

INFRAESTRUCTURA LAN Y WAN ACORDE A LAS NECESIDADES DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DEL VALLE DEL RIO PENDERISCO, EN EL SUROCCIDENTE DEL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA QUE PERMITA SU CONEXIÓN A LA DENOMINADA SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN - CASO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA RURAL JAIPERA

TRABAJO DE GRADO



**RODRIGO ARTURO CARREÑO VALLEJO
JOSÉ ALEXANDER FERREIRA CIPAGUATA
BRIGITTE NATHALIE ORTIZ LONDOÑO
ALBERT ALEXIS QUIROGA FORERO**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA POLITÉCNICO GRANCOLOMBIANO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS BÁSICAS
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS DE
TELECOMUNICACIONES
2017**

INFRAESTRUCTURA LAN Y WAN ACORDE A LAS NECESIDADES DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DEL VALLE DEL RIO PENDERISCO, EN EL SUROCCIDENTE DEL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA QUE PERMITA SU CONEXIÓN A LA DENOMINADA SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN - CASO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA RURAL JAIPERA

TRABAJO DE GRADO



RODRIGO ARTURO CARREÑO VALLEJO

rocarreno@poligran.edu.co

JOSÉ ALEXANDER FERREIRA CIPAGUATA

joferreira@poligran.edu.co

BRIGITTE NATHALIE ORTIZ LONDOÑO

brortizlondono@poligran.edu.co

ALBERT ALEXIS QUIROGA FORERO

alquiroga2@poligran.edu.co

Asesor:

RICARDO CESAR GÓMEZ VARGAS

Ingeniero Electrónico

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA POLITÉCNICO GRANCOLOMBIANO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS BÁSICAS
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS DE
TELECOMUNICACIONES**

2017

AGRADECIMIENTOS

A Dios primero que todo por darnos vida, salud y tiempo para llegar al culmen de esta especialización, en la que ponemos nuestras expectativas para poder obtener una mejor calidad de vida.

A nuestros familiares, quienes, con su apoyo, tiempo y dedicación, nos motivan a continuar en un esfuerzo continuo, para dar lo mejor de nosotros en nuestro compromiso con el aprendizaje.

Agradecemos a todas las personas que participaron directa o indirectamente en la elaboración de este proyecto de grado.

A todos nuestros tutores, qué en el transcurso de esta especialización, nos dedicaron su tiempo, experiencia, paciencia y buena voluntad, para enseñarnos y darnos lo mejor de sí, en un aprendizaje continuo, impulsando el desarrollo de nuestra formación profesional en esta área que nos apasiona tanto.

¡Infinitas gracias a todos!

TABLA DE CONTENIDO

_Toc480932196_Toc480932197

1	RESUMEN EJECUTIVO.....	5
1.1	Planteamiento del problema.....	5
1.2	Objetivos General y Específico	7
1.2.1	Objetivo General:.....	7
1.2.2	Objetivos Específicos:	7
1.3	Alcance	7
2	JUSTIFICACIÓN.....	9
3	MARCO TEÓRICO, REFERENTES Y ESTADO DEL ARTE.....	11
3.1	Topología de redes WAN y LAN	11
3.2	Calidad de servicio	11
3.3	Cobertura	12
3.4	Entes de control	12
3.5	Necesidades de conectividad de una institución educativa.....	13
3.6	Normatividad relacionada con la accesibilidad a lasTIC	13
4	DESARROLLO	14
4.1	ESTUDIO TÉCNICO	14
4.1.1	Necesidades de conectividad para una institución educativa	14
4.1.2	Análisis de cobertura y cargos fijos para los ISP en la zona del Valle del Rio Penderisco.....	14
4.1.3	Diseño y análisis de red WAN	16
4.1.4	Diseño y análisis de red LAN y WLAN.....	21
4.2	ESTUDIO ECONÓMICO Y FINANCIERO	27
4.3	ESTUDIO ADMINISTRATIVO Y LEGAL.....	28
5	GERENCIA DE PROYECTO / RIESGOS.....	29
6	RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....	31
7	BIBLIOGRAFÍA.....	32

1 RESUMEN EJECUTIVO

1.1 Planteamiento del problema

La zona del Rio Penderisco, perteneciente a la Subregión del Suroccidente del departamento de Antioquia comprende los municipios de Urrao, Concordia, Betulia y Salgar [1], ubicados entre los 97 y 159 Km del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, cuenta actualmente con cerca de 100.000 habitantes, y una extensión aproximada de 3.477 Km² [2, 3, 4, 5].

La mayoría de los municipios del departamento de Antioquia se caracterizan por contar con un relieve montañoso, con clima de montaña, ecuatorial y tropical, lo cual favorece a que las principales actividades económicas de los municipios pertenecientes al Valle del Rio Penderisco sean [2, 3, 4, 5]:

- Agricultura: café, caña, mango, yuca, plátano, tomate y frijol.
- Pecuario: ganadería extensiva de doble propósito (carne y leche), pesca, porcino y equino.
- Comercio: carpintería, tabacaleras, sastrerías, zapaterías y fábricas de velas, jabones, chicha y productos artesanales de bejuco y fique.
- Minería

Uno de los grandes aspectos que permitirán impulsar esta región es el aprovechamiento, de los recursos disponibles, lo cual es posible, en parte, gracias al acceso a la educación y se traduce en el mejoramiento de la calidad de vida de su población [6].

De acuerdo con el Anuario Estadístico de Antioquia 2015 la tasa de escolaridad en todos los niveles educativos del departamento está en 94,51% y en la subregión del Suroccidente, a la que pertenece la zona del Valle del Rio Penderisco, se encuentra con un 84,43% del total de la población estudiantil y su tasa de deserción se calcula en 3,12%. En esta zona los servicios educativos son prestados por 20 instituciones educativas y 15 centros educativos [1].

Se reconocen como Centros Educativos a los establecimientos de enseñanza para los grados 0 a 5 de primaria y como institución educativa a los establecimientos de enseñanza para los grados de 0 a 11, de 0 a 9 ó de 6 a 11 [1].

Toda institución educativa debe contar con una planta física acorde a su capacidad instalada y la población que atiende, además con los elementos apropiados para el adecuado desarrollo de las actividades de sus estudiantes, docentes y personal administrativo, lo que incluye la dotación de equipos de cómputo y redes.

De forma consistente con las necesidades de infraestructura, para participar en la denominada sociedad del conocimiento, el acceso a las TIC se vuelve necesario y

con este proyecto se propone un diseño que permita el mejoramiento de las redes LAN – WLAN y WAN de las instituciones educativas de la región del Valle del Rio Penderisco en el Suroccidente del departamento de Antioquia, con el fin generar espacios apropiados para la formación, el acceso a fuentes de información y conexión a internet.

En esta región se cuenta con sistemas básicos de comunicación, de banda angosta, disponibles en sus cuatro municipios, a través de diferentes operadores, pero al analizar los datos registrados por el MINTIC en cuanto a conexiones de banda ancha corporativas, con velocidades superiores a los 2 MBps, se encuentra que en el municipio de Urao se tienen 2 conexiones, en Betulia 1 conexión y en Concordia también 1 conexión [7].

De acuerdo con el plan de desarrollo nacional 2014 – 2018, se requiere expandir la infraestructura de telecomunicaciones del país, por lo cual se deben formular proyectos relacionados con la conectividad local y nacional y establecer mecanismos de interconexión para modernizar la infraestructura existente en algunas regiones apartadas; el desarrollo de estos proyectos favorecerá la zona del valle del Rio Penderisco, al permitirle utilizar y desarrollar sistemas de información que mejorarán su desarrollo [8].

El Plan Vive Digital es el plan de tecnología bandera del Gobierno Nacional desarrollado por el Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, TIC, que busca la masificación del Internet y el desarrollo del llamado ecosistema digital, dada la relación directa entre el acceso y penetración de las TIC con el mejoramiento de la calidad de vida en aspectos sociales y económicos principalmente [9].

Una de las iniciativas desarrolladas en el plan es el Proyecto Nacional de Fibra Óptica mediante el cual desde el 2010 se han desarrollado diferentes licitaciones mediante las cuales se están conectando las cabeceras municipales de 700 municipios a nodos de fibra óptica, esto buscando una interconexión a través de fibra óptica del 96% de los municipios del país; en la zona del Valle del Rio Penderisco la conexión se ha logrado a través de una red ya existente, denominada red LB-287 [10].

Pese a los esfuerzos realizados es posible identificar que aún los niveles de conexión y cobertura de estos municipios son limitados; por lo cual hay dificultades en el acceso a la denominada Sociedad de la Información y del Conocimiento y esto a su vez genera de cierta manera un atraso en algunos aspectos sociales de esta comunidad, sobre todo en las zonas rurales de cada uno de estos municipios.

El análisis esta situación permite plantear la siguiente pregunta ¿Cuál es el diseño de topología para redes WAN y LAN que esté acorde a las necesidades técnicas de las instituciones educativas del valle de Río Penderisco, en el Suroccidente del departamento de Antioquia, que permita su conexión a la denominada Sociedad de la Información?

1.2 Objetivos General y Específico

1.2.1 Objetivo General:

Diseñar una propuesta de topología para redes WAN y LAN que permita solucionar las necesidades de conectividad de las instituciones educativas pertenecientes a los municipios de la región del Valle del Rio Penderisco en el Suroccidente del departamento de Antioquia, poniendo como referencia la Institución Educativa Rural Jaipera.

1.2.2 Objetivos Específicos:

- Identificar las necesidades de conectividad básicas de las instituciones educativas de la región facilitando la inclusión de la población en edad escolar en la sociedad de la información.
- Analizar los niveles de cobertura y tecnología de los proveedores de servicios de internet disponibles en el Valle del Rio Penderisco.
- Elaborar una propuesta de topología de red de última milla que permita la conexión entre un proveedor de servicios de internet para la Institución Educativa Rural Jaipera.
- Elaborar una propuesta de topología de red LAN y WLAN que permita satisfacer las necesidades de conectividad básicas para la Institución Educativa Rural Jaipera.
- Consolidar un informe de recomendaciones a tener en cuenta al momento de la implementación de alguna de estas topologías de red LAN o WAN adaptable a las necesidades de cada institución educativa.

1.3 Alcance

Se presentarán los diseños de redes WAN y LAN que permitan satisfacer las necesidades de conectividad aplicables a la Institución Educativa Rural Jaipera y que puedan generalizarse para las demás instituciones educativas del Valle del Rio Penderisco.

Estos diseños tendrán en cuenta las limitaciones impuestas por los niveles de cobertura de los diferentes proveedores de servicios de internet presentes en la región y las tecnologías utilizadas en el país; de igual forma buscarán contribuir con los objetivos propuestos en los planes de desarrollo departamental y de los diferentes municipios de la región del Valle del río Penderisco, la normativa y las políticas en cuanto al acceso a la sociedad de la información por parte de la población en edad escolar principalmente.

Estos diseños se complementarán con un informe de recomendaciones a considerar por parte de las instituciones educativas al momento de implementar y negociar alguna topología de red, este manual presentará los elementos de la infraestructura, cableado estructurado y seguridad principalmente.

Tanto las topologías como el informe de recomendaciones considerarán aspectos fundamentales al momento de realizar proyectos y mejoras a la conectividad tales como: número de aulas dotadas, equipamiento tecnológico para el área administrativa, conexiones cableadas e inalámbricas, seguridad y vigilancia, redes telefónicas, servicios a prestar para la comunidad en general, etc.

Cabe aclarar que este proyecto está orientado a la determinación de la información de soporte que deben utilizar las diferentes instituciones educativas al momento proyectar la implementación del diseño de red LAN y WAN, por esta razón en este documento sólo se especifican los elementos técnicos y de diseño requeridos para que la red futura pueda dar solución a los problemas de conectividad actuales, estas especificaciones no incluyen ni la implementación, ni los costos asociados con dicha ejecución.

2 JUSTIFICACIÓN

Dadas las nuevas tendencias tecnológicas necesarias para la competencia y estabilidad de la producción de los mercados agrícola, ganadero, minero y comercial, se hace necesario fortalecer la formación los habitantes de la zona del Valle del Río Penderisco en el Suroccidente del departamento de Antioquia, para que puedan mejorar y optimizar sus respectivas producciones [11, 12, 13].

Una de las estrategias para mejorar la formación es a través del uso de las TIC, por lo cual es necesario garantizar unos espacios adecuados para desarrollo de las actividades académicas, incluyendo los espacios destinados para el uso de las TIC, lo que implica instalar o actualizar la infraestructura de red LAN y WAN en las diferentes instituciones educativas para aprovechar el uso de estas tecnologías y mejorar las velocidades de conexión a Internet.

La actualización de la infraestructura de red disponible en las diferentes instituciones de la zona permitirá avanzar tecnológicamente, esto se ha venido realizando con el apoyo de los diferentes operadores de servicios de internet, ya que en la actualidad estas poblaciones cuentan sólo con sistemas básicos de comunicación que ofrecen bajas tasas de conexión y zonas de cobertura muy limitadas, lo que ha generado de cierta manera un atraso en algunos aspectos sociales de esta comunidad.

Teniendo en cuenta que a nivel tecnológico el país cuenta con un gran porcentaje de cobertura, al ser esta región retirada del centro administrativo del departamento, es decir, del Valle de Aburrá, las conexiones de datos suelen ser limitadas a conexiones con velocidades inferiores a los 2 MBps, haciendo de cierta manera que el retraso tecnológico de esta región impacte negativamente en los índices de desarrollo y educación de su población [7].

En los planes de expansión establecidos por el gobierno en lo relacionado a la conectividad local y nacional, se plantea establecer mecanismos de interconexión para modernizar la infraestructura existente en algunas regiones apartadas, lo cual favorecerá esta zona, al permitirle utilizar y desarrollar sistemas de información que mejorarán su desarrollo [10].

Reconociendo que uno de los aspectos que afectan el desarrollo de una comunidad corresponde a la educación y qué en la actual denominada sociedad del conocimiento, el acceso a las TIC se vuelve necesario para la participación activa de la población en la misma, se identifica un aspecto estratégico que se debe desarrollar en la región con el fin de mejorar la calidad de vida de su población tanto urbana como rural.

Los espacios académicos de las Instituciones Educativas y de los Centros Educativos se pueden convertir en puntos de interés en la inclusión de la población

en la sociedad del conocimiento, por lo cual se hace fundamental el desarrollo y mejoramiento de la infraestructura de red, tanto a nivel LAN como a nivel WAN.

A continuación, se presentan los indicadores que actualmente se pueden medir y se espera mejorar una vez las instituciones educativas implementen los diseños y las propuestas de mejoramiento de infraestructura WAN y LAN que se proponen en el desarrollo de este proyecto.

Nombre del indicador	Medición	Fuentes de información	Resultados
Análisis mensual y trimestral de la utilización del canal de comunicaciones	Medición del ancho de banda en Mbps, mensual y trimestral, comparado con la línea base de utilización del canal, en un estado normal.	Reporte mensual y trimestral entregado por el proveedor (ISP) Muestras tomadas a nivel local por medio de herramientas de monitoreo (Ej.: Zabbix, Cacti, etc.)	Se puede verificar por que el ancho de banda es muy limitado y que además las conexiones disponibles consumen la totalidad del ancho de banda disponible
Medición de la disponibilidad del servicio de red, mensual y trimestral	Conteo de incidencias reportadas en mensualmente y trimestralmente	Reporte mensual y trimestral entregado por el proveedor (ISP) de las incidencias reportadas mensual y trimestralmente	Las conexiones actuales, principalmente en la zona rural fluctúan constantemente al ser una conexión con reuso
Eficiencia resultante de la redundancia del sistema	Realización de pruebas cada 6 meses para verificar que algunas fallas en los equipos no afecten el funcionamiento del servicio	Pruebas internas de redundancia, que se programan cada 6 meses.	En la actualidad debido a las intermitencias del servicio de red, no se cuenta con un diseño que incluya aspectos como disponibilidad y redundancia
Medición de la cobertura de la Red Inalámbrica, mensual y trimestralmente	Comparación del estudio de sitio y toma de medidas manuales mensuales y trimestrales	Análisis por medio de herramientas de monitoreo (inSSIDer, airmagnet, ekahau site survey)	En algunas instituciones no se cuenta con acceso inalámbrica, y en otras sólo hay un access point que da cobertura limitada a ciertos espacios de la institución.

3 MARCO TEÓRICO, REFERENTES Y ESTADO DEL ARTE

3.1 Topología de redes WAN y LAN

Una topología de red comúnmente se refiere a la forma de la red, es decir, la distribución de equipos, su infraestructura y la forma en que estos se encuentran conectados [14].

- **INFRAESTRUCTURA:** Es el conjunto de hardware y software que compone la red de datos y permite la prestación de los servicios de red. A nivel de Hardware puede estar compuesta de UPS, aire acondicionado, routers, switches, access point, y equipos finales; a nivel software puede estar compuesta de sistemas operativos, bases de datos, servidores de aplicaciones y las herramientas de ofimática, entre otros [15].
- **LAN (LOCAL AREA NETWORK):** una red área local es aquella que comunica equipos de cómputo en un mismo edificio o área cercana, limitado normalmente a distancias no mayores a 100 metros, con el fin de compartir información o dispositivos como impresoras, scanner, entre otros [16, 17].
- **WLAN (WIRELESS LAN):** es una red que cubre el área de una red LAN mediante ondas de radio con la tecnología IEEE802.11, permitiendo a todos los equipos que se encuentran en el área de cobertura conectarse a la misma [18].
- **WAN (WIDE AREA NETWORK):** una red de área ancha, permite conectar varias redes LAN entre sí, las WAN conectan países, estados y continentes, con el mismo propósito de una red LAN, compartir información o dispositivos electrónicos. A diferencia de las redes LAN este tipo de redes son sistemas de interconexión de datos para grandes distancias, siendo internet su uso más común. En la actualidad los medios de transmisión más utilizados en las redes WAN son la fibra óptica y los enlaces microondas [17].

3.2 Calidad de servicio

- **ANCHO DE BANDA:** se refiere a la cantidad de datos (bits) que son transportados a través de algún medio de transmisión por unidad de tiempo, entre más datos se puedan transferir en el mismo espacio de tiempo, mayor será el ancho de banda [19].
- **LATENCIA-JITTER:** ésta corresponde a la suma de los retardos de una red, los retardos ocurren, entre otros factores, por la propagación de las señales, por la transmisión de información y por el mismo procesamiento de los equipos que se involucran en el proceso de envío de información entre origen y destino [20].

- **DISPONIBILIDAD:** se refiere a las estrategias diseñadas e implementadas para garantizar el acceso a los recursos de red, aplicativos e información en cualquier momento de forma rápida y sencilla [21].
- **REDUNDANCIA:** es un método diseñado para garantizar la tolerancia a fallas en una comunicación, mediante la conexión de rutas alternas entre diferentes elementos de una red, buscando que los diferentes equipos informáticos como servidores estén disponibles la mayor cantidad de tiempo posible. En el caso de redes WAN, LAN y WLAN esta redundancia involucra la instalación de equipos de respaldo [22].
- **QoS LAN:** la calidad de servicio para redes LAN parte del principio de que los paquetes que circulan por este tipo de redes son tratados con igual nivel de prioridad, de acuerdo con el tipo de aplicaciones que se tengan en cada red se pueden generar configuraciones en los equipos intermediarios de la red, principalmente switches, para que estos prioricen cierto tipo de tráfico y darle una mayor importancia a temas que deben funcionar en tiempo real como es el caso de la voz y el video, o se pueden crear VLANs con este mismo propósito [23].
- **QoS WLAN:** la calidad de servicio para redes WLAN parte de que estas utilizan el estándar 802.11, con diferentes versiones, tal como es el caso de la 802.11e; esta norma incluye un conjunto de técnicas que permiten priorizar el tráfico, prevenir colisiones y disminuir el retraso de los paquetes, todo con el fin de mejorar la experiencia del usuario al realizar llamadas IP por medio de un teléfono IP inalámbrico o mejorar la calidad de vídeo en una videoconferencia por ejemplo realizadas sobre redes inalámbricas [24].

3.3 Cobertura

La cobertura comprende el área geográfica en la cual es posible acceder a un servicio, pues su señal, bien sea cableada o inalámbrica se encuentra disponible en el punto de interés [25].

3.4 Entes de control

- **CARRIERS:** son los operadores de telecomunicaciones, estos son los propietarios de las redes troncales de Internet y responsables del transporte de los datos entre los proveedores de servicios de internet e internet [26].
- **ISP (INTERNET SERVICE PROVIDER):** los proveedores de servicios de internet son las compañías encargadas de proporcionar acceso a Internet a los usuarios

finales, estos también empaquetan la información de sus usuarios para que pueda ser transportada por los carriers [27].

- **CRC:** Comisión de regulación de comunicaciones. La Comisión de Regulación de Comunicaciones promueve la interacción y el empoderamiento de los agentes del ecosistema digital para maximizar el bienestar social [28].

3.5 Necesidades de conectividad de una institución educativa

Toda institución educativa debe contar la conectividad, los elementos de infraestructura, de red y equipos terminales para el adecuado desarrollo de las actividades de sus estudiantes, docentes y personal administrativo [29].

3.6 Normatividad relacionada con la accesibilidad a las TIC

El decreto 2870 de 2007 establece la reglamentación que busca la convergencia entre los servicios y redes de telecomunicaciones por parte de toda la población y la promoción de la competencia entre operadores de telecomunicaciones [30].

El artículo 64 de la Constitución Política de Colombia, en su artículo 64 establece la obligatoriedad del gobierno de la difusión de señales, disponibilidad de equipos en zonas alejadas y de bajos de recursos para que en todo el territorio se permita el acceso progresivo a los servicios de comunicaciones como estrategia para el mejoramiento de la calidad de vida de la población [31].

4 DESARROLLO

4.1 ESTUDIO TÉCNICO

4.1.1 Necesidades de conectividad para una institución educativa

Todas las entidades educativas de la zona del Valle del Rio Penderisco y en general del departamento de Antioquia demandan insistentemente instalación, adecuación y mantenimiento de su infraestructura no solo física, sino también de TIC, este requerimiento se fundamenta en la necesidad de obtener información de calidad, la cual es uno de los principales insumos para la educación básica, primaria y secundaria.



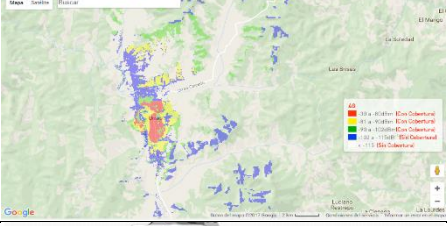

Los bajos niveles de inclusión de las TIC en los procesos de mejoramiento de las de las zonas rurales, especialmente en equipos de cómputo y la necesidad de incluirlos ha impulsado al gobierno a entregar computadores a varias zonas del departamento, labor que ha contribuido a aliviar parcialmente la demanda al acceso de información, pues no sólo se necesitan equipos, si no también acceso a internet con conexiones de banda ancha [29, 32, 33, 34].

Existen proveedores con los que el gobierno, tiene o ha tenido convenios de conectividad, pero estos no se han renovado o no llegan satisfactoriamente a cubrir todas las instituciones educativas de la zona de interés [35, 36].

La necesidad de TIC en las instituciones educativas tanto en la región como en las zonas rurales de Colombia es muy alta y debe ser solucionada para mejorar la calidad de capacitación de los estudiantes y el personal docente.

4.1.2 Análisis de cobertura y cargos fijos para los ISP en la zona del Valle del Rio Penderisco


A continuación, se presenta el análisis de cobertura y tecnología de los ISP que operan en el Valle del Rio Penderisco, encontrándose que para el caso de la Institución Educativa Rural Jaipera el operador con mejor prestación de servicio es EDATEL, desde el nodo ubicado a 1.5Km del caso urbano del municipio de Urao.

Operador	Tecno	Disp. Cobert	Detalle	Cargo fijo mensual aproximado (IVA Includo)
AVANTEL	Movil 4G LTE	NO		No aplica
EDATEL	Fibra Óptica	SI		\$90.000
CLARO	Movil 4G LTE	SI		\$121.038
TELMEX	Cable Banda Ancha	NO		No aplica

En el caso de otras instituciones, esta tabla servirá como elemento de referencia de los ISP disponibles, sus ubicaciones, tecnologías y coberturas, para así determinar el operador más apropiado acorde a su ubicación y necesidades

4.1.3 Diseño y análisis de red WAN

A continuación, se presenta la caracterización del enlace de última milla para la Institución Educativa Rural Jaipera, tomando como proveedor, tal como se mencionó anteriormente, la Empresa EDATEL y realizando el diseño para el nodo ubicado a 1.5Km del casco urbano del municipio de Urrao.

		RADICADO: 3529
FECHA DE REALIZACIÓN DEL ESTUDIO	24 de abril de 2017	
NOMBRE ESTACIÓN	ANT. Urrao	
ENLACE CON DIRECCIÓN A	Colegio Jaipera Urrao	
COORDENADAS (WGS84)		
LONGITUD (DEC) URRAO	LATITUD (DEC) URRAO	
-76.1419	6.3133	
LONGITUD (DEC) COLEGIO JAIPERA	LATITUD (DEC) COLEGIO JAIPERA	
-76.1335	6.3162	
DIRECCIÓN DEL SITIO		
NODO EDATEL: Cerro La Luisa arriba de repetidor de EDATEL en el municipio de Urrao		
COLEGIO JAIPERA: Calle 39 #25-39 Municipio De Urrao		
AZIMUT	42.8673	
ELEVACIÓN (msnm)	1894	
ALTURA DE ANTENA EN TORRE (msnp)	50	
BANDAS DE FRECUENCIAS DE MEDICIÓN (GHz)	8	
DISTANCIA DEL ENLACE	2.5 KM	
ANCHO DE BANDA DEL CANAL SOLICITADO (MHz)	28	
CANALIZACIÓN SOLICITADA BANDA 7.725 – 8.5 GHz	UIT-R F. 386-6 TABLA 71 CH 4 V/H (Fo:8454)	
CANAL ALTERNATIVO 1 BANDA 7.725 – 8.5 GHz	UIT-R F. 386-6 TABLA 71 CH 1 V/H (F1:8412)	
CANAL ALTERNATIVO 2 BANDA 7.725 – 8.5 GHz	UIT-R F. 386-6 TABLA 71 CH 6 V/H (F2:8482)	
DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LA MEDICIÓN		
NIVEL DE REFERENCIA (dBm)	-20	
VALORES POR DIVISIÓN (dB y MHz)	10 y 200	
RBW (KHz)	3000	
VBW (KHz)	3000	
SPAN (MHz)	2000	
PISO DE RUIDO (dBm)	-60	
ALTURA DE LA ANTENA DE MEDICIÓN (msnp)	70	

DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL ENLACE
Enlace Microondas de 180Mbps, entre estaciones ANT. URRAO – COLEGIO JAIPERA
cantidad 3E1S +1PTO FE 60Mbps
BW a configurar 180Mbps
sincronismo Sitio A- ANT. URRAO
prioridad -1 E1-1,
prioridad -2 E1-5
prioridad -3 free run
sincronismo sitio B- COLEGIO JAIPERA
prioridad -1 (IF -1)
prioridad -1 (IF -2)
prioridad -3 free run
Modulación 256QAM. CS 28Mhz AMR 128-32QAM
proyecto 252
número del enlace 74
tipo de enlace ACCESO
antena 74

CAMBIOS EN ENLACES	ESTACIÓN A	ESTACIÓN B
DESCRIPCIÓN: Instalar Enlace Microondas de 200Mbps-	ANT. Urrao	COLEGIO JAIPERA
Modelo Radio:	HUAWEI Optix RTN 950A	HUAWEI Optix RTN 950A
Azimut:	42.8673°	222.8673°
Altitud (snm)(m):	1894	1850
Antenas	OPTIX RTN	OPTIX RTN
Modelo:	A15S12HAC	A15S06HAC
Tipo:	Panel	Panel
Altura:	15	50
Diámetro:	0,6	0,6
Polarización:	Vertical	Vertical
Banda / SubBanda (GHz):	8 GHz / A	8 GHz / A
Frecuencia Canal Principal (MHz):	8482	8412
Ancho de Banda Canal Principal (MHz):	28	28
Ancho de Banda Total a Implementar en el Equipo (MHz):	28	28
Configuración - Redundancia:	1+1 HS	1+1 HS
Potencia Transmisión (dBm):	21	21
Modulación:	256QAM	256QAM

OBSERVACIONES GENERALES

También pueden utilizarse las siguientes frecuencias:

CANAL ALTERNATIVO 1 BANDA 7.725 – 8.5 GHz UIT-R F. 386-6 TABLA 71 CH 1
V/H (F1:8412)

CANAL ALTERNATIVO 2 BANDA 7.725 – 8.5 GHz UIT-R F. 386-6 TABLA 71 CH 6
V/H (F2:8482)

Consolidado 7.725 – 8.500 GHz

Recomendación:	386-6				
Equipo utilizado:	Agilent N9344C	Fecha:	14/10/2012		
Perdidas Cable (dB):	1.54	Ganancia Antena (dBi):	11.4	G. Amplificador (dB):	10
Span:	2000 MHz	Sweep Time:	AUTO		
RBW(kHz):	3000	VBW(kHz):	3000		
Ref. Level(dBm):	-20	At(dB):	10		

FOTOS EN SITIO

PANORÁMICA DEL SITIO REMOTO



PANORÁMICA DE LA TORRE



AZIMUT



PANORÁMICA (-30° Y 30°)



EQUIPOS DE MEDICIÓN (antena Horn 1-18GHz)



EQUIPOS DE MEDICIÓN (analizador de espectro)



EQUIPOS DE MEDICIÓN (analizador de espectro) MODELO Y SERIAL



EQUIPOS DE MEDICIÓN EN TORRE



EQUIPOS DE MEDICIÓN EN TORRE



PANORÁMICA INTERIOR DEL SITIO

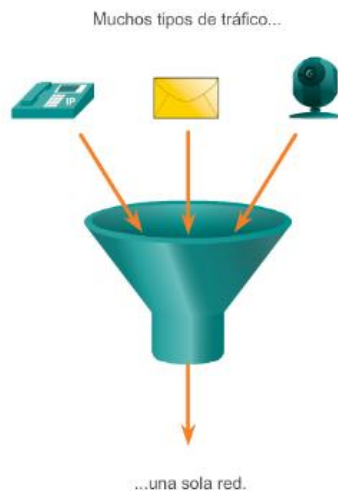


4.1.4 Diseño y análisis de red LAN y WLAN

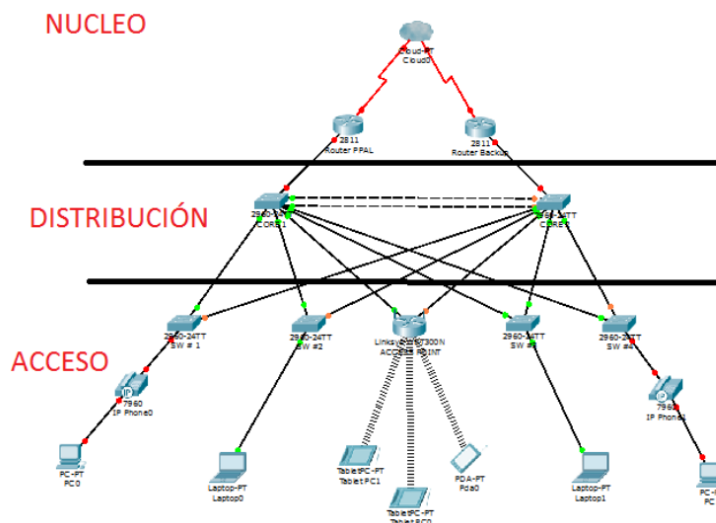
Para la Institución Educativa Rural Jaipera se presenta a continuación una topología de red LAN estándar, esta es una topología de red básica en la cual se tiene en cuenta temas de redundancia, disponibilidad y crecimiento.

- **RED LAN MEJORES PRÁCTICAS:** cuando se habla de diseño de redes LAN, CISCO recomienda realizar un diseño de red siempre pensando en implementación de redes convergentes, aplicando topologías de red en jerárquicas (núcleo, acceso y distribución), recomienda realizar configuraciones de redundancia, calidad de servicio y seguridad.

Las redes convergentes permiten integrar servicios de voz, video y datos en la misma red física basada en el protocolo IP.



Las redes jerárquicas son un diseño de red en capas que recomienda CISCO, para tener una mejor funcionalidad cuando se habla de redundancia, rendimiento, disponibilidad, seguridad, soporte, crecimiento, entre otros.



La capa de **núcleo** permite tener aislamiento de fallas y aislamiento en la conectividad de alta velocidad, une el núcleo con el resto de la red.

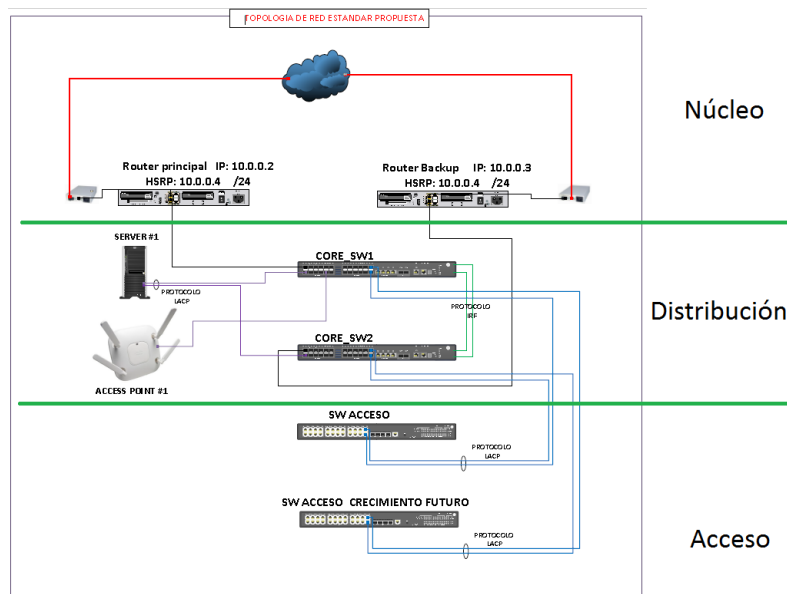
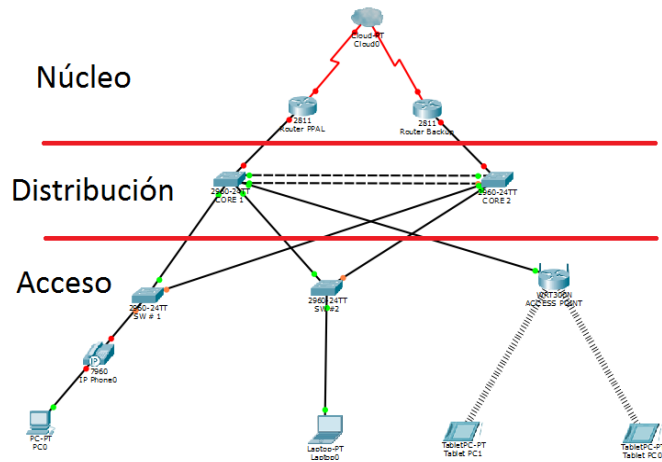
La capa de **distribución** interconecta la capa de acceso y la capa de núcleo y puede proporcionar redundancia, calidad de servicio, disponibilidad y seguridad.

La capa de **acceso** es la capa que permite la conexión del usuario a la red y todos sus servicios.

La red de las instituciones educativas no suele ser tan grande como las de las grandes empresas; en el caso de la **Institución Educativa Rural Jaipera**, ubicada en la zona Rural del municipio de Urrao, Antioquia, con dirección Calle 39 25-14, presta servicios de formación primaria, secundaria y media;

En esta institución cuentan con una pequeña sala de sistemas que posee aproximadamente 30 computadores, y en la sala administrativa cuentan con aproximadamente 10 equipos de cómputo más un par de impresoras.

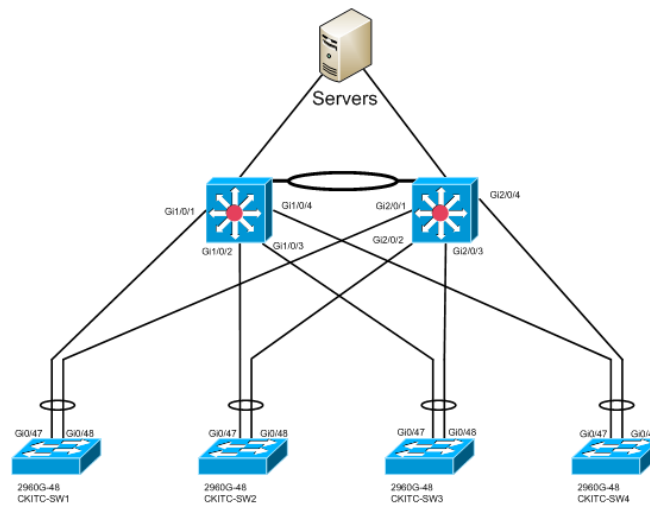
Por tal motivo se propone un diseño elemental, pero que cumple con las mejores prácticas que recomienda CISCO, este diseño incluye jerarquía, redundancia, seguridad y disponibilidad, proponemos un diseño lógico y físico como se muestra en las siguientes figuras:



En la capa de núcleo se han dejado los siguientes equipos: router Principal y Backup, los cuales soportan el tráfico total de datos y que, para una mayor disponibilidad del servicio, se podrían tener con proveedores diferentes, en caso de que hubiera cobertura y la institución tuviera la capacidad de pagarlos.

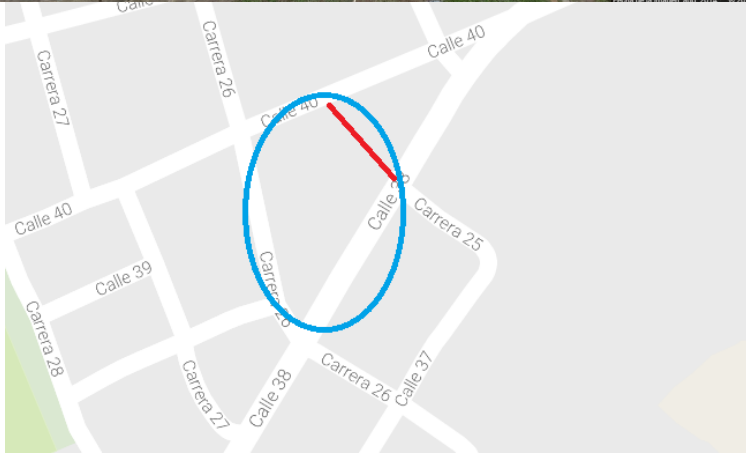
Para la capa de distribución se cuenta con dos switch CORE en configuración de Stack donde el protocolo IRF permitirá ver los 2 switches como si fuera uno solo lógicamente, facilitando la redundancia y disponibilidad de la red LAN.

Para la capa de acceso los switches de borde, donde van los usuarios finales, se debe conectar un UP-LINE al CORE_SW1 y el otro UP-LINE al CORE_SW2, con la configuración LACP, que toma dos puertos de red y los agrega como si fueran uno solo, ampliando la capacidad de tráfico y generando la redundancia necesitada.

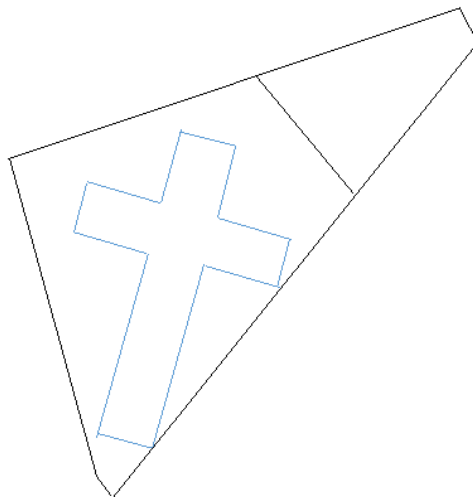


A nivel de red inalámbrica RED WI-FI, teniendo en cuenta que actualmente no se poseen los planos arquitectónicos de la Institución Educativa Rural Jaipera, se aproximan sus dimensiones y se realiza un Site Survey de la infraestructura de la red Inalámbrica.

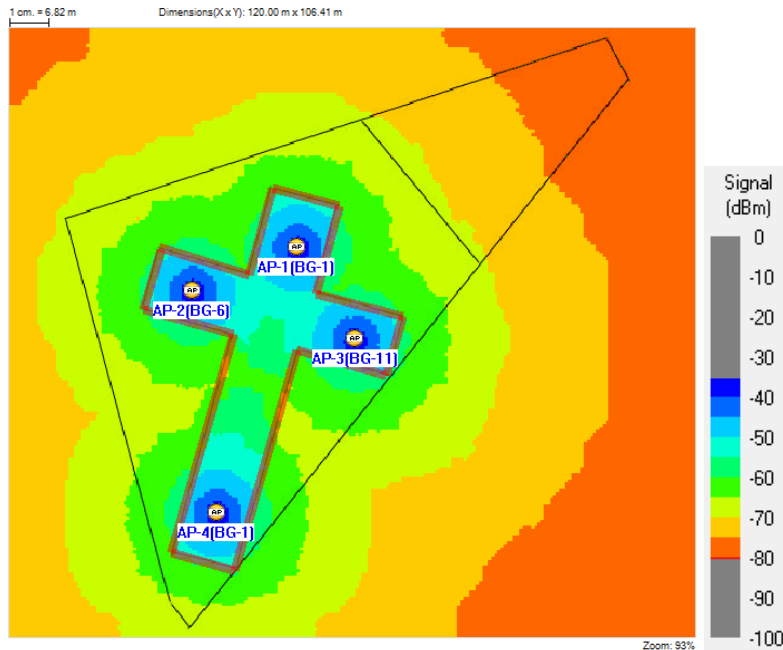




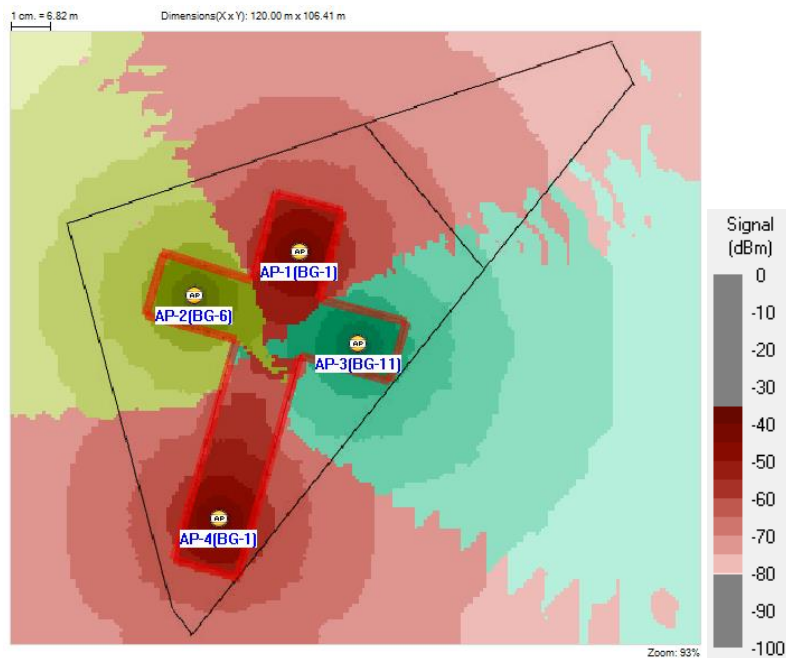
La cruz azul a continuación muestra la ubicación de los salones y la planta, que es de dos pisos



La simulación de mapa de calor permite identificar que con 4 Access Point es suficiente para dar una cobertura total a la institución.



Inicialmente se propone que los 4 Access Point sean capaces de soportar al menos 200 usuarios cada uno y se incluya una controladora de la misma marca para configurar sincrónicamente los Access Point.



De esta forma se lograría una cobertura de todo el campus, ya que en los puntos más lejanos se puede obtener una potencia de aproximadamente -60 dBm.

4.2 ESTUDIO ECONÓMICO Y FINANCIERO

El presupuesto a invertir en el caso de la Institución Educativa Rural Jaipera es de \$9,783,596.90 pesos colombianos, el cual incluye exclusivamente los diseños, el estudio técnico y el informe con la sugerencia de la solución.

El presupuesto del proyecto se discrimina en los siguientes cuadros:

Precios diseños de red LAN			
Ítem	Trabajo realizado	Descripción del gasto	Valor Total
1	Desplazamiento a sitio #1, para realizar la definición del diseño y alcance de la solución técnica	Viáticos de transporte y alojamiento	800,000
2	Elaboración diseño de red.	Gastos hora ingeniero (\$ 200.000 hora)	1,600,000
3	Elaboración diseño de planos	Gastos hora ingeniero (\$ 200.000 hora)	1,000,000
Subtotal			\$3,400,000.00
IVA			\$646,000.00
Total con IVA incluido			\$4,046,000.00
Precios diseños de red WAN			
Ítem	Trabajo realizado	Descripción del gasto	Valor Total
1	Visita técnica, incluye una al nodo y otra a cliente para el levantamiento de la información (Site survey)	Site survey	404,700
3	Pruebas de calidad (VER) y (RFC)	Puesta a punto del servicio WAN	404,700
4	Documentación y presentación	Resultado del estudio	404,700
Subtotal			\$1,214,100.00
IVA			\$230,679.00
Total con IVA incluido			\$1,444,779.00
Precios Trabajo de Ingeniería			
Ítem	Trabajo realizado	Descripción del gasto	Valor Total
1	Consultoría proveedores y servicios	Cuadro comparativo	980,000
2	Asesoría legal financiera	Normatividad y presupuesto	980,000
3	Rubros Administrativos	Papelería, implementos, servicios	100,000
4	Presentación del Kick Off y seguimiento	Informe de la ejecución vs lo planeado	800,000
Subtotal			\$2,860,000.00
IVA			\$543,400.00
Total con IVA incluido			\$3,403,400.00
Imprevistos 10%			889417.9
TOTAL ESTUD Y DISEÑO			\$9,783,596.90

Los costos actuales detallados en el cuadro reflejan un valor presente neto en donde la inversión inicial se reflejará en un beneficio directo en la calidad académica de la institución.

En este presupuesto no se puede evaluar la (TIR) porque la actividad económica no tiene fines comerciales ni involucra acciones, ganancias o proyecciones económicas.

Este tipo de proyecto al ser investigativo, se enmarca en una solución con fines académicos y sin ánimo de lucro que favorecería a la institución si esta decidiera su implementación a través de terceros.

4.3 ESTUDIO ADMINISTRATIVO Y LEGAL

Teniendo en cuenta que la idea fundamental de este documento está basada en la elaboración de los estudios de ingeniería, diseño, y marco teórico de un sistema tecnológico para una institución educativa como universo principal, se pretende mostrar una distribución sistemática del proyecto, el cual, para este caso sería la Institución Educativa Rural Jaipera.

Se establecen diversos parámetros para la ejecución del presente documento:

- **Diseños LAN:** elementos que establecen el diseño y creación de planos, como la distribución más óptima del sistema tecnológico de interés a nivel LAN, análisis validados y confirmados por personal calificado y especializado en el área.
- **Diseños WAN:** elementos basados en el diseño, conceptualización y proyección técnica a nivel de sistemas radiantes de última milla para entrega óptima de canales de internet que cumplan con las necesidades y requerimientos del cliente.
- **Marco teórico:** establece la fundamentación teórica y legal para la ejecución del proyecto, soportada con toda la legislación actual y las necesidades evidenciadas por los entes gubernamentales para la zona de interés.
- **Estudio de mercado:** Se plantea mediante cuadros comparativos de proveedores de servicio la incidencia técnica y de cobertura de proveedores de servicios de internet.

5 GERENCIA DE PROYECTO / RIESGOS

Esta sección comprende la planeación y documentación necesaria para el desarrollo del proyecto, es decir, para construcción de las propuestas, utilizando lineamientos y recomendaciones del PMI.

La gestión de los riesgos de acuerdo a PMBook, permite reducir las fallas, prever contratiempos, controlar eventos no previstos en el diseño o en la planeación, reducir costos, a través de estrategias y mejores prácticas recomendadas para este tipo de proyectos.

La Gestión de los Riesgos de este Proyecto permite la identificación, planificación y control de eventos adversos, con la finalidad de dar una respuesta ágil, eficaz y económica para dar solución a estos eventos, es de esta forma como se busca la prevención de los siguientes:

- Información incompleta o errónea en la definición del alcance
- Errores en la toma de medidas iniciales para la definición del cableado estructurado y del análisis de cobertura (site survey).
- Falla en los tiempos de entrega de materiales o dispositivos de comunicación.
- Errores de comunicación con los proveedores.
- Mala elaboración del plan de trabajo.
- Postergación de los tiempos de entrega de los proveedores.

El desarrollo de proyecto, contempla los siguientes hitos (tareas):

PROPUESTA DE DISEÑO DE RED LAN					
Ítem	Nombre de la tarea	Descripción	Duración	Tareas Predecesoras	% Completado
1	Definición del alcance	Se realiza un desplazamiento a sitio, para conocer el sitio, realizar la definición del diseño y alcance de la solución técnica	2 día		0%
2	Diseño de red.	Elaboración del diseño de última milla, y del diseño de red, ubicación de equipos de cómputo en los racks, diseño de cableado estructurado. Diseño estudio de sitio para la red de WIFI	3 día	1	0%
3	Diseño de planos	Elaboración de planos en Visio, ubicación de equipos de cómputo en el rack	3 día	2	0%

4	Elaboración propuesta de mejores practicas	Elaboración de documento para las mejores prácticas de implementación de las redes WAN, LAN y WLAN.	3 día	3	0%
5	Elaboración propuesta económica	Elaboración propuesta económica total del diseño de ingeniería	2 día	4	0%

6 RESULTADOS Y CONCLUSIONES

- Se realizó un análisis comparativo de la incidencia de internet en la zona del valle del Penderisco tomando como caso de estudio el municipio de Urrao. Obteniendo como resultado que el índice de penetración de internet es muy inferior con relación a las demás zonas del departamento.
- Se realizaron análisis técnicos y de ingeniería a nivel LAN y WLAN para la Institución Educativa Rural Jaipera obteniendo como resultado un diseño compuesto por 60 equipos de cómputo, 4 switch, y 2 routers los cuales satisfacen las necesidades de conectividad a nivel de redes internas.
- Se realizaron análisis técnicos y de ingeniería a nivel WAN para la Institución Educativa Rural Jaipera obteniendo como resultado un diseño compuesto por un sistema de última milla con enlace microondas entre el nodo EDATEL ubicado a 1.5 Km del casco urbano del municipio de Urrao y el sitio de interés, con antenas de 0.6 metros a una frecuencia de 8 GHz y entregando un canal dedicado de 5 MHz.
- Se confirma mediante sustentación teórica y legislativa la necesidad de la inclusión de un sistema tecnológico para las instituciones educativas de la región, enmarcada en los planes de desarrollo de los municipios, el departamento y el país, y amparadas por la ley que exige la accesibilidad a las TIC en las zonas alejadas, como es el caso de los municipios del Valle del Rio Penderisco.
- Otras instituciones educativas de la región pueden aprovechar esta investigación como punto de partida para el despliegue de su conectividad a nivel LAN y WLAN y requerirán nuevos estudios de sitio para las conexiones de última milla (WAN).
- Como mejores prácticas en el diseño de las redes LAN, es importante tener en cuenta, que el diseño debe soportar redes convergentes, debe partir de diseño jerárquico, con redundancia, con alta disponibilidad, seguridad y calidad de servicio.
- La futura implementación de estos diseños de red requiere un trabajo conjunto con las instituciones educativas y la realización análisis en sitio (Site Survey) con el fin de tener una mejor exactitud acerca de la ubicación adecuada de los elementos de red para tener una mejor cobertura de las zonas y un mayor rendimiento.

7 BIBLIOGRAFÍA

- [1] Gobernación de Antioquia, «Anuario Estadístico de Antioquia,» 2015.
- [2] Alcaldía de Concordia, «Alcaldía de Concordia,» 19 Febrero 2013. [En línea]. Available: <http://www.concordia-antioquia.gov.co>. [Último acceso: 28 Marzo 2017].
- [3] Alcaldía de Urrao, «Alcaldía de Urrao,» 16 Octubre 2012. [En línea]. Available: <http://urrao-antioquia.gov.co>. [Último acceso: 28 Marzo 2017].
- [4] Alcaldía de Salgar, «Alcaldía de Salgar,» 20 Enero 2017. [En línea]. Available: <http://www.salgar-antioquia.gov.co>. [Último acceso: 28 Marzo 2017].
- [5] Alcaldía de Betulia, «Alcaldía de Betulia,» 25 Abril 2016. [En línea]. Available: <http://www.betulia-antioquia.gov.co>. [Último acceso: 28 Marzo 2017].
- [6] Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, «La educación para todos ¿Va el mundo por buen camino?,» UNESCO, Francia, 2002.
- [7] Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, «Boletín Trimestral de las TIC,» 2017.
- [8] Departamento Nacional de Planeación, «Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2014 - 2018».
- [9] Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, «El Plan Vive Digital 2014-2018,» [En línea]. Available: <http://www.mintic.gov.co/portal/vivedigital/612/w3-article-19654.html>. [Último acceso: 28 Marzo 2017].
- [10] Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, «Pryoecto Nacional de Fibra óptica,» [En línea]. Available: <http://www.mintic.gov.co/portal/vivedigital/612/w3-propertyvalue-647.html>. [Último acceso: 28 Marzo 2017].
- [11] Concejo Municipal Urrao, «Plan de desarrollo Municipal Urrao - Urraeños] Dejando Huella 2016-2019,» Urrao, 2016.
- [12] Concejo Municipal de Salgar, «Plan de Desarrollo Municipal - Un nuevo] comienzo por Salgar 2016 -2019,» Salgar.
- [13] Asamblea Departamental de Antioquia, «Plan de Desarrollo - Antioquia Piensa] en Grande 2016 - 2019,» Medellín, 2016.
- [14] L. Alegsa, «Defonición de topologías de red,» 05 Diciembre 2010. [En línea].] Available: http://www.alegsa.com.ar/Dic/topologias_de_red.php. [Último acceso: 25 Marzo 2017].
- [15] NB Comunicaciones, «Infraestructura de red,» [En línea]. Available:] <http://nbcomunicaciones.com/infraestructura-de-red.html>. [Último acceso: 25 Marzo 2017].
- [16] L. S. Espinal T, «GEOGRAFIA ECOLOGICA DEL DEPARTAMENTO DE] ANTIOQUIA (ZONAS DE VIDA (FORMACIONES VEGETALES) DEL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA),» *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, vol. 38, nº 1, p. 106, 1985.

- [17 Dominio Público Comunicación, «Redes LAN/WAN,» Dominio Público, 2012.] [En línea]. Available: http://dominiopublico.com/intranets/lan_wan.php. [Último acceso: 19 Marzo 2017].
- [18 CCM, «WLAN LAN inalámbrica,» 16 Octubre 2008. [En línea]. Available:] <http://es.ccm.net/contents/817-wlan-lan-inalambrica>. [Último acceso: 25 Marzo 2017].
- [19 Al final.com, «Ancho de banda - Importancia del ancho de banda,» Al final.com,] 2012. [En línea]. Available: <http://www.alfinal.com/Temas/bandaancha.php>. [Último acceso: 19 Marzo 2017].
- [20 Test de velocidad, «Qué es la latencia, y cómo podemos mejorarla,» 18 Agosto] 2016. [En línea]. Available: <https://www.testdevelocidad.es/2016/08/18/la-latencia-podemos-mejorarla/>. [Último acceso: 25 Marzo 2017].
- [21 Apser, «¿Qué es la disponibilidad informática y cuál es su importancia?,»] Apser, 19 Agosto 2015. [En línea]. Available: <http://www.apser.es/blog/2015/08/19/que-es-la-disponibilidad-informatica-y-cual-es-su-importancia/>. [Último acceso: 19 Marzo 2017].
- [22 L. Soto, «8.6 Redundancia,» Informática. Se presentara lo relativo a la materia] de Organización de Computadoras., 23 Enero 2011. [En línea]. Available: <http://darkderion.blogspot.com.co/2011/01/86-redundancia.html>. [Último acceso: 19 Marzo 2017].
- [23 E. D. Laurencio, «[http://www.ebah.com.br/content/ABAAAgjjIAC/qos-en-redes-](http://www.ebah.com.br/content/ABAAAgjjIAC/qos-en-redes-area-local)] [area-local,](http://www.ebah.com.br/content/ABAAAgjjIAC/qos-en-redes-area-local)» 2007. [En línea]. Available: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAgjjIAC/qos-en-redes-area-local>. [Último acceso: 04 04 2017].
- [24 O. Gerometta, «[http://librosnetworking.blogspot.com.co/2009/04/calidad-de-](http://librosnetworking.blogspot.com.co/2009/04/calidad-de-servicio-en-redes-wlan.html)] [servicio-en-redes-wlan.html,](http://librosnetworking.blogspot.com.co/2009/04/calidad-de-servicio-en-redes-wlan.html)» 2016. [En línea]. Available: <http://librosnetworking.blogspot.com.co/2009/04/calidad-de-servicio-en-redes-wlan.html>. [Último acceso: 04 04 2017].
- [25 Vodafone te ayuda, «Todo lo que necesitas saber sobre la cobertura,» 24] Agosto 2012. [En línea]. Available: <https://www.vodafoneteayuda.es/2012/08/todo-lo-que-necesitas-saber-sobre-la-cobertura/>. [Último acceso: 25 Marzo 2017].
- [26 Pergamino Virtual, «Carrier,» Pergamino Virtual, 2015. [En línea]. Available:] <http://www.pergaminovirtual.com.ar/definicion/Carrier.html>. [Último acceso: 19 Marzo 2017].
- [27 Enciclopedia.us.es, «ISP (Informática),» Enciclopedia.us.es, 23 Junio 2011.] [En línea]. Available: [http://enciclopedia.us.es/index.php/ISP_\(inform%C3%A1tica\)](http://enciclopedia.us.es/index.php/ISP_(inform%C3%A1tica)). [Último acceso: 19 Marzo 2017].
- [28 Comisión de Regulación de Comunicaciones, «Quienes Somos,» Comisión de] Regulación de Comunicaciones, [En línea]. Available: <https://www.crcom.gov.co/es/pagina/qui-nes-somos>. [Último acceso: 19 Marzo 2017].

- [29 Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, «Por una Antioquia más competitiva, gracias a las TIC,» 18 Marzo 2016. [En línea]. Available: <http://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-article-14776.html>. [Último acceso: 25 Marzo 2017].
- [30 Ministerio de Comunicaciones, «Decreto 2870 de 2007,» 31 Julio 2007. [En línea]. Available: http://www.mintic.gov.co/portal/604/articles-3593_documento.pdf. [Último acceso: 25 Marzo 2017].
- [31 Corte Constitucional, «Constitución Política de Colombia,» 2001. [En línea]. Available: <http://www.corteconstitucional.gov.co/inicio/Constitucion%20politica%20de%20Colombia%20-%202015.pdf>. [Último acceso: 25 Marzo 2017].
- [32 Ministerio de Educación, «Perfil de Infraestructura en Tecnología - Departamento de Antioquia,» 31 Mayo 2010. [En línea]. Available: http://www.mineduccion.gov.co/1621/articles-205878_perfil_1antioquia_jul2010.pdf. [Último acceso: 25 Marzo 2017].
- [33 Ministerio de Educación, «Perfil de Infraestructura de Tecnología - Departamento de Antioquia,» 7 Enero 2010. [En línea]. Available: http://www.mineduccion.gov.co/1621/articles-205878_perfil_2antioquia_ene2010.pdf. [Último acceso: 25 Marzo 2017].
- [34 Ministerio de Educación, «Peritil de Infraestructura en Tecnología - Departamento de Antioquia,» 31 Abril 2010. [En línea]. Available: http://www.mineduccion.gov.co/1621/articles-205878_perfil_2antioquia_jul2010.pdf. [Último acceso: 25 Marzo 2017].
- [35 Secretaría departamental de Antioquia, «Ministerio de Educación,» Julio 2010. [En línea]. Available: http://www.mineduccion.gov.co/1621/articles-205878_perfil_3antioquia_jul2010.pdf. [Último acceso: 25 Marzo 2017].
- [36 Ministerio de Educación, «Indicadores de las Secretarías de Educación - Departamento de Antioquia,» [En línea]. Available: <http://www.mineduccion.gov.co/1621/article-205878.html>. [Último acceso: 25 Marzo 2017].
- [37 Aprende en Línea, «Las TIC como apoyo a la educación,» Aprende en Línea, 8 Abril 2015. [En línea]. Available: <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/lms/investigacion/mod/page/view.php?id=3118>. [Último acceso: 19 Marzo 2017].
- [38 J. Pérez Porto y M. Merino, «Definición de Zona Rural,» Definición.de, 2015. [En línea]. Available: <http://definicion.de/zona-rural/>. [Último acceso: 19 Marzo 2017].
- [39 J. Pérez Porto y M. Merino, «Definición de Zona Urbana,» Definición.de, 2008. [En línea]. Available: <http://definicion.de/zona-urbana/>. [Último acceso: 19 Marzo 2017].
- [40 Educación en Colombia.com.co, «Institución Educativa Rural Jaipera en Antioquia, Urrao,» Educación en Colombia.com.co, [En línea]. Available: <http://guia-antioquia.educacionencolombia.com.co/once/INSTITUCION->

EDUCATIVA-RURAL-JAIPERA-urrao-antioquia-i15484.htm. [Último acceso: 19 Marzo 2017].

- [41 M. Barajas, «La educación mediada por las Nuevas tecnologías de La información y la Comunicacional al final del siglo XX,» *Universitat de Barcelona, II Seminari Interdisciplinari Ciència-Tecnologia-Cultura-Societat*, p. 9, 2003.