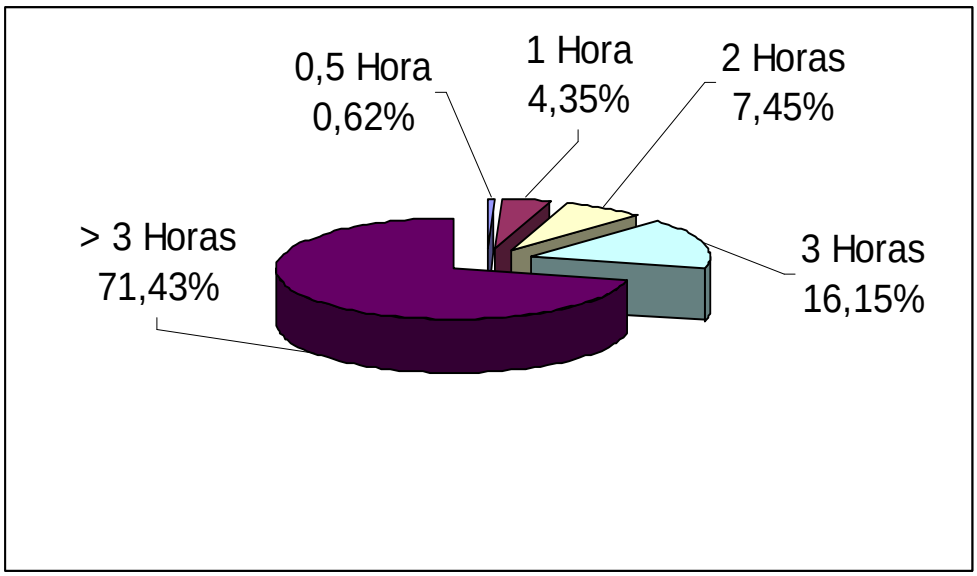
2. ¿Considera Ud que la red debería ofrecer mayores y nuevos servicios?



3. ¿Dispone Ud del servicio de Internet en su estación de trabajo?

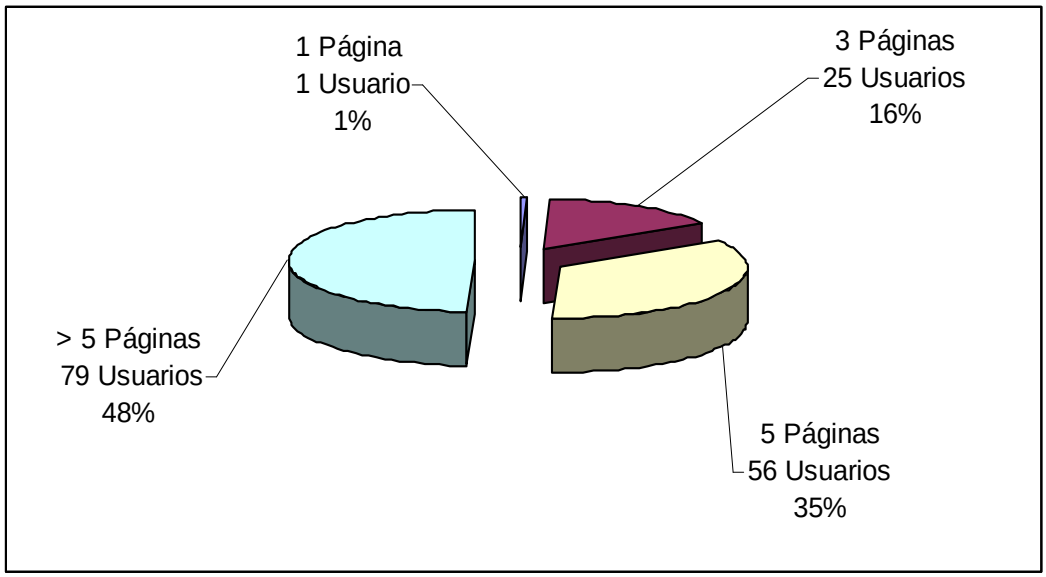


4. ¿Cuál es tiempo que Ud. utiliza el servicio de Internet diariamente?



- Este porcentaje está calculado en base del número de usuarios que disponen del servicio de Internet.

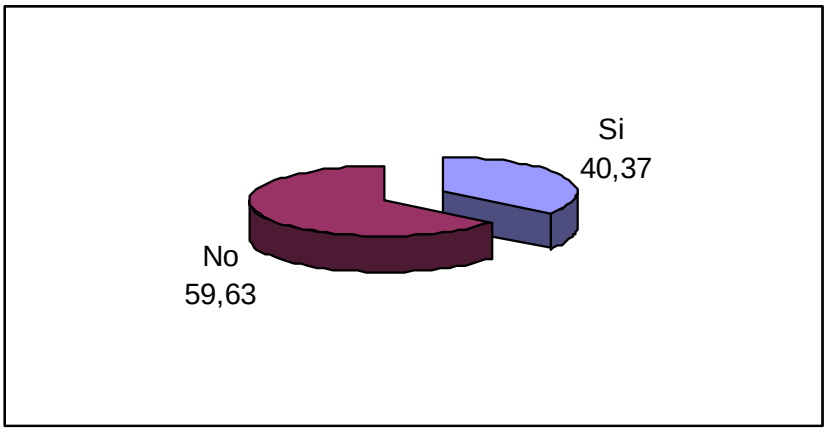
5. ¿Cuántas páginas Web revisa Ud por hora?



- Este porcentaje está calculado en base del número de usuarios que disponen del servicio de Internet.

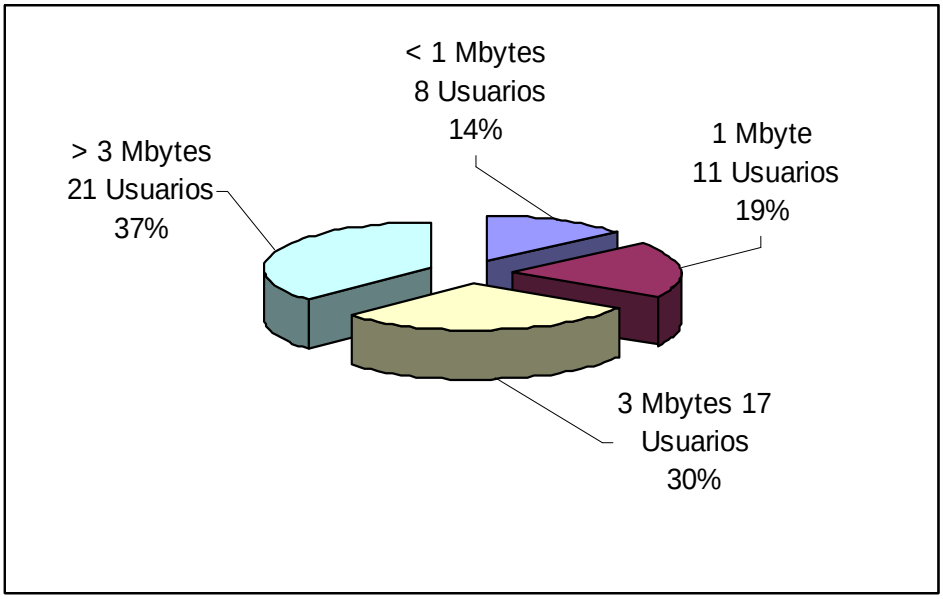
Como muestra la figura el 48% de usuarios consultan más de 5 páginas, por lo cual se debe obtener el valor promedio de páginas consultadas de estos 79 usuarios, obteniendo como resultado un valor promedio de 5.75 de páginas consultadas.

6. ¿Descarga Ud. información de Internet para realizar su trabajo?



- Este porcentaje está calculado en base del número de usuarios que disponen del servicio de Internet.

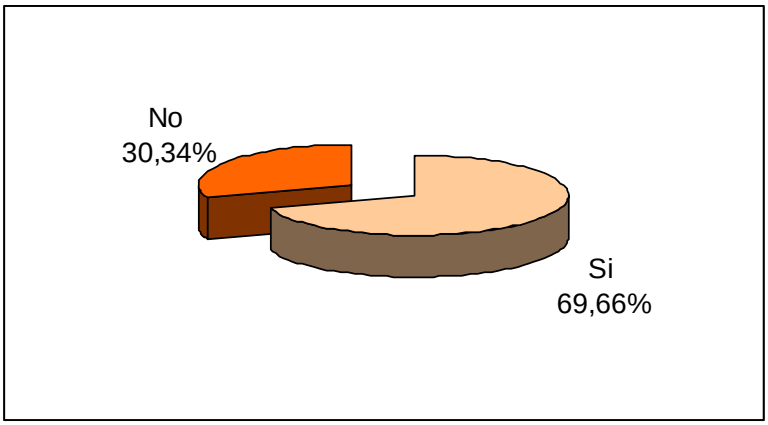
7. ¿Cuál es tamaño de archivos que Ud. descarga de Internet?



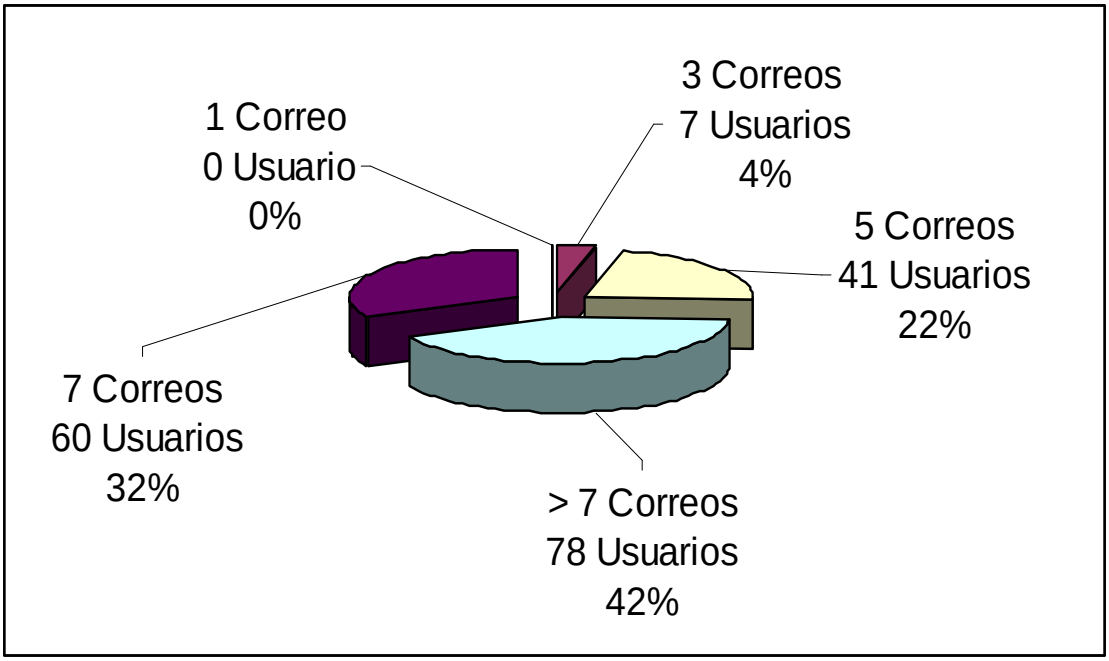
- Este porcentaje está calculado en base del número de usuarios que disponen del servicio de Internet.

Como muestra la figura el 37% de usuarios descargan más de 3 Mbytes, por lo cual se debe obtener el valor promedio de descargas de estos 21 usuarios, obteniendo como resultado un valor promedio de 3.2 Mbytes del tamaño de un archivo descargado.

8. ¿Utiliza Ud. el servicio de correo electrónico de la empresa?

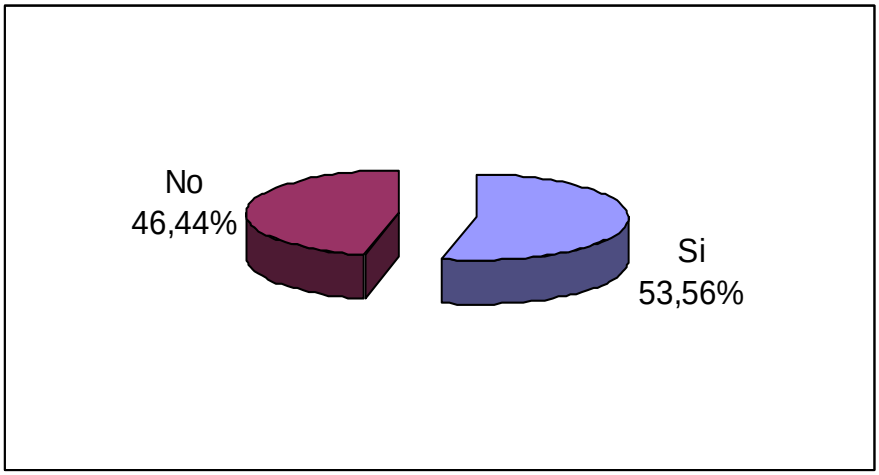


9. ¿Cuál es el número de correos que recibe por hora?

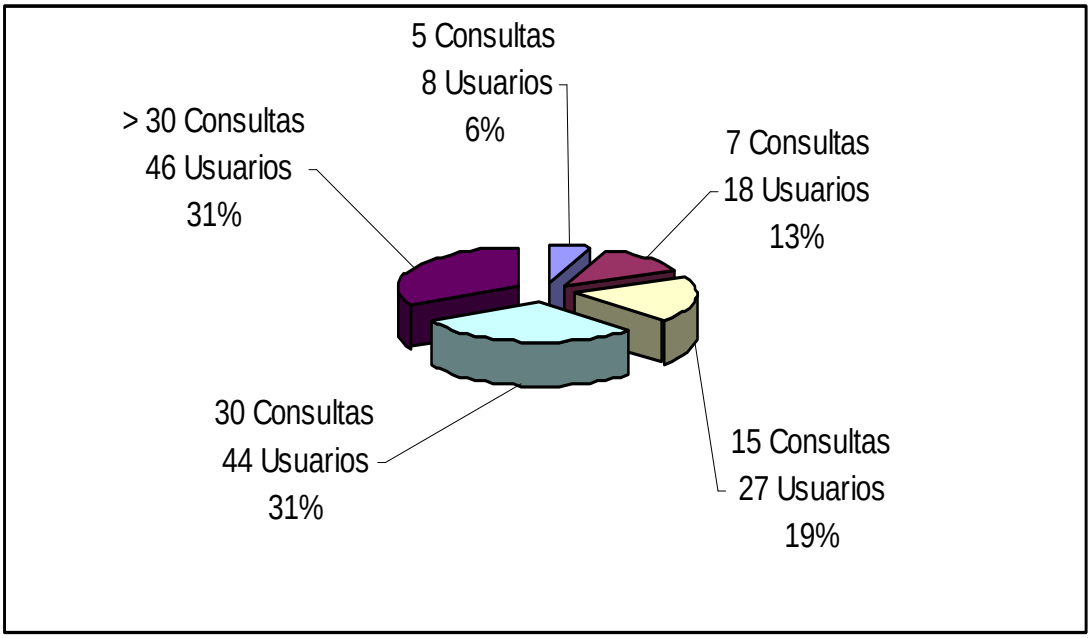


- Este porcentaje está calculado en base del número de usuarios que disponen del servicio de Correo Electrónico.

10. ¿Para realizar su trabajo Ud. toma información de las bases de datos de la red de la oficina matriz de la empresa?

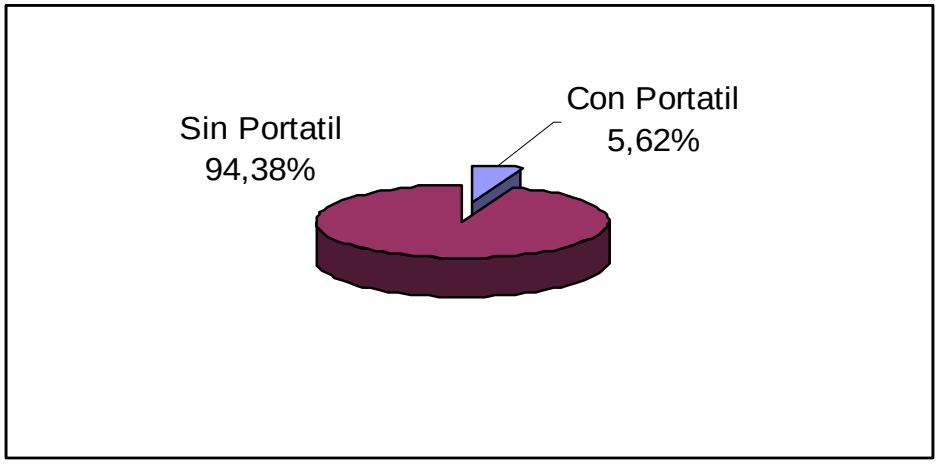


11. ¿Cuantas veces en una hora Ud. realiza consultas en las bases de datos de de la red de la oficina matriz de la empresa?

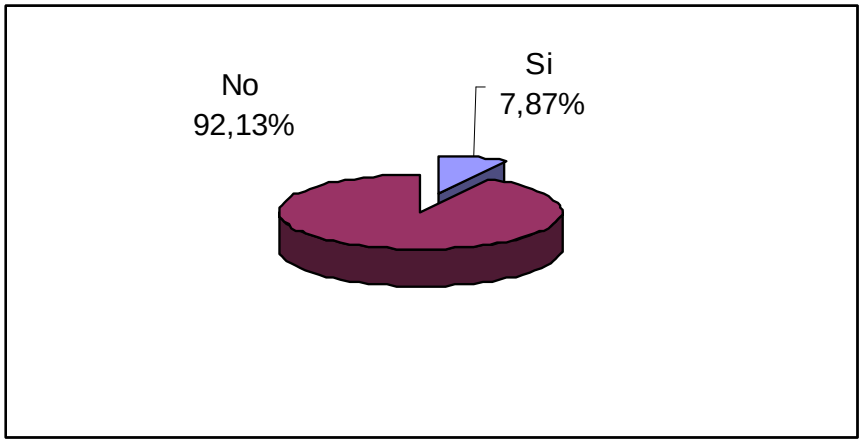


- Este porcentaje está calculado en base del número de usuarios que toman información de las base de datos de la red de la oficina matriz.

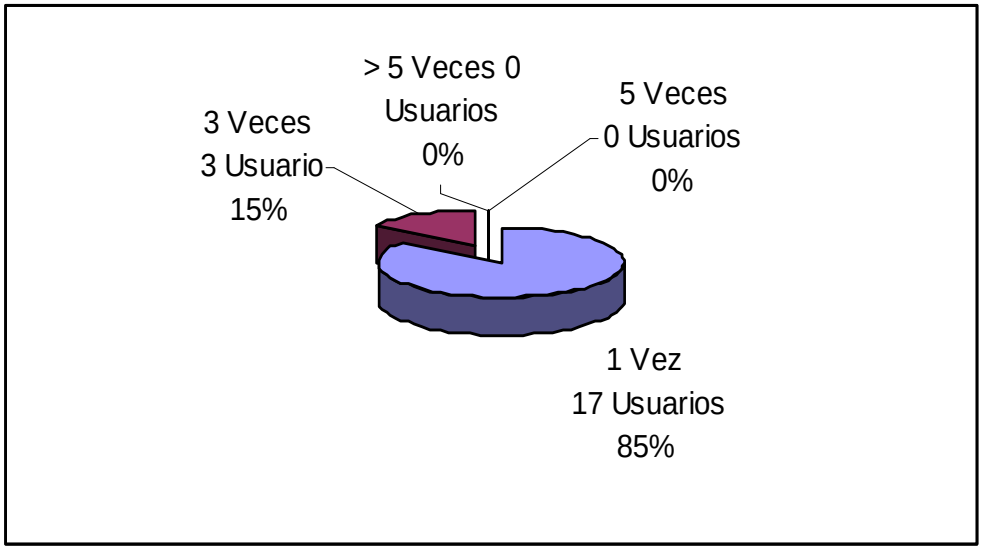
10. ¿Su estación de trabajo es una computadora portátil?



12. ¿Tiene Ud. acceso remoto a la red de un punto de venta?

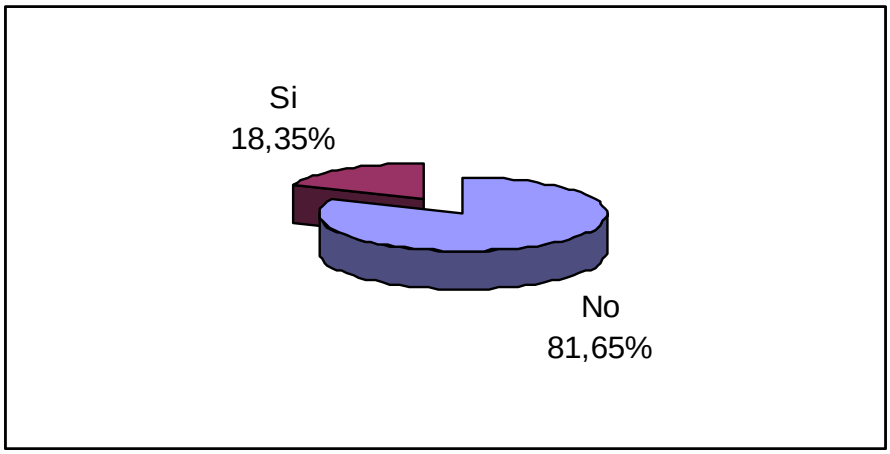


14. ¿Cuantas veces en una hora Ud. accesa remotamente a las redes de los puntos de venta?

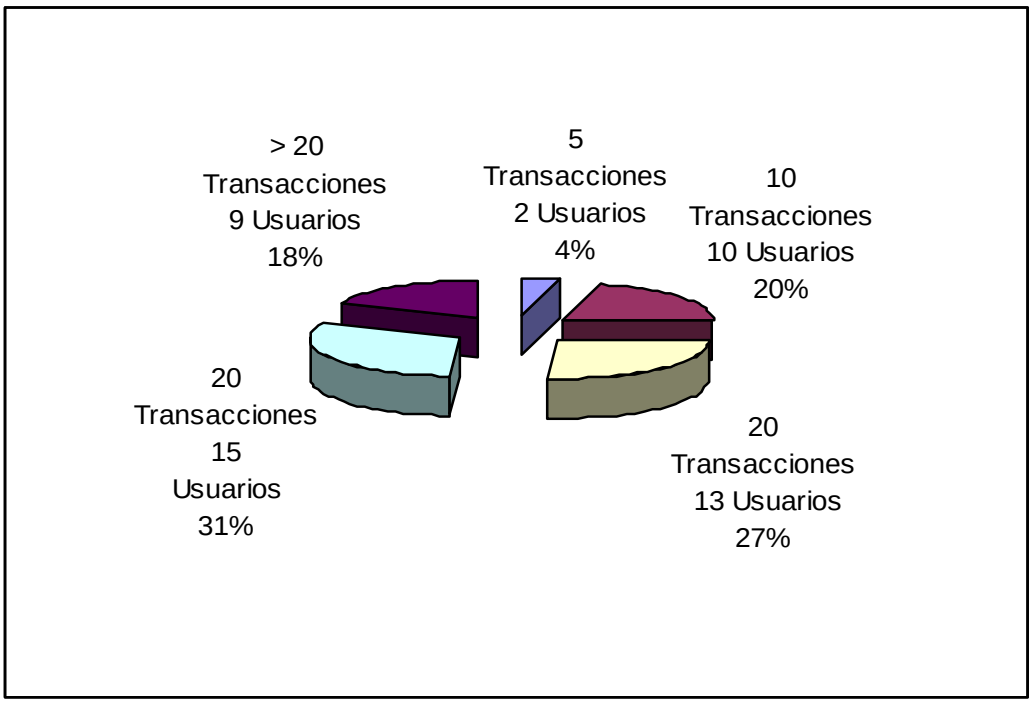


- Este porcentaje está calculado en base del número de usuarios accedan remotamente a los puntos de venta.

15. ¿Trabaja a Ud en un punto de venta?

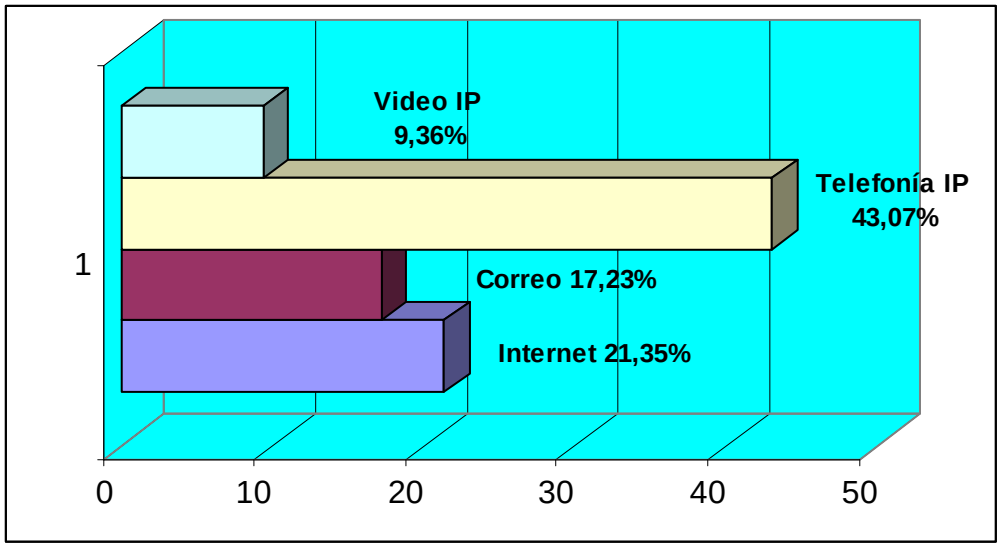


16. ¿Cuantas transacciones comerciales se realizan en una hora?



- Este porcentaje está calculado en base del número de usuarios que trabajan en los puntos de venta.

17. ¿De la lista a continuación cuales servicios Ud desearía que la red le pueda ofrecer?



- Este porcentaje está calculado en base al número total de usuarios, para cada tipo de servicio.

Como se muestra en la Tabla, existieron personas que disponían de estos servicios por esto el porcentaje de Internet y correo es bajo.

Por otra parte el servicio de telefonía IP, los usuarios lo tomarón como telefonía convencional, ya que a pesar que es el porcentaje más alto de estos servicios no llega al 50% de los usuarios.

Sobre el servicio de video IP, es una aplicación que no es de dominio público y que no le interesa a los usuarios.

ANEXO 5

Anexo 5.1

Switch Capa 2 D-LINK DES 3550

D-Link
Building Networks for People

DES-3550 | Ficha Técnica

Corporate Layer 2/4 - 48-port 10/100Mbps and 2-port GE shared, SIM Support
Switch de acceso con opciones de uplinks 1G y soporte RPS

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

FUENTE DE PODER
Interna Universal,
100 a 120 VAC, 50/60 Hz y 200 a 240 VAC, 50/60 Hz

CONSUMO MÁXIMO
40 Watts

TAMAÑO
Montable en rack estándar de 19", 1 U

DIMENSIONES
441mm x 309mm x 44mm

PESO
4,4Kg

TEMPERATURA DE OPERACIÓN
0ºC a 40ºC

TEMPERATURA DE ALMACENAJE
-40ºC a 70ºC

HUMEDAD
5% a 95 % no condensada

EMISSION(EMI)
FCC Class A, CE Class A , C-Tick

SEGURIDAD
CSA Internacional

PUERTAS MINIGBIC OPCIONALES

DEM-310GT
Módulo de 1 Puerta Fibra Optica 1000Base-LX (hasta 10Km)

DEM-311GT
Módulo de 1 Puerta Fibra Optica 1000Base-Sx (hasta 550m)

DEM-314GT
Módulo de 1 Puerta Fibra Optica 1000Base-LH (hasta 35Km)

DEM-315GT
Módulo de 1 Puerta Fibra Optica 1000Base-Zx (hasta 80Km)

SOPORTE PARA FUENTE DE PODER REDUNDANTE (RPS), OPCIONAL

DPS-200
Fuente de poder Stand Alone

DPS-800
Chassis para fuentes de Poder DPS-200, DPS-300 y DPS-500

DPS-900
Chassis para fuentes de Poder DPS-200, DPS-300 y DPS-500

* Funcionalidades soportadas con próximas actualizaciones de Firmware

PUERTAS

48 puertas 10/100Mbps - Autosensing
2 puertas 1000Mbps Autosensing tipo Combo
1 RS-232, Consola

PUERTAS MINIGBIC SOPORTADAS
- DEM-310GT
- DEM-311GT
- DEM-314GT
- DEM-315GT

FUNCIONALIDAD DE LAS PUERTAS 1000BASE-TX
Operación Full Duplex.
Auto MDI/MDIX

CONECTORES
RJ-45, para las puertas 10/100Mbps y 1000Mbps.
MiniGBIC, para puertas Combo (SFP)

ESTÁNDARES
IEEE 802.3
IEEE 802.3u
IEEE 802.3x, Flow Control
IEEE 802.3ab
IEEE 802.3z
ANSI/IEEE 802.3 Nway auto-negotiation

MÉTODO DE SWITCHING
Store-and-forward

SWITCHING FABRIC
13.6 Gbps

FILTERING ADDRESS TABLE
8 K MAC address por dispositivo.

MAC ADDRESS LEARNING
Actualización Automática
Estática, definida por el usuario

PAKET FILTERING/FORWARDING RATES (HALF DUPLEX)
Ethernet : 14880 pps por puerta
FastEthernet : 148810 pps por puerta
GigabitEthernet : 1488100 pps por puerta

SWITCH FORWARDING RATE
10.1Mbps

PACKET BUFFER
64 MB

VLAN
- IEEE 802.1Q Tagged VLAN
- GARP/GVRP
- Asymmetric VLAN *
- Número de VLANs: 255 (max.)

COLAS DE PRIORIDADES (PARA QOS)
IEEE 802.1p
4 colas de prioridades en modo Stack

CLASIFICACIÓN DEL TRÁFICO (COS)
- TOS
- Diffserv (DSCP)
- Port-based
- MAC address
- IP address
- TCP/UDP port number

SEGURIDAD DE ACCESO
- 802.1x control de acceso basado en la puerta física
- 802.1x control de acceso basado en la MAC
- Seguridad por puerta

LISTAS PARA CONTROL DE ACCESO (ACL)
- Port Number
- TOS
- DiffServ (DSCP)
- MAC address
- Packet protocol type
- TCP/UDP port number (definibles por el usuario)
- TCP/UDP payload (definibles por el usuario)
- Definición de ACL por puerta

IP MULTICAST
IGMP Snooping
IGMP v3 *

SPANNING TREE
- 802.1d
- 802.1w Rapid Spanning Tree
- 802.1s Multiple Spanning Tree *

PORT TRUNKING
Si

Máximo 8 puertas por Trunk.
Máximo 6 Trunks por dispositivo
802.3ad compatible Link Aggregation static mode
802.3ad Link Aggregation (LACP)

TOPOLOGÍA
Estrella

FUNCIONES DE ADMINISTRACIÓN

Administración
- SIM, Single IP Management
- SNMP v.1, v2c, v.3
- Web-based management
- Web GUI traffic monitoring
- Web MAC address browsing
- CLI (command line interface)
- RMON monitoring
- Telnet server, Máximo 8 sesiones
- TACACS+
- RADIUS *
- SYSLOG
- DHCP/BOOTP relay
- DNS relay
- Dual images
- Back door function
- Password enable
- Port description
- CPU utilization monitoring

MIBs Soportadas
- MIB-II (RFC 1213)
- Bridge MIB (RFC 1493)
- RMON MIB (RFC 1757)
- 802.1Q VLAN/802.1p MIB (RFC 2674)
- IGMP MIB (RFC 2933)
- IF (Interface) MIB (RFC 2233)
- Ethernet-like MIB (RFC 1643)
- D-Link enterprise MIB

RMON Groups
1, 2, 3, 9 (Alarm, Statistics, History, Event)

FUNCIONES AVANZADAS SOPORTADAS
- Traffic Segmentation
- Bandwidth control
- Port Mirroring
- Support Broadcast storm control
- Support Multicast/Unicast storm control
- Support unknown packet storm control

FUNCIONES Y CARACTERÍSTICAS SOPORTADAS
DHCP Client
TFTP (para Firmware Upgrade)

LEDS INDICADORES
Por dispositivo: - Power
- Console
- RPS
Por puerta : - 10/100Mbps
- 1000Mbps
Por puerta SFP : - Link/Act

HELP DESK-ATENCION D-LINK GRATUITA AL CONSUMIDOR:

Argentina: 0800 666 1442 • **Colombia:** 01800 700 1588 • **Chile:** 800 - 8 35465 • **Ecuador:** 1800 7777 11
El Salvador: 800 64 37 • **Guatemala:** 1800 30000 17 • **Panamá:** 0800 5600 193 • **Perú:** 0800 52049
Venezuela: 0800 100 34 70

www.dlinkla.com | Building Networks for People

Anexo 5.2

Switch Capa 2 D-LINK DGS 1216T

D-Link
Building Networks for People

DGS-1216T | Ficha Técnica

16-ports Copper SMB Gigabit Smart Switch + 2 Combo SFP
SMB Gigabit Smart Switch, para rendimiento de ancho de banda

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA
Interna Universal, 100-160 VAC, 50/60 Hz, 1.5A Max.

PESO
2.832 Kg

DIMENSIONES
440 x 210 x 44 mm. Montable en rack, 1U

TEMPERATURA DE OPERACIÓN
0ºC a 40ºC

TEMPERATURA DE ALMACENAJE
-10ºC a 70ºC

HUMEDAD
5% a 90 % no condencada

EMISIÓN(EMI)
FCC Class A, CE Class A

SEGURIDAD
CUL

PUERTAS MINIGBIC (SFP) OPCIONALES

DEM-310GT
Módulo de 1 Puerta Fibra Optica 1000Base-LX (hasta 10Km)

DEM-311GT
Módulo de 1 Puerta Fibra Optica 1000Base-SX (hasta 550m)

DEM-314GT
Módulo de 1 Puerta Fibra Optica 1000Base-LH (hasta 35Km)

DEM-315GT
Módulo de 1 Puerta Fibra Optica 1000Base-ZX (hasta 80Km)

PUERTAS

16 Puertas RJ-45 1000Base-T y
2 Puertas Gigabit Ethernet tipo SFP. La instalación de modulo SFP deshabilita la correspondiente puerta UTP Gigabit

ESTÁNDARES
IEEE 802.3 10Base-T Ethernet
IEEE 802.3u 100Base-TX Fast Ethernet (Copper)
IEEE 802.3z 1000Base-SX (Fiber) Gigabit Ethernet (Fiber)
IEEE 802.3ab 1000Base-T Gigabit Ethernet (Copper)
ANSI/IEEE 802.3 Nway auto-negotiation
IEEE 802.3x Flow Control

PROTOCOLO
CSMA/CD

DATA TRANSFER RATES
Ethernet:
10Mbps (half duplex)
20 Mbps (full-duplex)
Fast Ethernet:
100 Mbps (half duplex)
200 Mbps (full duplex)
Gigabit Ethernet:
2000 Mbps (full duplex)

TOPOLOGÍA
Estrella

CABLES
UTP Cat. 5, Cat.5e (100m Max.)
EIA/TIA-568 100-ohm STP (100m Max.)

FULL/HALF DUPLEX
Full/half duplex for 10/100Mbps speeds
Full duplex only for Gigabit speed

MEDIA INTERFACE EXCHANGE
MDI-II/MDI-X auto-sensing for all twisted-pair ports

TWISTED-PAIR RX REVERSE POLARITY
Auto-correction

MÉTODO DE SWITCHING
Store-and-forward

MAC ADDRESS TABLE
4K Entradas por dispositivo

MAC ADDRESS LEARNING
Automatic update

ADMINISTRACIÓN
Web-based management
Windows-based utility
Hw Reset

QOS
IEEE 802.1p
2 queues

VLAN
Port-based VLAN
16 VLANs max.

PORT TRUNK
2 ó 4 puertas por Trunk
2 Trunks por equipo

LEDS INDICADORES
Por Puerta : Link/Act, Speed, FDX
Por Dispositivo: Power, CPU

HELP DESK-ATENCION D-LINK GRATUITA AL CONSUMIDOR:
Argentina: 0800 666 1442 • **Colombia:** 01800 700 1588 • **Chile:** 800 - 8 35465 • **Ecuador:** 1800 7777 11
El Salvador: 800 64 37 • **Guatemala:** 1800 30000 17 • **Panamá:** 0800 5600 193 • **Perú:** 0800 52049
Venezuela: 0800 100 34 70

www.dlinkla.com | **Building Networks for People**

Anexo 5.3

Switch Capa 3 D-LINK DES 3828P

D-Link®
Building Networks for People

DES-3828P | Ficha Técnica

Corporate Layer 3 - 24-port 10/100Mbps and 4-port GE PoE and SIM Support
Switch de acceso con opciones de uplinks 1G, soporte PoE y RPS

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS
VENTILACIÓN
1 DC Fan, 1 Soplador
DIMENSIONES
441 x 310 x 44 mm
TAMAÑO
19-pulgadas, montable en rack estándar, 1U
PESO
6.02Kgs
TEMPERATURA DE OPERACIÓN
0° a 40°C
TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO
-40° a 70°C
HUMEDAD
5% a 95% no condensada
EMI
FCC class A, CE, C-Tick
SAFETY
CSA International, CB
CARACTERÍSTICAS DE SOFTWARE
SOPORTE L2
IGMP Snooping: Supports 256 Multicast Groups
Addresses 802.1D Spanning Tree
802.1w Rapid Spanning Tree
802.1s Multiple STP
802.3ad Link Aggregation: 32 grupos, 8 puertas por grupo
One-to-One/Many-to-One Port Mirroring
VLAN
802.1Q
Máximo grupos VLAN: VLAN 4K (4K Static VLANs, 255 Dynamic VLANs)
SOPORTE L3
Ruteo estático : 128 Routers
RIP v.1/v.2
OSPF
IPv4 Hardware Routing Table: 2K
L3 Hardware Forwarding Table: 4K
VRRP
Número de interfaces IP: 64
Multiples IP por VLAN: 2
MULTICAST
IGMP v.1
IGMP v.2
DVMRP v.3
PIM DM
QOS
Bandwidth Control: por puerta, granularity 64Kb/s
Control de tormentas de Broadcast
802.1p Priority Queues
Número de Colas por puerta: 8
CoS basado en puerta
CoS basado en direcciones MAC fuente y destino (S/D)
CoS basado en TOS
CoS DSCP
CoS basado en direcciones IP fuente y destino (S/D)
CoS basado en puertas TCP/UDP
LISTAS DE CONTROL DE ACCESO
300 reglas por dispositivo
Basado en puerta
Basado en direcciones MAC
Basado en colas de prioridades 802.1p
Basado en VLAN
Basado en DSCP
Basado en direcciones IP
Basado en tipo de Protocolo
Basado en puerta TCP/UDP
Basado en payload TCP/UDP (contenido del paquete)
SEGURIDAD
RADIUS Autenticación, para acceso a la Administración
TACACS+ Autenticación, para acceso a la Administración
SSH v.2
SSL v.2 Multicast
Port Security: 16 direcciones MAC por puerta
802.1x Port-Based Access Control
802.1x MAC-Based Access Control
Segmentación de Tráfico
IP-MAC Binding: 500 entradas por dispositivo
ADMINISTRACIÓN
D-Link Single IP Management v1.5
Administración Web
Command Line Interface (CLI)
Telnet Servidor
TFTP Cliente
SNMP v.1,v.2c y v.3
SNMP trap on MAC notification
RMON v.1 : 4 grupos (Estadísticas, Histórico, Alarmas y Eventos)
BOOTP/DHCP Cliente
DHCP Relay, opción 82
Syslog
Dual Image
MIB
RFC 1213 MIB-II
RFC 1493 Bridge MIB
RFC 1907 SNMP v.2 MIB
RFC 2819 RMON MIB
RFC 2665 Ether-like MIB
RFC 2674 802.1p MIB
RFC 2863 IF MIB
RFC 2618 RADIUS Authentication Client MIB
RFC 2620 RADIUS Accounting Client MIB
RFC 1724 RIP v.2 MIB
RFC 1850 OSPF v.2 MIB
RFC 2096 IP Forwarding Table MIB (CIDR)
RFC 2787 VRRP MIB
RFC 2932 IP v.4 Multicast Routing MIB
RFC 2934 PIM MIB for IP v.4
Private MIB

PUERTAS

INTERFACES
PUERTAS 10/100BASE-TX
24
PUERTAS 10/100/1000BASE-T
2
PUERTAS/SLOTS COMBO 10/100/1000BASE-T/SFP
2
AUTONEGOCIACIÓN DE LA VELOCIDAD DE RED
Si
PUERTA DE CONSOLA RS-232
1
ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA
INTERNAL POWER SUPPLY
AC a DC
POWER INPUT
100 a 240VAC, 10A, 50 a 60Hz
POWER OUTPUT
12VDC, 10.5A (max)
POWER CONSUMPTION
395.2 watts (max)
REDUNDANT POWER SUPPLY (OPCIONAL)
DPS-600
802.3AF POWER OVER ETHERNET
Si
NÚMERO DE PUERTAS POE
24
POE AUTO-DISCOVERY
Si
POE AUTO-DISABLE (POR PUERTA)
Si
POE ACTIVE CIRCUIT PROTECTION
Si
RENDIMIENTO
SWITCHING CAPACITY
12.8Gbps

64-BYTE SYSTEM PACKET FORWARDING RATE
9.6Mpps
MAC ADDRESS TABLE
16K
PACKET BUFFER SIZE
32MB
MAX. JUMBO FRAME SIZE
9KBytes
LEDS INDICADORES DE ESTADO
10MBPS Ó 100MBPS SPEED (POR PUERTA ETHERNET)
Si
10/100MBPS Ó 1000MBPS SPEED (POR PUERTA GIGABIT)
Si
LINK/ACTIVITY (POR PUERTA)
Si
POWER, CONSOLE, RPS (POR DISPOSITIVO)
Si

HELP DESK-ATENCION D-LINK GRATUITA AL CONSUMIDOR:
Argentina: 0800 666 1442 • **Colombia:** 01800 700 1588 • **Chile:** 800 - 835465 • **Ecuador:** 1800 7777 11
El Salvador: 800 64 37 • **Guatemala:** 1800 30000 17 • **Panamá:** 0800 5600 193 • **Perú:** 0800 52049
Venezuela: 0800 100 34 70

www.dlinkla.com | **Building Networks for People**

Anexo 5.4

Router Cisco 1861

Data Sheet

Cisco 1861 Integrated Services Router

Cisco® is introducing a new platform focused on unified communications to the Cisco 1800 Series Integrated Services Routers portfolio: the Cisco 1861. This new, affordable unified communications system makes anytime, anywhere secure access to information possible, thereby facilitating more effective and efficient ways of communicating with customers and employees.

The award-winning Cisco integrated services router is the ideal platform for delivering IP communications in enterprise branch offices, commercial offices, and small and medium-sized business (SMB) offices. Through the integration of voice gateway, call processing, voicemail, Automated-Attendant, conferencing, transcoding, and security capabilities, Cisco integrated services router platforms deliver a complete office unified communications solution (Figure 1).

Figure 1. Cisco 1861 Integrated Services Router

Product Overview

The Cisco 1861 Integrated Services Router, which is part of the Cisco 1800 Series Integrated Services Router portfolio, is a unified communications solution for SMBs and enterprise small branch offices that provides voice, data, voicemail, Automated-Attendant, video, and security capabilities while integrating with existing desktop applications such as calendar, e-mail, and customer relationship management (CRM) programs. This easy-to-manage platform takes full advantage of business-class, proven unified communications technologies and supports flexible deployment models based on your needs—a wide array of IP phones, public switched telephone network (PSTN) interfaces, and Internet connectivity.

Core components include the following:

- Integrated Cisco Unified Communications Manager Express or Cisco Unified Survivable Remote Site Telephony (SRST) for call processing
- Optional Cisco Unity® Express for voice messaging and Automated Attendant
- Integrated LAN switching with Power over Ethernet (PoE)—expandable through Cisco Catalyst® Switches
- Optional 802.11b/g integrated wireless LAN (WLAN) capability on some models or external access points

© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. This document is Cisco Public Information.

- Optional support for range of High-Speed WAN interface cards (HWICs)
- Optional security with firewall, VPN, Secure Sockets Layer (SSL), and intrusion prevention system (IPS) capabilities

Converged IP Communications

The Cisco 1861 Integrated Services Router can meet the IP communications needs of SMB and enterprise small branch offices while concurrently delivering an industry-leading level of security within a single communications system. The Cisco 1861 offers the Cisco Unified Communications Manager Express (CME) integrated as default through Cisco IOS® Software that provides call processing for Cisco IP phones. This solution is targeted at customers interested in deploying a converged IP telephony solution for up to 15 IP phones, and need an integrated WAN for data connectivity. Figure 2 illustrates the CME application for a standalone business using the Cisco 1861 Integrated Services Router. With the Cisco 1861, you can securely deploy data, voice, and IP telephony on a single platform for your small to medium-sized branch offices, helping them streamline their operations and lower their network costs.

As the enterprise extends its IP telephony deployments from central sites to remote offices, one of the critical factors in achieving a successful deployment is the ability to support backup call control at the remote branch office. Cisco Unified SRST provides a cost-effective solution for supporting redundant call control in the remote branch office. Figure 3 illustrates Cisco Unified SRST using the Cisco 1861 Integrated Services Router.

Figure 2. Cisco Unified Communications Manager Express Using Cisco 1861

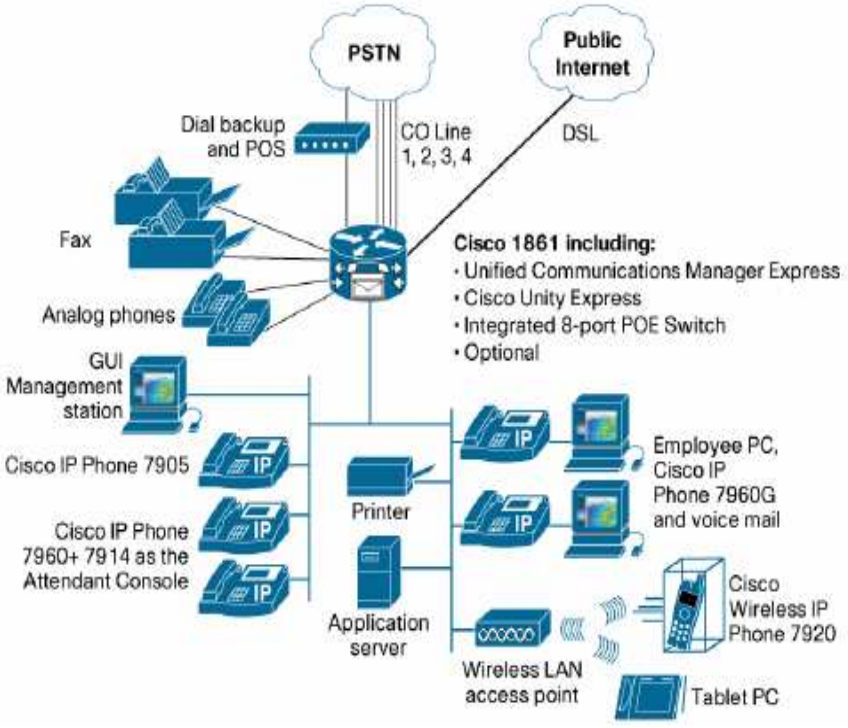


Figure 3. Cisco Unified SRST Using Cisco 1861

© 2009 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. This document is Cisco Public Information.

telephony as well as wireless access to data applications. Wireless services allow greater mobility for employees, partners, and customers, resulting in increased productivity.

Platform Features and Benefits

The Cisco 1861 Integrated Services Router is an all-in-one unified communications solution that integrates voice, data, video, wireless, and security into one platform. It brings unified communications to SMBs and enterprise small branch offices by providing a simplified, affordable solution that is easy to configure, deploy, and manage. By combining call control, messaging, and security into one device, the Cisco 1861 eliminates the added costs of multiple servers and provides a solution that is easy to set up and manage at a lower price point.

Table 1 summarizes the features and benefits of the Cisco 1861 Integrated Services Router.

Table 1. Platform Features and Benefits

Feature	Benefits
Solution Packaging	• Both foreign exchange office (FXO) and Basic Rate Interface (BRI) fixed configurations are offered for both Cisco Unified CME + Cisco Unity Express and Cisco Unified SRST applications. • Each configuration is equipped with the appropriate number of feature licenses for call processing and voicemail, simplifying the product structure. • The appropriate number of fixed digital signal processors (DSPs) is packaged with each configuration.
CME/SRST Upgrade Licenses	• Provides flexibility and investment protection by allowing the optional upgrade of the default 8-user CME/SRST license to 15 users. Refer to Table 8 for list of license Upgrade SKUs. Cisco IOS Release 12.4(22)T or later is required for upgrade from 8-to-15 users
Modularity	• A high-speed WIC (HWIC) slot is available for data WAN integration through a select list of HWICs. Refer to Table 9 for a list of supported HWICs. • The default Cisco IOS Software image SP Services K9 can be upgraded to optional advanced images. Refer to Table 7 for a list of software images supported.
Ethernet Connectivity with QoS	• Ethernet connectivity is provided for IP phones or wireless access points by PoE ports that provide connectivity speeds for up to 100BASE-T Ethernet technology without the need for additional power modules. Most Cisco Unified IP phones include a 10/100 switch with QoS to provide PC desktop connectivity to the network. • Optimized QoS is provided for IP phone and desktop configurations. The QoS level helps ensure that voice over IP (VoIP) traffic takes precedence. • Voice and data traffic travels in preconfigured VLANs • Port security is provided to limit unauthorized access to the network.
Power Failover	• A power failover feature is provided on the base configuration, giving access to the public switched telephone network (PSTN) lines in case of a power outage. When power is lost, FXO PSTN trunk is directly connected to foreign exchange station (FXS) analog port, allowing for calls to be placed and received.
Recorded Announcements for Callers: Music on Hold (MOH)	• The process for providing customized MOH announcements is simplified with a dedicated MOH port, allowing small-business owners to play recorded announcements to their callers by simply plugging the audio source into the provided 3.5-mm mini-jack. • Customers can also use wave files stored on flash memory. • MOH is an audio stream that is played to PSTN and VoIP G.711 or G.729 callers who are placed on hold by the phone user. This audio reassures the callers that they are still connected to the called party.

Cisco Unified Communications Features

IP telephony is currently undergoing tremendous growth, accelerated by access to value-added features and applications that only IP telephony can provide to the end user. Additionally, the cost benefits of converging data, voice, and video on a single network are adding to the rapid acceptance of this technology. Because it is integrated into a single system, the Cisco 1861 Integrated Services Router for SMBs and enterprise small branch offices enhances the advantages of convergence by offering the following unique benefits:

- **Cost-effective operations through a single, integrated voice-and-data platform for all SMB and enterprise branch office needs:** This highly reliable platform provides robust

© 2009 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. This document is Cisco Public Information.

Feature	Specification
Packaging type	Desktop or wall-mount (Rack-mount: optional)
Product Architecture	
DRAM	• Cisco IOS Software: 256 MB • Voice messaging: 512 MB
Compact Flash memory	• Cisco IOS Software: 128 MB • Voice messaging: 1 GB; Compact Flash
Onboard Ethernet ports	• 1 10/100 Fast Ethernet • 8 10-/100-Mbps LAN • 1 10/100 Ethernet expansion port
WAN slot	1 HWIC slot to support select Cisco HWICs
Music on Hold	Single 3.5-mm audio port or wave file stored in flash memory
Integrated encryption	Cryptography accelerator as standard integrated hardware that can be enabled with optional Cisco IOS Software support for 3DES and AES encryption
Integrated inline PoE ports	Base unit includes 8 built-in 10/100 PoE ports (802.3AF or Cisco prestandard); Cisco Catalyst switch recommended for additional ports
FXS ports	4 built-in FXS ports.(not expandable)
PSTN interfaces (FXO or BRI)	4 built-in FXO ports or 2 built-in BRI ports (not expandable)
Console port	1: Up to 115.2 kbps
Voicemail ports	6 ports for voicemail and Automated Attendant
Deployment Options	Desktop; wall-mount, and rack-mount (rack-mount requires an optional rack-mount kit Part Number: ACS-1861-RM-19=)
Power Requirements	
Power supply	External
AC input voltage	100 to 240 VAC
AC input frequency	50 to 60 Hz
AC input current	4 to 2A (100 to 240V)
AC input surge current	50 to 100A (100 to 240V)
Maximum inline power distribution	80W
Power dissipation: AC without IP phone support	• 80W • 90W (including external AC adapter)
Power dissipation: AC with IP phone support for IP phones	• 175W • 180W (including external AC adapter)
Environmental Specifications	
Operating temperature	32 to 104°F (0 to 40°C)
Operating humidity	10 to 85% noncondensing operating; 5 to 95 noncondensing, nonoperating
Nonoperating temperature	4 to 149°F (–20 to 65°C)
Operation altitude	• 104°F (40°C) at sea level • 87.8°F (31°C) at 6,000 ft (1800m) • 77°F (25°C) at 10,000 ft (3000m) • Note: De-rate 34.7°F (1.5°C) per 1,000 ft
Dimensions (H x W x D)	• 2.625 x 10.5 x 11.05 in. • (6.67 x 26.67 x 28.07 cm)
Power supply dimensions (H x W x D)	• 1.7 x 4 x 7.5 in. • (4.3 x 10.16 x 19.05 cm)
Rack height	1.5 rack unit (RU)
Weight (fully configured)	8 lb (3.63 kg)
Power supply	3 lb (1.36 kg)

© 2009 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. This document is Cisco Public Information.

Anexo 5.5

Router Wireless D- LINK DIR 615

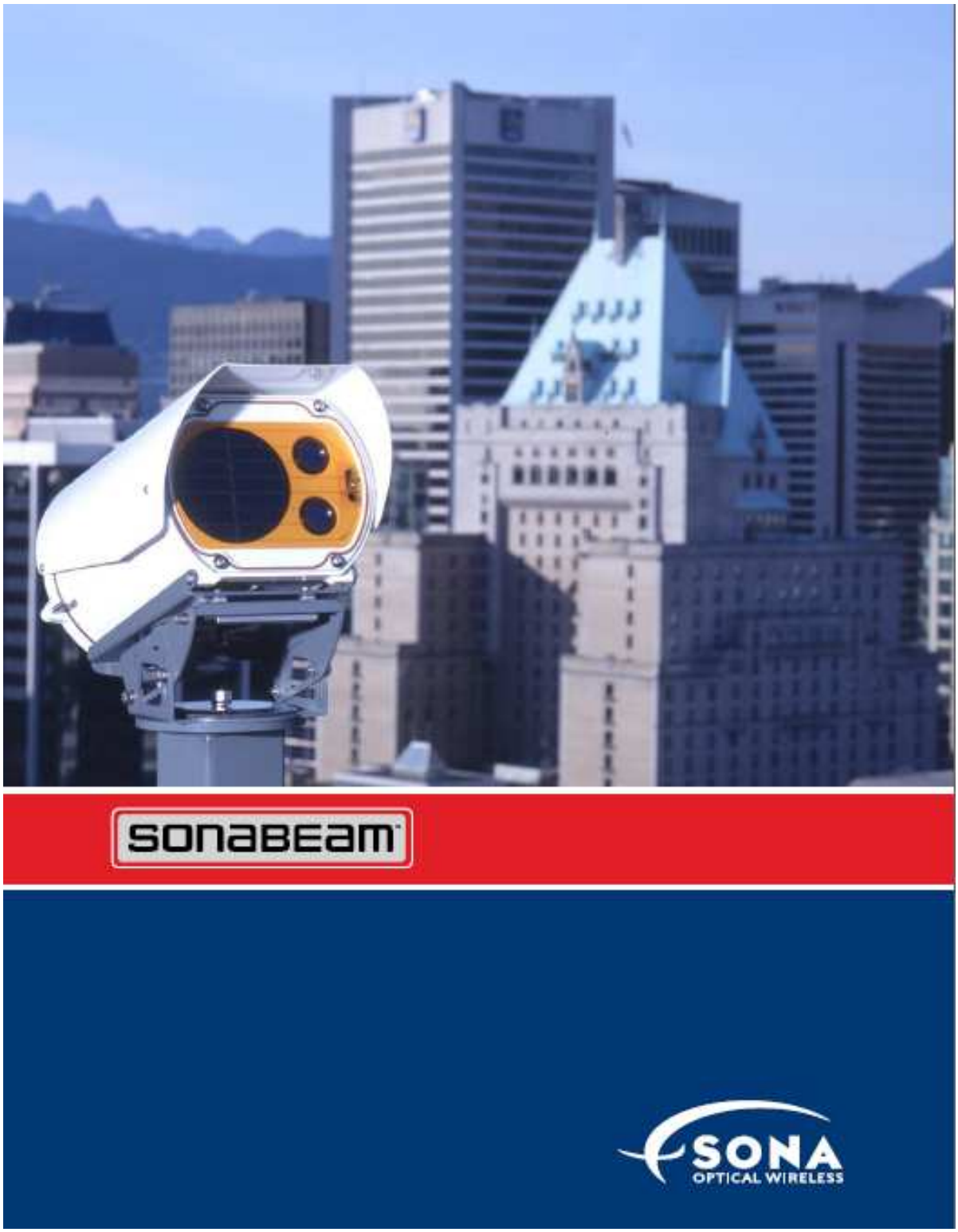
DIR-615
Wireless N Router
Router inalámbrico Wireless 802.11N, Conectividad inalámbrica para compartir acceso a Internet en el hogar con velocidad de hasta 300Mbps.

FICHA TECNICA	
ESTÁNDARES	• IEEE 802.11n (draft 2.0) • IEEE 802.11g/b • IEEE 802.3 • IEEE 802.3u
PUERTAS	• 4 Puertas LAN 10/100 Mbps Fast Ethernet MDI/MDIX • 1 Puerta WAN 10/100 Mbps Fast Ethernet MDI/MDIX (Soporta Dirección IP estática, DHCP Client, PPPoE, PPTP, L2TP y Bigpond)
TÉCNICAS DE MODULACIÓN	• DQPSK • DBPSK • DSSS • CCK
WIRELESS FREQUENCY RANGE	• 2.4GHz to 2.497GHz
WIRELESS SIGNAL RATES	• 802.11b: 1/2/5.5/11Mbps • 802.11g: 6/9/12/18/24/36/48/54Mbps • 802.11n: 30/60/90/120/180/240/270/300Mbps
POTENCIA DE TRANSMISIÓN WIRELESS	• 18 dBm +/-2dB
ANTENA	• 2 Antenas desmontables tipo dipolo • Conector Reverse SMA
SEGURIDAD	• WEP 64/128-Bit Data Encryption (Solo en 802.11B/G) • Wi-Fi Protected Access (WPA/ WPA2) • (TKIP, MIC, IV Expansion, Shared Key Authentication) • 802.1x • WPS (Wi-Fi Protected Setup) - Push Button - PIN
FIREWALL	• Network Address Translation (NAT) • Stateful Packet Inspection (SPI) • VPN pass-through • Multi-session PPP/L2TP/IPSec • IP/Mac Address Filtering • URL Filtering • Scheduling • Domain Blocking • Soporte 1 DMZ
REQUERIMIENTOS MÍNIMOS DEL SISTEMA	• Computador con: Windows® Vista**, Windows® XP SP2**, Windows® 2000 SP4**, o Mac OS® X (v10.4)*** • Internet Explorer 6 Firefox v1.5 o superior • Tarjeta de Red Ethernet • Para acceso a Internet: Cable or DSL Modem Subscripción a un Proveedor de Internet (ISP)
ADMINISTRACIÓN DEL EQUIPO	• Internet Explorer v.6 o superior o Firefox v.1.5 o superior • Netscape Navigator v6 o superior • DHCP Server y Cliente
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA	• 5 VDC 2.5A (Adaptador de Poder Externo)

LEDS DE DIAGNÓSTICO	• Power • Status • Internet • WLAN (Conexión Wireless) • LAN
DIMENSIONES	• Item: 4.6" x 7.6" x 1.2" • Paquete: 8.1" x 10.9" x 2.6"
PESO	• 940 Gramos (0.5 lb)
TEMPERATURA DE OPERACIÓN	• 0° a 40° C
TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO	• -20° a +65° C
HUMEDAD DE OPERACIÓN	• 10% a 90% (no condensada)
CERTIFICACIÓN EMI	• FCC Clase B • IC • CE
SENSIBILIDAD DE RECEPCIÓN	802.11b • –86dBm for 11Mbps @ 8% PER • –87dBm for 5.5Mbps @ 8% PER • –88dBm for 2Mbps @ 8% PER • –90dBm for 1Mbps @ 8% PER 802.11g • –82dBm at 6Mbps • –81dBm at 9Mbps • –79dBm at 12Mbps • –77dBm at 18Mbps • –74dBm at 24Mbps • –70dBm at 36Mbps • –66dBm at 48Mbps • –65dBm at 54Mbps 802.11n Legace mode • -82dBm at BPSK, coding rate 1/2 (MCS-0) • -81dBm at QPSK, coding rate 1/2 (MCS-1) • -79dBm at QPSK, coding rate 3/4 (MCS-2) • -77dBm at 16-QAM, coding rate 1/2 (MCS-3) • -74dBm at 16-QAM, coding rate 3/4 (MCS-4) • -70dBm at 64-QAM, coding rate 2/3 (MCS-5) • -66dBm at 64-QAM, coding rate 3/4 (MCS-6) • -65dBm at 64-QAM, coding rate 5/6 (MCS-7) N mode HT20(MHZ) • -80dBm at BPSK, coding rate 1/2 (MCS-0) • -77dBm at QPSK, coding rate 1/2 (MCS-1) • -75dBm at QPSK, coding rate 3/4 (MCS-2) • -72dBm at 16-QAM, coding rate 1/2 (MCS-3) • -68dBm at 16-QAM, coding rate 3/4 (MCS-4) • -64dBm at 64-QAM, coding rate 2/3 (MCS-5) • -63dBm at 64-QAM, coding rate 3/4 (MCS-6) N mode HT40(MHZ) • -77dBm at BPSK, coding rate 1/2 (MCS-8) • -74dBm at QPSK, coding rate 1/2 (MCS-9) • -72dBm at QPSK, coding rate 3/4 (MCS-10) • -69dBm at 16-QAM, coding rate 1/2 (MCS-11) • -65dBm at 16-QAM, coding rate 3/4 (MCS-12) • -61dBm at 64-QAM, coding rate 2/3 (MCS-13)

Anexo 5.6

Equipo FSO SONABEAM 52-M



SONABEAM FROM FSONA

At fSONA, we deliver optical wireless connectivity solutions that bridge network gaps with unmatched simplicity and performance. From point-to-point connectivity to meshed networking architectures, the SONAbeam's protocol transparent technology gives military, government, service providers and enterprise customers alike the unique ability to integrate free space optics (FSO) quickly and easily into any existing network.

By transmitting through the atmosphere, the SONAbeam eliminates the substantial costs of digging up streets and sidewalks required to install fiber, and unlike other wireless solutions, the SONAbeam is immune to electro-magnetic (EM) and radio-frequency (RF) interference, as well as offering the benefit of eliminating the requirement for costly spectrum licenses. Plus; the SONAbeam's narrow, highly directional transmission all but eliminates eavesdropping or interception. Utilizing advanced FSO technology at the eye-safe 1550 nm wavelength, fSONA has created the most potent FSO systems ever brought to market.

FORWARD THINKING IN FREE SPACE OPTICS (OPTICAL WIRELESS)

Key to SONAbeam's breakthrough laser technology is its operational wavelength of 1550 nm, which provides a broad spectrum of safety and performance advantages. Wavelengths longer than 1400 nm are safe to the human eye. Thus the SONAbeam is a true eyesafe platform that meets ANSI Class 1 and IEC Class 1M safety standards. Already operating with the highest output power levels in the industry, the SONAbeam still has room to grow; thanks to the benefits of the 1550 nm wavelength.

SECURE WIRELESS

In today's environment, network security is critical to an organization's survival. The vulnerabilities of RF systems have led people to wrongly conclude that all wireless transmissions are highly vulnerable to interception. The SONAbeam's FSO technology is among the most secure of any wide-area connectivity solution; this is due to its inherent low probability of interception, its anti-jam characteristics and the stealth nature of the transmission.

RUGGED AND ROBUST

At fSONA, we explored every possible design consideration to ensure the SONAbeam transceivers are able to survive in even the most extreme weather conditions - from the intense cold of the north, to the blazing desert sun. The SONAbeam's superior environmentally sealed, cast-aluminum housing, is unique in the market and is impervious to water, sun and other environmental hazards. Its support infrastructure is rigid enough to maintain stability in winds up to 120 km/h and survive driving gales of up to 160 km/h, allowing for problem-free rooftop and tower installations. The SONAbeam has also been designed to operate through windows, again furthering the available deployment options.

THE MOST RELIABLE PART OF YOUR NETWORK

Thorough product testing is one of the cornerstones of our business, and we consider our testing procedures to be the most rigorous in the industry. To ensure complete reliability throughout the SONAbeam's internal systems, we select and design the electronics to not only utilize the best components available, but to ensure these components operate at the lowest possible stress levels. We then subject every component and every subsystem to a battery of laboratory and real-world tests to confirm the integrity of our design.

CARRIER-CLASS AVAILABILITY

The SONAbeam's high-powered laser transmitters are able to penetrate heavy rain, snow and fog far more effectively and consistently than any other available FSO technology. The ability to deliver the industry's highest link margins makes the SONAbeam ideal for use in hybrid networks; using complementary technologies to create fully protected, fully redundant, multi-media solutions - a requirement in today's networks. With up to four redundant transmitters, the SONAbeam produces up to 640mW of output power; 30-50 times more transmission power than most competing FSO products. With greater power comes enhanced weather penetration capabilities and more effective transmission over longer ranges.

	sonaBeam 1250-M	sonaBeam 155-M
Transmission rates	100 - 1448 Mbps (datarate transparent and reclocked)	31 - 180 Mbps (datarate transparent and reclocked)
Transmission standards	OC-3/STM-1, OC-12/STM-4, 270 Mbps, 1064 Mbps, Fast/Gig Ethernet	OC-3/STM-1, Fast Ethernet
Range: 3 dB/km (clear air)	400 m to 5300 m (1310 ft to 3.3 mi)	300 m to 6400 m (980 ft to 4.0 mi)
10 dB/km (extreme rain)	400 m to 2325 m (1310 ft to 1.4 mi)	300 m to 2675 m (980 ft to 1.7 mi)
Laser output power	640 mW peak (4 x 160 mW)	640 mW peak (4 x 160 mW)
Fiber xmtr output power	-11 dBm(min), -3 dBm (max)	-15 dBm (min), -8 dBm (max)
Fiber rcvr input power	-20 dBm (min), -3 dBm (max)	-31 dBm (min), -8 dBm (max)
Receive aperture	20 cm (8 in) diameter, effective clear	20 cm (8 in) diameter, effective clear
	sonaBeam 52-M	
Transmission rates	10 - 68 Mbps (datarate transparent and reclocked)	
Transmission standards	E3, DS3, OC-1/STM-0	
Range: 3 dB/km (clear air)	300 m to 7700 m (980 ft to 4.8 mi)	
10 dB/km (extreme rain)	300 m to 3125 m (980 ft to 1.9 mi)	
Laser output power	640 mW peak (4 x 160 mW)	
Fiber xmtr output power	-15 dBm (min) to -8 dBm (max)	
Fiber rcvr input power	-31 dBm (min) to -8 dBm (max)	
Receive aperture	20 cm (8 in) diameter, effective clear	
FIBER-OPTIC INTERFACE		
Interface type	SM or MM fiber, SC terminated	
Fiber xmtr wavelength	1310 nm nominal (1280 nm to 1335 nm)	
Fiber rcvr wavelength	1310 nm nominal (1280 nm to 1335 nm)	
MECHANICAL / ELECTRICAL / ENVIRONMENTAL		
Operating temperature	-40ºC to 60ºC (-40ºF to 140º F)	
Solar filters	2 spatial, 2 spectral	
Pointing stability	120 km/h (75 mph) operating, > 160 km/h (100 mph) survivability	
Environmental seal	Water-tight, IP66 + NEMA-4 rated	
Dimensions (W*H*D)	Centimeters: 41 x 41 x 46; Inches: 16 x 16 x 18	
Weight - kg (lbs)	Head: 20 kg (44 lbs); PCA: 8 kg (17 lbs); Yoke: 8 kg (17 lbs)	
Input voltage	-48v DC nominal, Operational range (-40v to -57v)	
Optional AC	External AC supply available: 85-260 VAC (50/60 Hz)	
Power consumption	Transceiver: 55 watts, max; Heaters: 200 watts, max	
CARRIER-CLASS RELIABILITY AND DURABILITY		
Heating	Internal, to 30ºC (86ºF), prevents optics fogging, snow/sleet accumulation	
Laser cooling	Active solid state cooling to 35ºC (95ºF), even in desert conditions	
Redundant transmitters	4 independent lasers, drivers, coolers & cooler controllers	
Power supply	Carrier-grade, 2 million hour MTBF for DC	
Structure	Cast aluminum housing, yoke & mount	
Adaptive power control	Adjusts laser power to changing weather conditions	