

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	10-04-2012	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADEMICO		i(66)	

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	JHON JAIRO MEDINA HERRERA
FACULTAD	FACULTAD DE INGENIERIAS
PLAN DE ESTUDIOS	PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERIA DE SISTEMAS
DIRECTOR	FABIAN RANULFO CUESTA QUINTERO
TÍTULO DE LA TESIS	ANÁLISIS Y DISEÑO DEL BACKBONE EN IPV6 DE LA EMPRESA ISP PICONTEL SAS, ENTRE LOS MUNICIPIOS DE RIO DE ORO Y GONZÁLES DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR

RESUMEN

. EL PRESENTA TRABAJO DE GRADO DESARROLLADO BAJO LA MODALIDAD DE MONOGRAFÍA Y DENOMINADO ANÁLISIS Y DISEÑO DEL BACKBONE EN IPV6 DE LA EMPRESA ISP PICONTEL SAS, ENTRE LOS MUNICIPIOS DE RIO DE ORO Y GONZÁLES DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR SURGE CON EL PROPÓSITO DE CREAR ESPACIOS DE ACOMPAÑAMIENTO A LAS EMPRESAS DE OCAÑA Y EL SUR DEL CESAR, A TRAVÉS DE SENSIBILIZACIONES A LA POBLACIÓN FRENTE AL USO PERTINENTE Y APROPIADO DE LAS TIC COMO COMPONENTE SOCIAL. DICHO ACOMPAÑAMIENTO VA ENCAMINADO BAJO LAS POLÍTICAS DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER DE OCAÑA REFERENTES A LA EXTENSIÓN.

CARACTERÍSTICAS

PÁGINAS:	PLANOS:	ILUSTRACIONES:31	CD-ROM: 1
-----------------	----------------	-------------------------	------------------



VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL. OCAÑA N. DE S.
Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088
www.ufpso.edu.co



**ANÁLISIS Y DISEÑO DEL BACKBONE EN IPV6 DE LA EMPRESA ISP PICONTEL
SAS, ENTRE LOS MUNICIPIOS DE RIO DE ORO Y GONZÁLES DEL
DEPARTAMENTO DEL CESAR**

AUTOR

JHON JAIRO MEDINA HERRERA

Trabajo de grado modalidad monografía para obtener el título de Ingeniero de Sistemas

DIRECTOR

MSC (E) FABIAN RANULFO CUESTA QUINTERO

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE INGENIERÍAS

INGENIERÍA DE SISTEMAS

Ocaña, Colombia

Julio,2017

Dedicatoria

Quiero agradecer y dedicar este trabajo final de mi carrera, Antes que todo a Dios, a mis padres por enseñarme a luchar en esta vida llena de adversidades, a conquistar las metas que me proponga, a estar conmigo cuando he caído y motivarme a seguir adelante, por brindarme su confianza y sus consejos que sirvieron de ayuda para comprender y entender mejor las cosas.

También agradecer a muchos profesores y tutores que a lo largo de los años han ido formándome en una carrera que está a medio camino entre la informática y las telecomunicaciones.

De igual forma agradezco a todas las personas que de una forma u otra estuvieron a mi lado en todo momento apoyándome en la realización de este anhelado sueño.

Indice

Introducción	12
Resumen	13
Capítulo 1. Análisis y diseño del backbone en ipv6 de la empresa isp picontel sas, entre los municipios de Rio de Oro y Gonzáles del departamento del Cesar	14
1. Análisis del entorno	14
1.1 Ubicación geográfica de las torres de comunicaciones de la empresa picontel	14
1.2 Determinación de la línea vista entre los nodos que soportarán el backbone o red troncal del wisp	16
1.2.1 Exploración de Campo o Estudio del Sitio.	16
1.2.2 Estaciones de telecomunicaciones cercanas.	17
1.2.3 Condiciones ambientales promedio	18
1.2.4 Disponibilidad de servicios públicos.	18
1.2.5 Facilidades de acceso al lugar	18
1.3 Tipos de Antenas.....	18
1.4 Equipos de comunicación inalámbrica ideales para enlaces punto a punto.....	22
1.4.1 Punto de Acceso Cisco Aironet 1240AG.	23
1.4.2 Mikrotik metal_52.	24
1.4.3 Bullet M	24
Capítulo 2. Desarrollo del Diseño.....	26
2.1 Distancia entre Antenas.	26
2.2 Zona de Fresnel.....	26
2.3 Cálculo de los radio enlaces del backbone.	29
2.4 Perfiles topográficos de los radio enlaces con la aplicación Google Earth.	34
2.5 Calculo de la primera zona Fresnel.....	36
Capítulo 3. Esquema de Direccionamiento IPv6	45
3.1 Direccionamiento IPV6	45
3.2 Formato del Direccionamiento IPv6.....	46
3.2.1 Características Principales	47
3.3 Prefijos	48
3.4 Tipos de Direccionamineto Ipv6.....	50
3.4.1 Global-Unicast	51

3.4.2 Link-Local.....	52
3.4.3 Unique-Local	52
3.4.4 Multicast	53
3.4.5 Anycast	54
3.5 Transición de IPV4 a IPV6	54
3.5.1 Dual Stack.....	55
3.5.2 Túneles.....	55
3.5.3 Traducción	57
3.6 Configuración de los router de cada torre de comunicaciones en IPv6	59
Conclusiones.....	63
Referencias	64
Apéndices	65

Lista de Tablas

Tabla 1 Ubicación geográfica de las torres de comunicaciones actuales Picontel SAS.....	14
Tabla 2 Ubicación geográfica de las torres de comunicaciones proyectadas Picontel SAS.....	15
Tabla 3 Coordenadas y distancias entre los nodos del backbone.	17
Tabla 4 Ubicación de Estaciones de telecomunicaciones cercanas.	17
Tabla 5 Radio enlaces a realizar.	29
Tabla 6 Cálculo del radio enlace 1.....	30
Tabla 7 Cálculo del radio enlace 2.....	31
Tabla 8 Cálculo del radio enlace 3.....	32
Tabla 9 Cálculo del radio enlace 4.....	33
Tabla 10 Direccionamiento propuesto.	58

Lista de Figuras

Figura 1. Imagen satelital de las Torres de comunicaciones empresa Picontel	15
Figura 2. Imagen satelital de ubicación geográfica de los puntos a interconectar	16
Figura 3. Antena direccional.....	19
Figura 4. Patrón de radiación antena direccional.....	19
Figura 5. Antena omnidireccional.....	20
Figura 6. Patrón de radiación antena omnidireccional.....	20
Figura 7. Antena sectorial	21
Figura 8. Patrón de radiación antena sectorial	21
Figura 9. Punto de Acceso Cisco Aironet 1240AG	23
Figura 10. Mikrotik metal_52	24
Figura 11. Bullet M.....	25
Figura 12. Zona Fresnel	27
Figura 13. Nivel de recepción mínima en un enlace inalámbrico.....	28
Figura 14. Perfil Topográfico radio enlace 1	34
Figura 15. Perfil Topográfico radio enlace 2	34
Figura 16. Perfil Topográfico radio enlace 3	35
Figura 17. Perfil Topográfico radio enlace 4	35
Figura 18. Perfil Topográfico radio enlace 1	37
Figura 19, Perfil Topográfico radio enlace 2	37
Figura 20. Perfil Topográfico radio enlace 3	38
Figura 21. Perfil Topográfico radio enlace 4.....	38
Figura 22. Diseño Geográfico de la ubicación de la torres de comunicaciones	39

Figura 23. Diseño de las torres de comunicaciones	40
Figura 24. Picontel 1	40
Figura 25. Vista panorámica desde Picontel 1	41
Figura 26. Picontel 2.....	41
Figura 27. Vista panorámica desde Picontel 2.....	42
Figura 28. Torre alquilada por Picontel	42
Figura 29. Panorámica desde Pueblo Nuevo	43
Figura 30. Sitio donde estará ubicada la torre futura de Picontel “González”	43
Figura 31. Panorámica desde Pueblo Nuevo	44

Lista de apéndices

Apéndice A. Adjunto en formato PDF	66
--	----

Introducción

La propuesta monográfica se desarrollara bajo un análisis y diseño de un Backbone, que funcione como guía de referencia a la empresa PiconTel SAS. El estudio pretende buscar que la empresa pueda determinar la conveniencia para llevar el servicio de internet hasta el municipio de Gonzales utilizando su propia infraestructura o si es necesario acudir a otras alternativas. El desarrollo de la investigación inicia con un diseño propuesto enmarcado bajo el protocolo IPv6, debido a la seguridad que ofrece a los proveedores de servicio de internet. La delimitación geográfica involucrara los municipios de Rio de Oro y Gonzales departamento del Cesar.

Es importante destacar que el presente estudio hace parte de la extensión que ofrece la Universidad Francisco de Paula Santander de Ocaña.

Finalmente es de vital importancia manejar las tecnologías existentes en redes de comunicación que permitan entender el proceso de cómo un ISP presta los servicios, con el fin de ampliar el conocimiento de la forma en que se administra y se transporta el servicio de internet y de cómo llega a los usuarios finales. En esta monografía planteamos la siguiente pregunta ¿El análisis y diseño del Backbone en IPv6 de la empresa ISP PiconTel SAS, brindará un mejor aprovechamiento de los recursos tecnológicos ubicados en la nube para los habitantes de los municipios de Rio de Oro y Gonzáles del departamento del Cesar?.

Resumen

El presente trabajo de grado desarrollado bajo la modalidad de monografía y denominado Análisis y diseño del Backbone en IPv6 de la empresa ISP PiconTel SAS, entre los municipios de Rio de oro y Gonzáles del departamento del Cesar surge con el propósito de crear espacios de acompañamiento a las empresas de Ocaña y el sur del Cesar, a través de sensibilizaciones a la población frente al uso pertinente y apropiado de las TIC como componente social. Dicho acompañamiento va encaminado bajo las políticas de la Universidad Francisco de Paula Santander de Ocaña referentes a la extensión. El tipo de monografía planteada en esta propuesta es de tipo análisis de experiencia ya que se realiza a partir de las vivencias o experiencias del autor entre el curso de profundización y la empresa donde labora actualmente.

Capítulo 1. Análisis y diseño del backbone en ipv6 de la empresa isp picontel sas, entre los municipios de Rio de Oro y Gonzáles del departamento del Cesar

1. Análisis del entorno

1.1 Ubicación geográfica de las torres de comunicaciones de la empresa picontel

Actualmente la empresa Picontel SAS cuenta con dos torres en el municipio de rio de oro, estas a su vez permiten dar conectividad a los habitantes del municipio en 67 % de la población total, la empresa Picontel tiene como objetivo para el año 2017 cubrir en un 100% la población riodórense y expandirse hasta el municipio de González, para cumplir este objetivo la empresa proyecta 3 torres de comunicaciones.

Tabla 1.

Ubicación geográfica de las torres de comunicaciones actuales Picontel SAS

Nombre del Nodo	Municipio/Barrio	Coordenadas	Elevación
Picontel 1	Rio de Oro/Maicao	Latitud: 8°17'50.13"N Longitud: 73°22'48.34"O	1235 m
Picontel 2	Rio de Oro/La Quinta	Latitud: 8°17'26.33"N Longitud: 73°22'59.10"O	1167 m

Nota Fuente. Autor del proyecto

Tabla 2.

Ubicación geográfica de las torres de comunicaciones proyectadas Picontel SAS

Nombre del Nodo	Municipio/Barrio	Coordenadas	Elevación
Picontel 3	Rio de Oro/Altos del Poblado	Latitud: 8°17'20.91"N Longitud: 73°23'18.53"O	1207 m
Picontel 4	Ocaña/Pueblo Nuevo	Latitud: 8°14'18.30"N Longitud: 73°23'24.03"O	1611 m
Picontel 5	González	Latitud: 8°23'38.45"N Longitud: 73°22'29.92"O	1360 m

Nota Fuente. Autor del proyecto

En la siguiente figura se ilustran la ubicación de las torres actuales y proyectadas de la empresa Picontel para el 2017

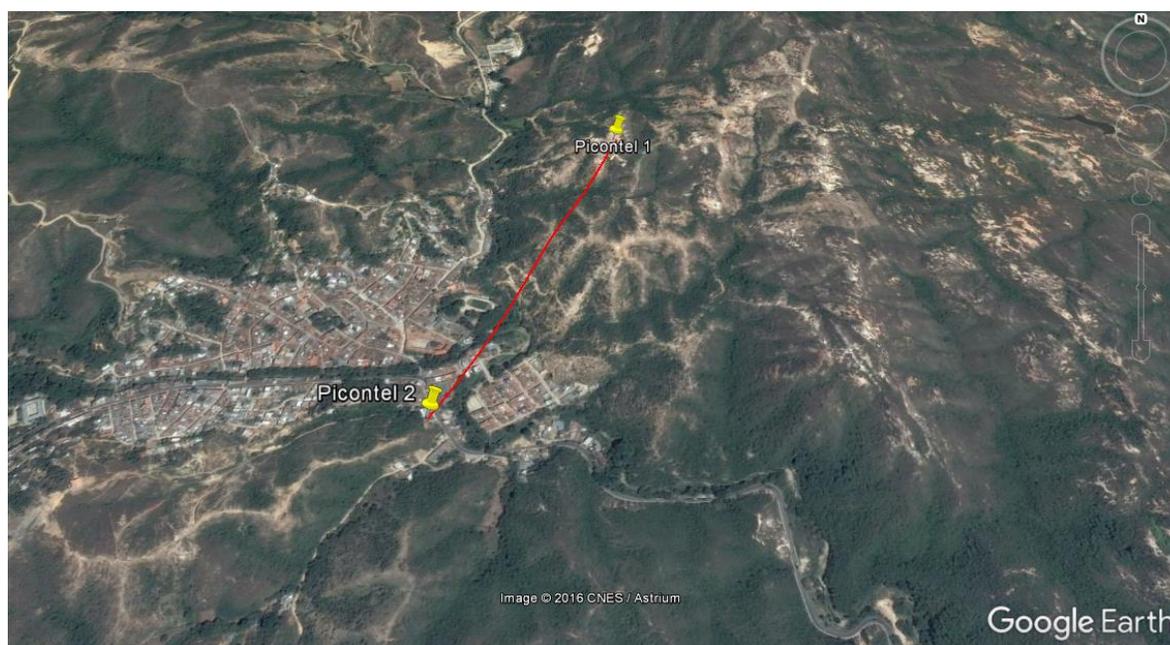


Figura 1. Imagen satelital de las Torres de comunicaciones empresa Picontel

Nota Fuente. Autor del proyecto a través de google Earth

1.2 Determinación de la línea vista entre los nodos que soportarán el backbone o red troncal del wisp

La determinación de la línea vista abarca cinco actividades para poder determinar si hay o no vista entre los nodos a interconectar.

1.2.1 Exploración de Campo o Estudio del Sitio. Para la instalación óptima de los diferentes dispositivos WLAN se debe realizar un estudio del sitio en lo referente a la ubicación y el entorno físico para determinar posibles obstáculos entre los nodos.

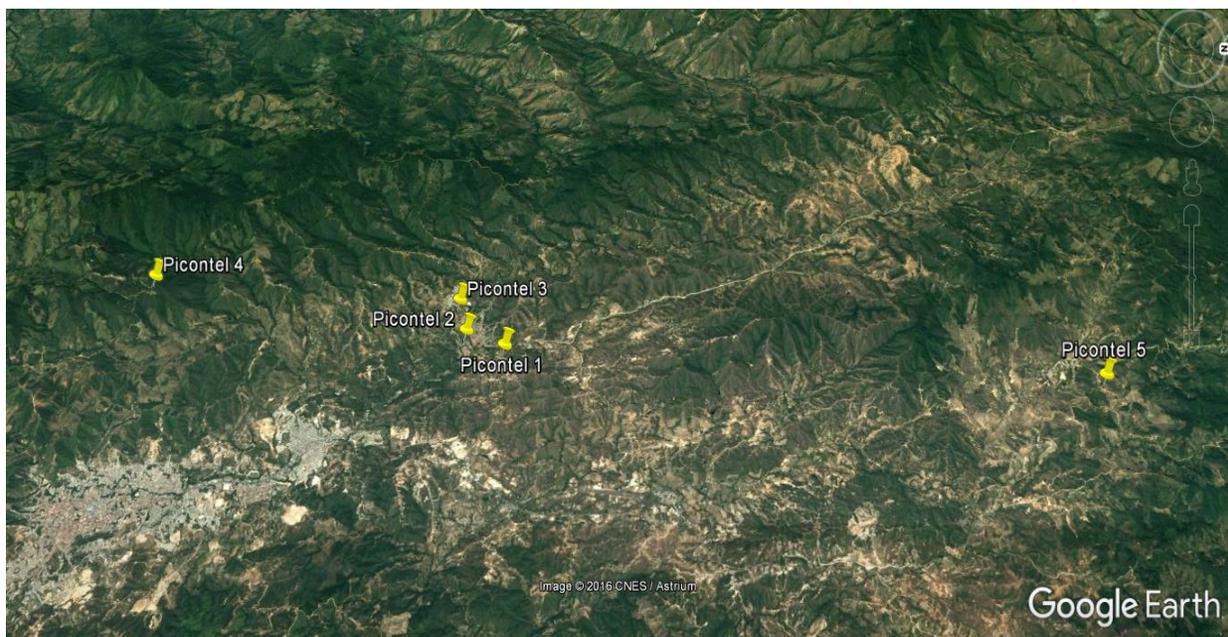


Figura 2. Imagen satelital de ubicación geográfica de los puntos a interconectar
Nota Fuente. Autor del proyecto a través de google Earth

Tabla 3.*Coordenadas y distancias entre los nodos del backbone*

<u>Nombre del Nodo</u>	<u>Coordenadas</u>	<u>Elevación</u>	<u>Distancia</u>	<u>Visibilidad</u>
Picotel 1	Latitud: 8°17'50.13"N Longitud: 73°22'48.34"O	1235 m	820 m	SI
Picotel 2	Latitud: 8°17'26.33"N Longitud: 73°22'59.10"O	1167 m		
Picotel 1	Latitud: 8°17'50.13"N Longitud: 73°22'48.34"O	1235 m	1300 m	SI
Picotel 3	Latitud: 8°17'20.91"N Longitud: 73°23'18.53"O	1207 m		
Picotel 1	Latitud: 8°17'50.13"N Longitud: 73°22'48.34"O	1235 m	6730 m	SI
Picotel 4	Latitud: 8°14'18.30"N Longitud: 73°23'24.03"O	1611 m		
Picotel 4	Latitud: 8°14'18.30"N Longitud: 73°23'24.03"O	1611 m	17600 m	SI
Picotel 5	Latitud: 8°23'38.45"N Longitud: 73°22'29.92"O	1360 m		

Nota fuente. Autor del proyecto

1.2.2 Estaciones de telecomunicaciones cercanas. El municipio de Rio de Oro no es la excepción en acoger las nuevas tecnologías, como lo son las Redes Inalámbricas, en el municipio ya se encuentran posicionados varios Proveedores de Servicio de Internet o ISP que brindan este servicio inalámbrico como son Ryo Comunicaciones, Emsitel, Tricom y TV San Jorge

Tabla 4.*Ubicación de Estaciones de telecomunicaciones cercanas*

UBICACIÓN DE LA ANTENA	ISP	FRECUENCIA
ALTOS DEL POBLADO	UNICOM	5.748 GHZ
	NODOPN5	5.3 GHZ
	AP_BA_SALLE	5.18 GHZ
	NODOCR3	5.805 GHZ
	NODOPN5	5.3 GHZ
	RYO COMUNICACIONES	5.18 GHZ
PUEBLO NUEVO	CRISTOREYDIGITALSUR	5.3 GHZ
	PRIMAVERA_UNO	5.3 GHZ
	AP_CristoRey_SanAntonio	5.745 GHZ
	UNICOM	5.748 GHZ

	NODOPN5	5.3 GHZ
	Celda_CristoRey_Tacaloa	5.24 GHZ
	AP_BA_SALLE	5.18 GHZ
	NODOCR3	5.805 GHZ
	NODOPN5	5.3 GHZ

Nota fuente. Autor del proyecto

1.2.3 Condiciones ambientales promedio. La temperatura promedio de Rio de Oro y Gonzales es de 25° C. Piso térmico templado, con una temperatura no inferior a los 17, centígrados y con tendencia al frío y al calor en sus límites superior e inferior. Clima tropical húmedo y seco con sequías bien marcadas y precipitaciones entre 1.000 y 2.000 milímetros anuales. Las lluvias que durante el primer semestre son escasas, se cuenta con ellas durante agosto, septiembre, octubre y noviembre que son aprovechadas para los cultivos semestrales. (www.cdim.esap.edu.co, s.f.)

1.2.4 Disponibilidad de servicios públicos. Si observamos la imagen satelital cuatro de los nodos se encuentran en el casco urbano del municipio y uno en el corregimiento de pueblo nuevo, por tal motivo se goza de los servicios públicos, para nuestro caso el más necesario es el de la energía, y actualmente los municipios cuentan con un buen servicio.

1.2.5 Facilidades de acceso al lugar. La ubicación geográfica de los nodos a interconectar cuentan con vías de acceso carreteables, lo que permite rapidez en cualquier tipo de fallas.

1.3 Tipos de Antenas

Las antenas pueden ser omnidireccionales, sectoriales o directivas.

Antenas direccionales o planares). Las antenas direccionales concentran la señal en un área concreta, por lo que se pueden lograr enlaces de varios kilómetros. Podemos imaginar el patrón de radiación de la antena direccional como el foco de una linterna. La apertura horizontal puede variar entre $4^\circ - 60^\circ$ y son ideales para hacer conexiones punto a punto.

(www.wifisafe.com, s.f.)



Figura 3. Antena direccional

Nota Fuente. www.wifisafe.com

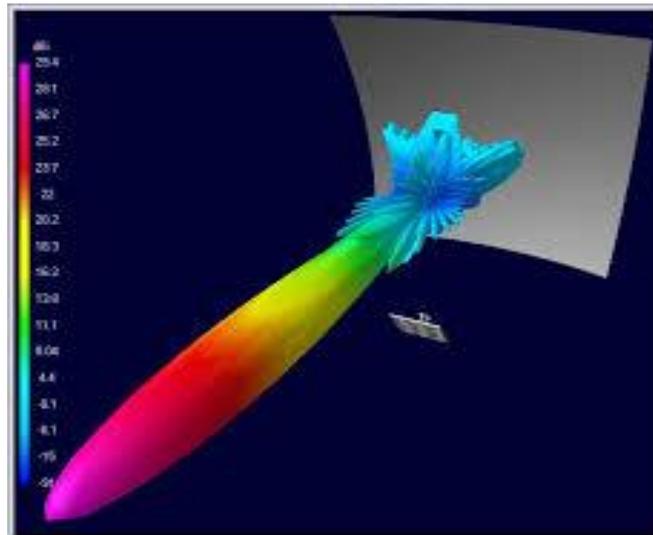


Figura 4. Patrón de radiación antena direccional

Nota Fuente: ibíd.

Antenas omnidireccionales. En las antenas omnidireccionales, la señal es dirigida en un plano horizontal de 360°, aunque su apertura vertical suele ser bastante reducida. El patrón teórico de radiación es semejante a un “donut”, por lo que su centro es un “0”, o como una bombilla, donde la intensidad de la luz es inferior a la del foco de una linterna.

(www.wifisafe.com, s.f.)



Figura 5. Antena omnidireccional
Nota Fuente. Ibid.

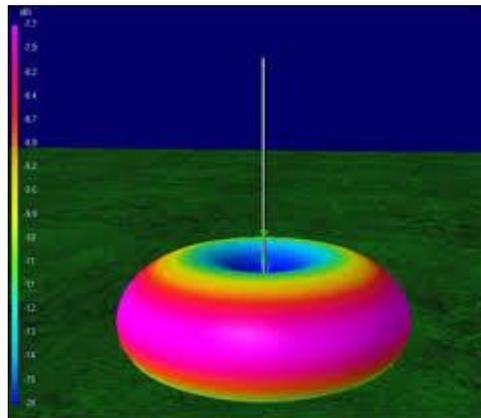


Figura 6. Patrón de radiación antena omnidireccional
Nota Fuente. Ibid

Antenas sectoriales. Las antenas sectoriales pueden ofrecer una amplia apertura horizontal de entre 60° y 180° , y como su nombre indica, son ideales para proporcionar cobertura por sectores. También podemos cubrir un plano de 360° horizontales con un array de 3 antenas, obteniendo mayor eficiencia que con una sola antena omnidireccional. (www.wifisafe.com, s.f.)



Figura 7. Antena sectorial
Nota Fuente. Ibid

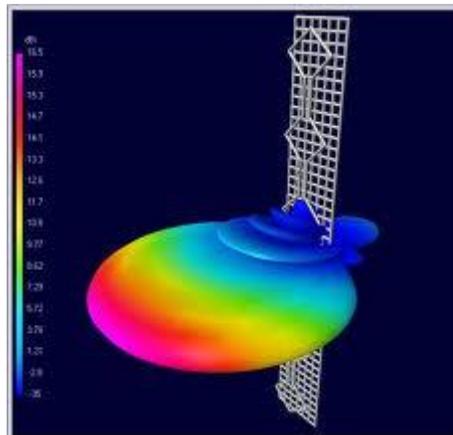


Figura 8. Patrón de radiación antena sectorial
Nota Fuente. Ibid

De acuerdo a los tres tipos de antenas expuestos anteriormente se eligieron las antenas direccionales para realizar los enlaces punto a punto entre las torres proyectadas, y de esta

manera formar el backbone principal de la empresa Piconetel. Esta elección radica en que estas antenas orientan la señal en una dirección muy determinada con un haz estrecho pero de largo alcance, actúa de forma parecida a un foco de luz que emite un haz concreto y estrecho pero de forma intensa (más alcance). El alcance de una antena direccional viene determinado por una combinación de los dbi de ganancia de la antena, la potencia de emisión del punto de acceso emisor y la sensibilidad de recepción del punto de acceso receptor.

Dentro de las antenas direccionales existen también tres tipos que a continuación se describirán:

Parabólicas (disco o rejilla). Con estas se consigue el mayor alcance, pueden llegar a los 55 Km. de distancia.

Yagis (pronúciase “yaguis”). Son similares a las antenas de televisión, también tienen gran alcance y no es tan complejo orientarlas

Planares o Paneles. Estas aunque no tienen tanto alcance, pero es mucho más fácil orientarlas y además no son tan voluminosas como las anteriores, por lo que su instalación es muy sencilla.

1.4 Equipos de comunicación inalámbrica ideales para enlaces punto a punto

Las distancias manejadas en este proyecto son consideradamente largas, por esta razón se plantea que los dispositivos se deben configurar en modo bridge o puente, dando una conexión punto a punto.

1.4.1 Punto de Acceso Cisco Aironet 1240AG. Es un punto de acceso IEEE 802.11a/b/g ofrecen la versatilidad, alta capacidad, seguridad y características de clase empresarial que demandan los clientes WLAN. Diseñado específicamente para entornos de radiofrecuencia complicados, como fábricas, almacenes y grandes establecimientos comerciales, tienen la flexibilidad asociada con las antenas conectadas, carcasa metálica resistente y un amplio rango de temperatura de funcionamiento. (<http://www.cisco.com>, s.f.)



Figura 9. Punto de Acceso Cisco Aironet 1240AG

Nota Fuente.. www.cisco.com

El Cisco Aironet serie 1240AG también puede ser configurado para soportar la empresa Wireless Mesh, que ofrece conectividad inalámbrica para interiores que son difíciles o imposibles de alambre. Puntos de acceso Mesh no requieren conexiones por cable, que utilizan la frecuencia de 2,4 GHz para ofrecer acceso a la red a los usuarios de las zonas difíciles de alcanzar y la banda de 5 GHz.

1.4.2 Mikrotik metal_52. Totalmente resistente al agua. Caja del metal del diseño industrial completamente sellada, impulsado por RouterBOARD y RouterOS. Dispone de un conector N-Macho built-in, y los puntos de fijación del poste, así que puede conectarlo a una antena directamente, o usar una antena con cable. Posee LED indicadores de señal, que facilitan la alineación de la antena. Disponible en dos versiones - 2 GHz y 5GHz.



Figura 10. Mikrotik metal_52
Fuente. www.ds3comunicaciones.com

1.4.3 Bullet M. Es una radio inalámbrico con un sistema integrado Conector de RF Tipo N que puede ser directamente enchufado a cualquier antena para crear una potente y robusto punto de acceso al aire libre, Cliente o Bridge.

El Bullet M cuenta con un LED de potencia de la señal metros para la alineación de la antena, una baja pérdida conector RF tipo N integrado, y un diseño resistente a la intemperie robusto. Con hasta 600 mW de potencia y una mayor diseño del receptor, la Bullet M es ideal para enlaces de larga distancia, con capacidad para 100 Mbps + velocidades reales de TCP / IP a través de distancias de varios kilómetros



Figura 11. Bullet M
Nota Fuente. /www.ubiquiticolombia.com

Capítulo 2. Desarrollo del Diseño

2.1 Distancia entre Antenas.

Cuanto mayor sea la distancia entre antenas, obviamente mayor será la pérdida de señal. La distancia máxima puede variar desde varios metros hasta decenas o cientos de kilómetros. Es altamente recomendado que haya una línea de visión directa entre las antenas.

Perdida de propagación. La pérdida de propagación es la cantidad de señal necesaria para llegar de un extremo de la conexión Wireless al otro. Es decir la cantidad de señal que se pierde al atravesar un espacio. Para hacer los cálculos en espacio libre (sin obstáculos) la formula quedaría resumida en la siguiente:

$$P_p = 20\log_{10}(d/1000) + 100$$

Donde **P_p** indica la perdida de propagación en decibelios (dB) y **d** es la distancia en metros.

O también:

$$P_p = 20\log_{10}(d) + 100$$

Donde **P_p** indica la perdida de propagación en decibelios (dB) y **d** es la distancia en kilómetros.

2.2 Zona de Fresnel.

Es una zona de despeje adicional que hay que tener en consideración además de haber una visibilidad directa entre las dos antenas. Este factor deriva de la teoría de ondas

electromagnéticas respecto de la expansión de las mismas al viajar en el espacio libre. Esta expansión resulta en reflexiones y cambios de fase al pasar sobre un obstáculo. Se denomina zona Fresnel a la área (de forma elíptica) que sirve de propagación a una señal de radio. Esta zona se extiende por encima y por debajo de la línea recta entre el emisor y el receptor, y para que se considere útil debe de mantener alrededor del 60% de esa zona totalmente libre de obstáculos.

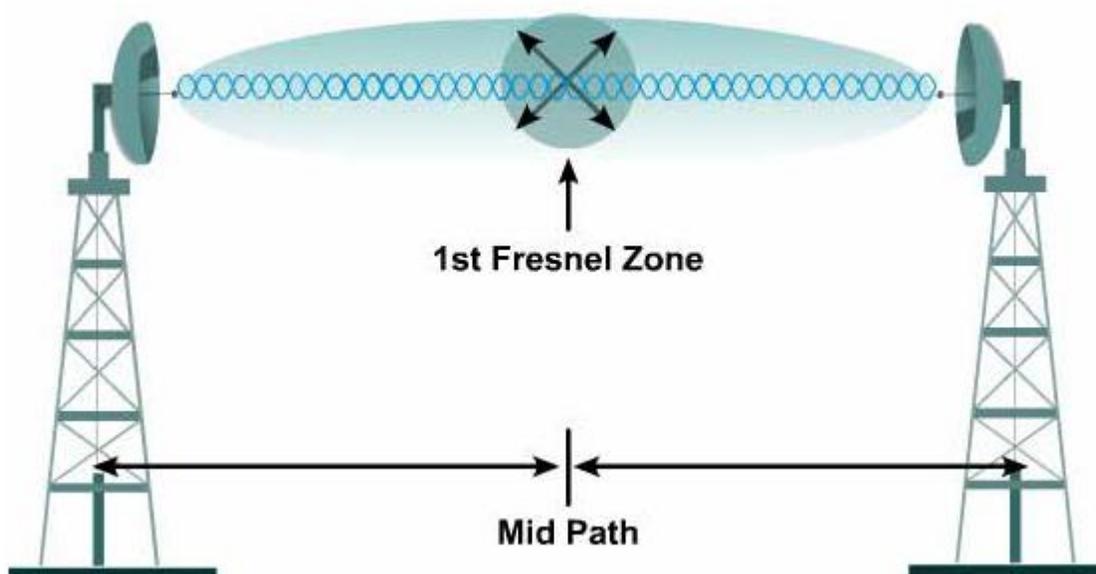


Figura 12. Zona Fresnel
Nota Fuente. www.4gon.co.uk

Fórmula para calcular la primera zona de Fresnel: $r = 17,32 * \sqrt{D/(4*f)}$

Condiciones del terreno y meteorológicas. Los árboles, los edificios, tendidos eléctricos, etc. influyen en la recepción de la señal. La señal se refleja en los objetos y llega con retardo de fase a la antena receptora, pudiendo provocar pérdidas de señal. Podemos corregir este efecto

desplazando 6cm longitudinalmente hacia delante o hacia atrás la antena receptora (6cm es la mitad de la longitud de onda, es decir, desde un pico hasta un valle de la seno). El hielo y la nieve influyen negativamente en las antenas cuando están en contacto directo con éstas. La lluvia en sí tiene poco impacto sobre la pérdida por propagación, pero en el caso de las antenas “flat-panel”, puede disminuir su rendimiento si se crea una película de agua en el panel de la antena.

El cálculo teórico del alcance de una transmisión se basa en sumar los factores de la instalación que aportan ganancias y restar los que producen pérdidas. Al final, obtendremos un nivel de señal. El que este nivel de señal sea suficiente para una buena recepción depende del equipo receptor; Las antenas y amplificadores Wireless añaden ganancias. Al igual que las tarjetas y los puntos de acceso. Pero los conectores y los cables añaden pérdidas.

Nivel de recepción mínima en B (en dB) = (Potencia_A + Ganancia_antena_A – pérdida de conectores – Pérdida cable A) – Pp5GHz + (Ganancia_antena_B – pérdida de conectores - Pérdida Cable B).

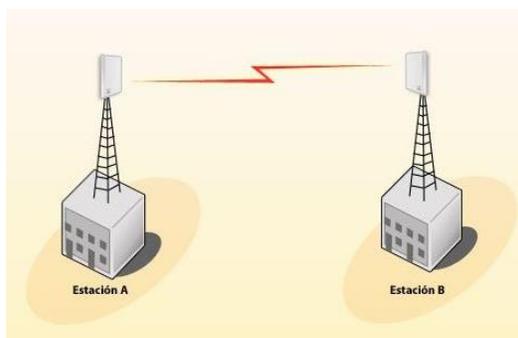


Figura 13. Nivel de recepción mínima en un enlace inalámbrico

Nota Fuente. www.wificlub.org

A este valor hay que agregarle el margen que incluyen los dispositivos, dicho margen suele ser igual al 10%. Aunque habría que considerar que si nuestro enlace está expuesto a condiciones climáticas extensas, deberíamos asignarle como margen un valor igual a 20%. En enlaces realizados dentro de la ciudad el margen para agregarle a la sensibilidad es de 15%. Para que el enlace sea óptimo el valor del nivel de recepción mínima debe ser mayor que la sensibilidad más el margen. **NRS > SEN +MAR.**

2.3 Cálculo de los radio enlaces del backbone.

Tabla 5.

Radio enlaces a realizar

Nombre del radio enlace	Nodos involucrados	Abreviatura Nodo	Distancia
Radio enlace 1	Picotel 1	N1	820 m
	Picotel 2	N2	
Radio enlace 2	Picotel 1	N1	1300 m
	Picotel 3	N3	
Radio enlace 3	Picotel 1	N1	6730 m
	Picotel 4	N4	
Radio enlace 4	Picotel 4	N4	17600 m
	Picotel 5	N5	

Nota Fuente. Director del proyecto.

RADIO ENLACE 1: NODO 1: – NODO 2

Nivel de recepción mínima en B (en dB) = (Potencia_N1 + Ganancia_antena_N1 – pérdida de conectores – Pérdida cable N1) - Pp_5GHz + (Ganancia_antena_N2 – pérdida de conectores - Pérdida Cable N2)

Pp (Pérdida de propagación) para 820 mts (0.820 Km.)

$$Pp_{5GHz} = 100 + 20\log(d_Km)$$

$$Pp_{5GHz} = 100 + 20\log(0.820)$$

$$Pp_{5GHz} = 98.27$$

$$Pp_{5GHz} = - 98.27 \text{ dBm}$$

Nota: La pérdida en espacio libre se expresa en números negativos.

Tabla 6.

Cálculo del radio enlace 1

Equipo 23 dBi		Equipo 25 dBi		Equipo 27 dBi	
Potencia A	23 dBm	Potencia A	25 dBm	Potencia A	27 dBm
Ganancia antena A	23 dBi	Ganancia antena A	25 dBi	Ganancia antena A	27 dBi
Ganancia antena B	23 dBi	Ganancia antena B	25 dBi	Ganancia antena B	27 dBi
Perdida cables A	-1 dB	Perdida cables A	-1 dB	Perdida cables A	-1 dB
Perdida propagación	-98.27 dBm	Perdida propagación	-98.27 dBm	Perdida propagación	-98.27 dBm
Perdida cables A	-1 dB	Perdida cables A	-1 dB	Perdida cables A	-1 dB
NRS	-31.27	NRS	- 25.27	NRS	-19.27
Sensibilidad	- 90	Sensibilidad	- 86	Sensibilidad	- 74
Margen	13.5	Margen	12.9	Margen	11.1
Sensibilidad + Margen	- 76.5	Sensibilidad + Margen	- 73.1	Sensibilidad + Margen	- 62.9
NRS > SEN + MAR	Si	NRS > SEN + MAR	si	NRS > SEN + MAR	Si

Nota Fuente. Director del proyecto.

RADIO ENLACE 2: NODO 1: – NODO 3

Nivel de recepción mínima en B (en dB) = (Potencia_N1 + Ganancia_antena_N1 – pérdida de conectores – Perdida cable N1) - Pp_5GHz + (Ganancia_antena_N3 – pérdida de conectores - Perdida Cable N3)

Pp (Perdida de propagación) para 1300 mts (1.300 Km.)

$$Pp_{5GHz} = 100 + 20\log (d_Km)$$

$$Pp_{5GHz} = 100 + 20\log (1.300)$$

$$Pp_{5GHz} = 102.27$$

$$Pp_{5GHz} = -102.27 \text{ dBm}$$

Nota: La pérdida en espacio libre se expresa en números negativos.

Tabla 7.

Cálculo del radio enlace 2

Equipo 23 dBi		Equipo 25 dBi		Equipo 27 dBi	
Potencia A	23 dBm	Potencia A	25 dBm	Potencia A	27 dBm
Ganancia antena A	23 dbi	Ganancia antena A	25 dbi	Ganancia antena A	27 dbi
Ganancia antena B	23 dbi	Ganancia antena B	25 dbi	Ganancia antena B	27 dbi
Perdida cables A	-1 dB	Perdida cables A	-1 dB	Perdida cables A	-1 dB
Perdida propagación	-102.27 dBm	Perdida propagación	-102.27 dBm	Perdida propagación	-102.27 dBm
Perdida cables A	-1 dB	Perdida cables A	-1 dB	Perdida cables A	-1 dB
NRS	-35.27	NRS	-29.27	NRS	-23.27
Sensibilidad	-90	Sensibilidad	-86	Sensibilidad	-74
Margen	13.5	Margen	12.9	Margen	11.1
Sensibilidad + Margen	-76.5	Sensibilidad + Margen	-73.1	Sensibilidad + Margen	-62.9
NRS > SEN + MAR	si	NRS > SEN + MAR	si	NRS > SEN + MAR	Si

Nota Fuente. Director del proyecto.

RADIO ENLACE 3: NODO 1: – NODO 4

Nivel de recepción mínima en B (en dB) = (Potencia_N1 + Ganancia_antena_N1 – pérdida de conectores – Perdida cable N1) – Pp_5GHz + (Ganancia_antena_N4 – pérdida de conectores - Perdida Cable N4)

Pp (Perdida de propagación) para 6730 mts (6.730 Km.)

$$Pp_{5GHz} = 100 + 20\log(d_Km)$$

$$Pp_{5GHz} = 100 + 20\log(6.730)$$

$$Pp_{5GHz} = 116.56$$

$$Pp_{5GHz} = -116.56 \text{ dBm}$$

Nota: La pérdida en espacio libre se expresa en números negativos.

Tabla 8.

Cálculo del radio enlace 3

Equipo 23 dBi		Equipo 25 dBi		Equipo 27 dBi	
Potencia A	23 dBm	Potencia A	25 dBm	Potencia A	27 dBm
Ganancia antena A	23 dBi	Ganancia antena A	25 dBi	Ganancia antena A	27 dBi
Ganancia antena B	23 dBi	Ganancia antena B	25 dBi	Ganancia antena B	27 dBi
Perdida cables A	-1 dB	Perdida cables A	-1 dB	Perdida cables A	-1 dB
Perdida propagación	-116.56 dBm	Perdida propagación	-116.56 dBm	Perdida propagación	-116.56 dBm
Perdida cables A	-1 dB	Perdida cables A	-1 dB	Perdida cables A	-1 dB
NRS	-49.56	NRS	-43.56	NRS	-37.56
Sensibilidad	- 90	Sensibilidad	- 86	Sensibilidad	- 74
Margen	13.5	Margen	12.9	Margen	11.1
Sensibilidad + Margen	- 76.5	Sensibilidad + Margen	- 73.1	Sensibilidad + Margen	- 62.9
NRS > SEN + MAR	si	NRS > SEN + MAR	si	NRS > SEN + MAR	si

Nota Fuente. Director del proyecto.

RADIO ENLACE 4: NODO 4: – NODO 5

Nivel de recepción mínima en B (en dB) = (Potencia_N4 + Ganancia_antena_N4 – pérdida de conectores – Perdida cable N4) - Pp_5GHz + (Ganancia_antena_N5 – pérdida de conectores - Perdida Cable N5)

Pp (Perdida de propagación) para 17600 mts (17.600 Km.)

$$Pp_{5GHz} = 100 + 20\log(d_Km)$$

$$Pp_{5GHz} = 100 + 20\log(17.600)$$

$$Pp_{5GHz} = 124.91$$

$$Pp_{5GHz} = -124.91 \text{ dBm}$$

Nota: La pérdida en espacio libre se expresa en números negativos.

Tabla 9.*Cálculo del radio enlace 4*

Equipo 23 dBi		Equipo 25 dBi		Equipo 27 dBi	
Potencia A	23 dBm	Potencia A	25 dBm	Potencia A	27 dBm
Ganancia antena A	23 dBi	Ganancia antena A	25 dBi	Ganancia antena A	27 dBi
Ganancia antena B	23 dBi	Ganancia antena B	25 dBi	Ganancia antena B	27 dBi
Perdida cables A	-1 dB	Perdida cables A	-1 dB	Perdida cables A	-1 dB
Perdida propagación	-124.91 dBm	Perdida propagación	-124.91 dBm	Perdida propagación	-124.91 dBm
Perdida cables A	-1 dB	Perdida cables A	-1 dB	Perdida cables A	-1 dB
NRS	-57.91	NRS	-51.91	NRS	-45.91
Sensibilidad	- 90	Sensibilidad	- 86	Sensibilidad	- 74
Margen	13.5	Margen	12.9	Margen	11.1
Sensibilidad + Margen	- 76.5	Sensibilidad + Margen	- 73.1	Sensibilidad + Margen	- 62.9
NRS > SEN + MAR	si	NRS > SEN + MAR	si	NRS > SEN + MAR	si

Nota Fuente. Director del proyecto.

2.4 Perfiles topográficos de los radio enlaces con la aplicación Google Earth.

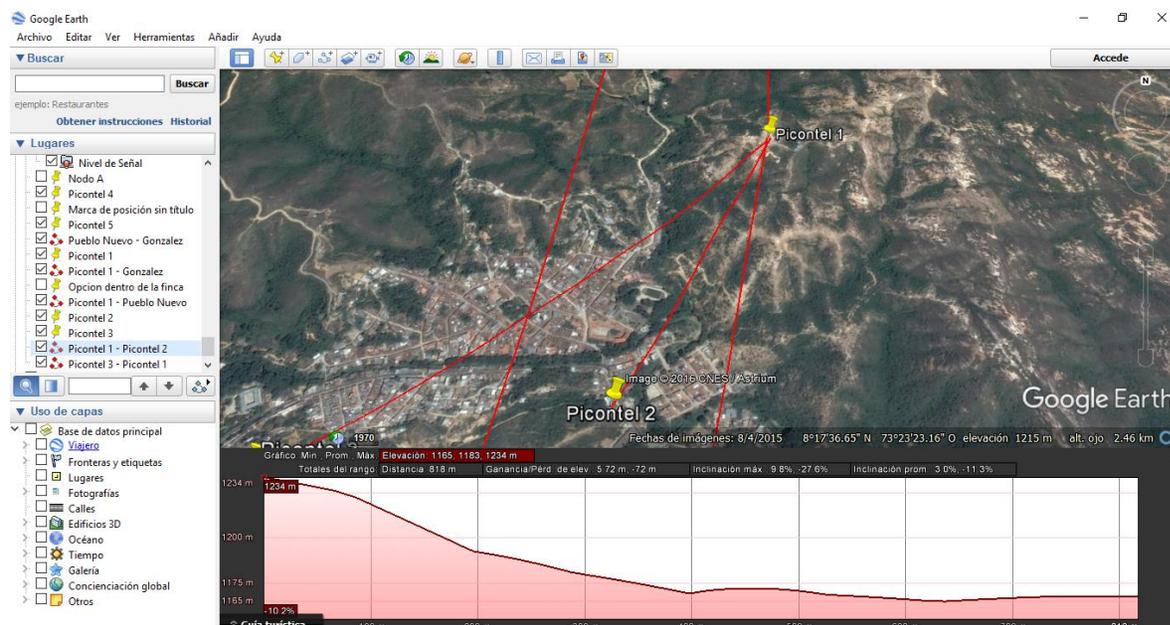


Figura 14. Perfil Topográfico radio enlace 1
Nota Fuente. Autor del proyecto

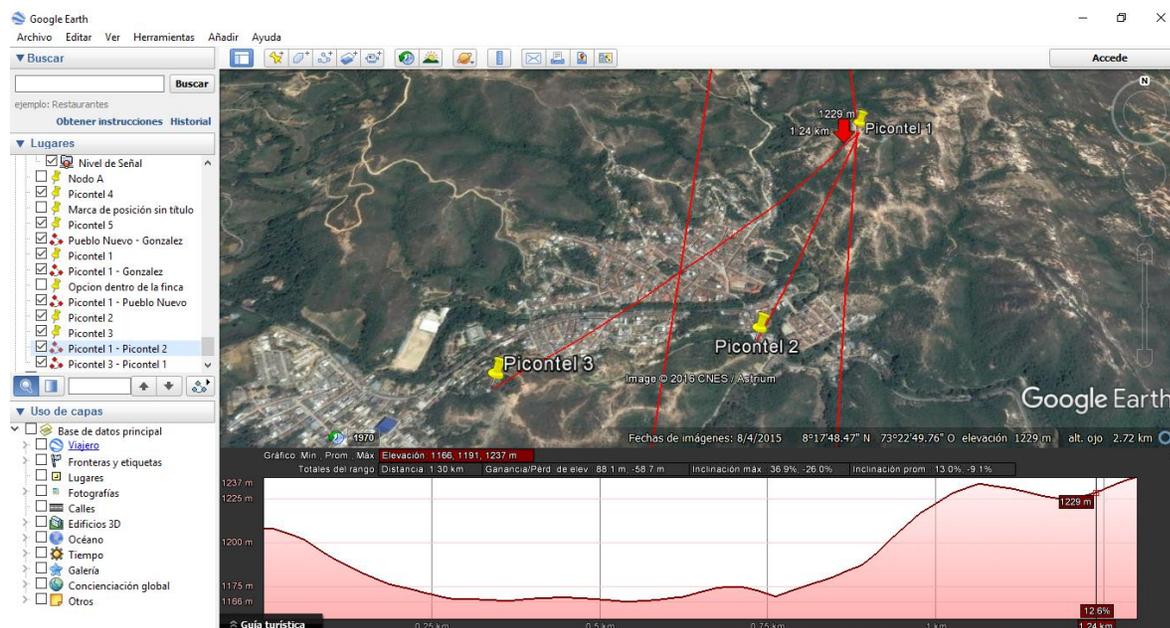


Figura 15. Perfil Topográfico radio enlace 2
Fuente. Autor del proyecto

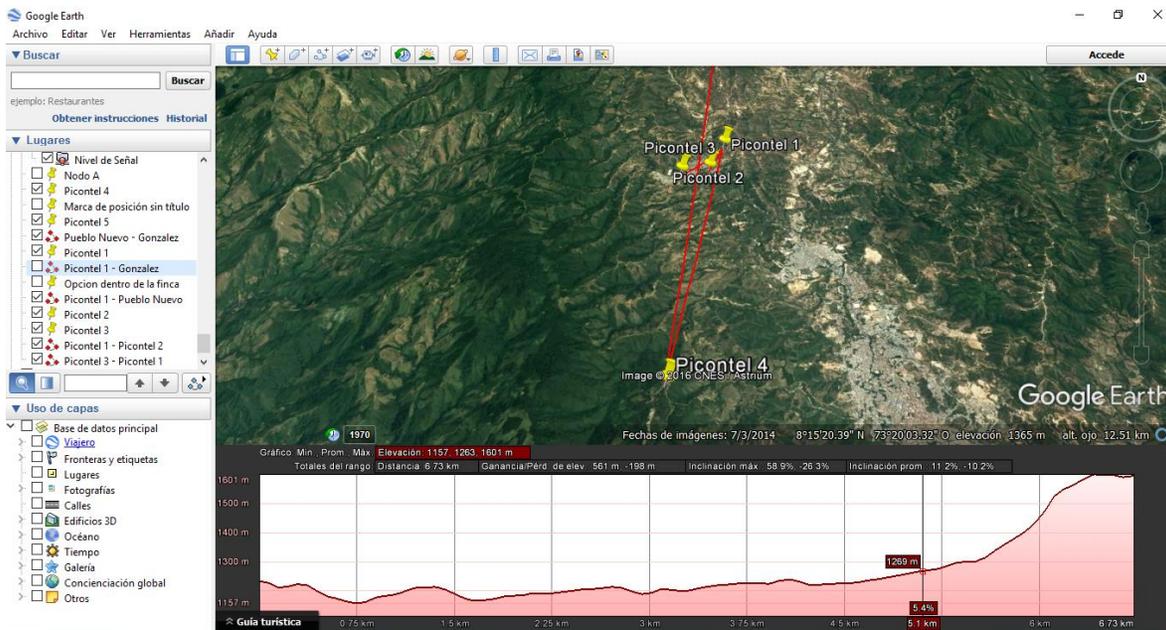


Figura 16. Perfil Topográfico radio enlace 3
Nota Fuente. Autor del proyecto

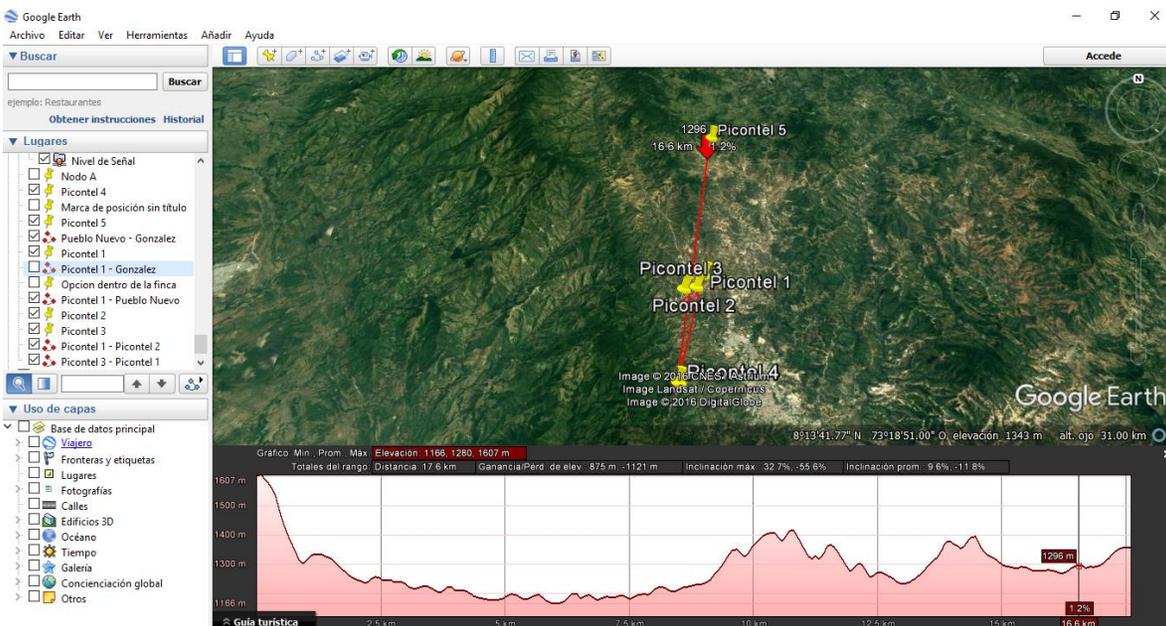


Figura 17. Perfil Topográfico radio enlace 4
Nota Fuente. Autor del proyecto

2.5 Calculo de la primera zona Fresnel

Para realizar el calculo de las zonas fresnel de nuestra propuesta debemos retomar la

Fórmula: $r = 17,32 * \sqrt{D/(4*f)}$

Donde

D: las distancia entre los nodos

F: es la frecuencia de operación en nuestro caso 5.8 GHz

R: radio de la primera zona fresnel

Tabla 10.

Zona fresnel de nodos a interconectar

Radio Enlace	Nombre del Nodo	Elevación	Diferencia Alturas	Distancia	Zona Fresnel
1	Picontel 1	1235 m	68 m	820 m	3.2 m
	Picontel 2	1167 m			
2	Picontel 1	1235 m	28 m	1300 m	4.1 m
	Picontel 3	1207 m			
3	Picontel 1	1235 m	376 m	6730 m	5.1 m
	Picontel 4	1611 m			
4	Picontel 4	1611 m	251 m	17600 m	13.2 m
	Picontel 5	1360 m			

Se observa que los valores de las zonas fresnel están dentro de los rangos de las diferencias lo que nos permite predecir que los enlaces va hacer efectivos en la teoría, ahora miremos un simulador de radio enlaces para constatar de que los enlaces pueden ser efectivos.

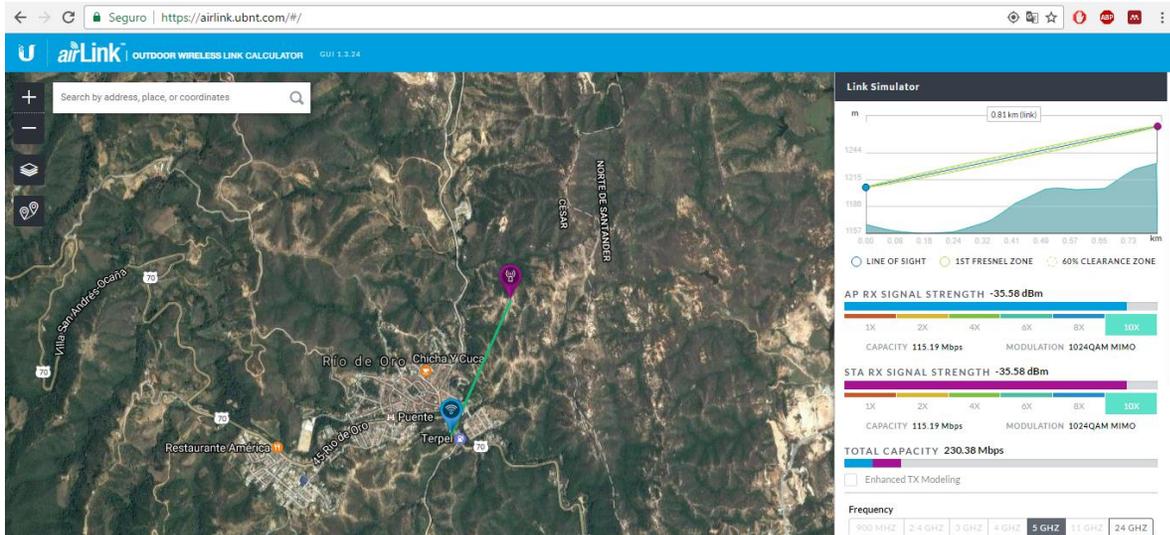


Figura 18. Perfil Topográfico radio enlace 1
Nota Fuente. Autor del proyecto

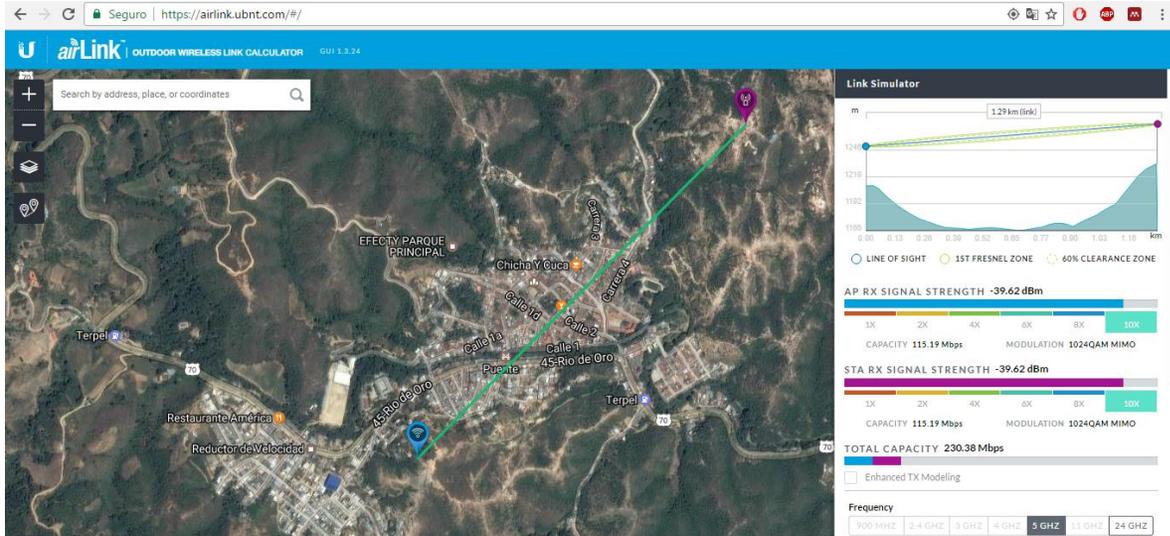


Figura 19, Perfil Topográfico radio enlace 2
Nota Fuente. Autor del proyecto

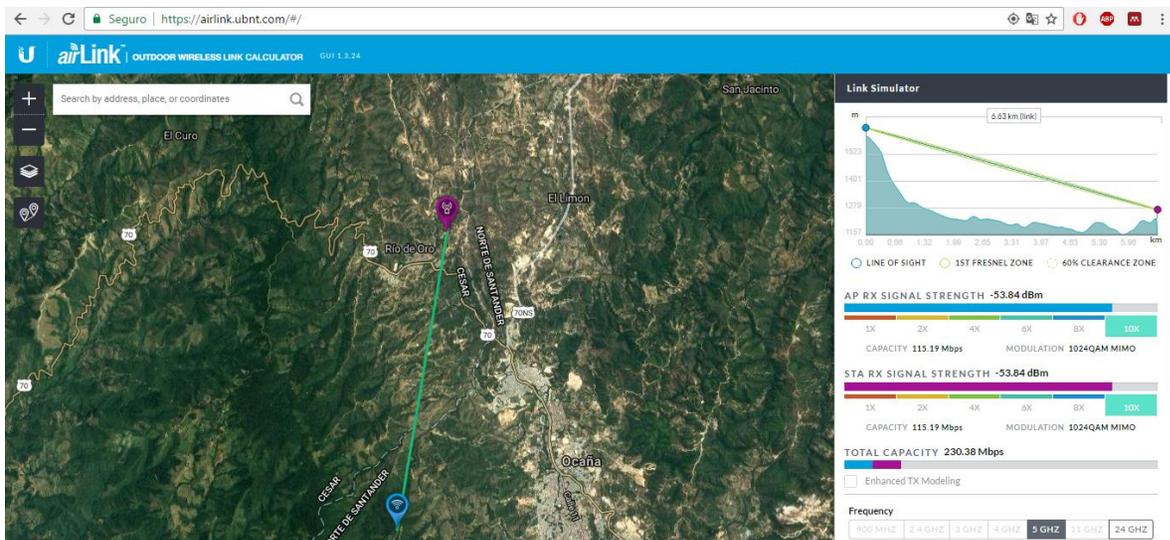


Figura 20. Perfil Topográfico radio enlace 3
Nota Fuente. Autor del proyecto

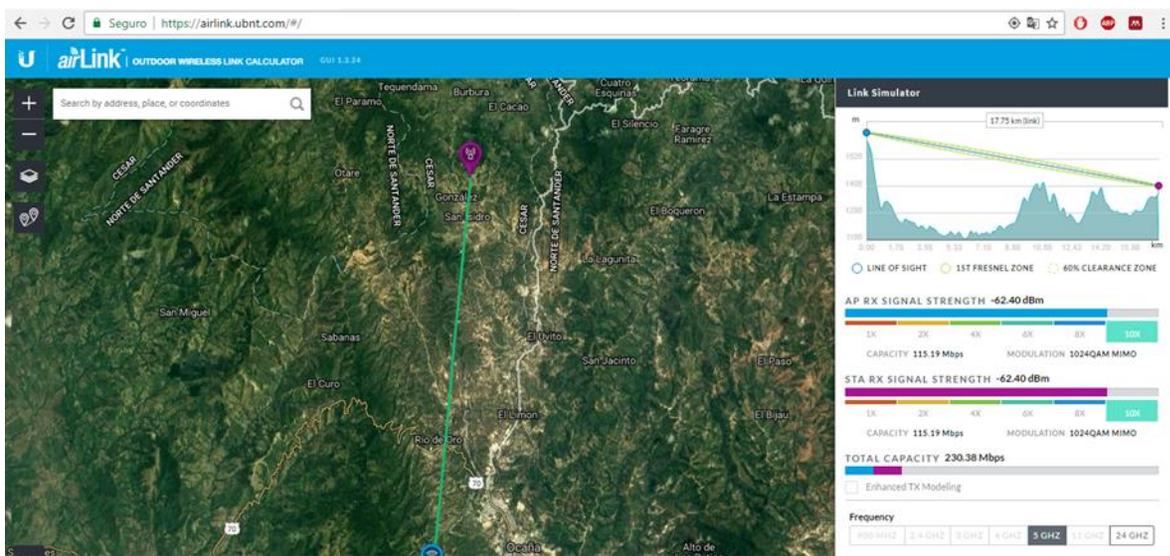


Figura 21. Perfil Topográfico radio enlace 4
Nota Fuente. Autor del proyecto

2.6 Topología backbone

Se propone la topología extendida en el estudio ya que es la que más se ajusta a los radioenlaces propuestos, cabe recordar que esta topología es igual a la topología en estrella solo que a diferencia de la topología en estrella en esta cada nodo puede ser el nodo principal de las demás maquinas. Teniendo en cuenta todo el análisis anterior podemos llegar a diseñar el siguiente esquema de backbone en frecuencia 5.8 GHz. En la siguiente figura se visualiza los cuatro radios enlaces.

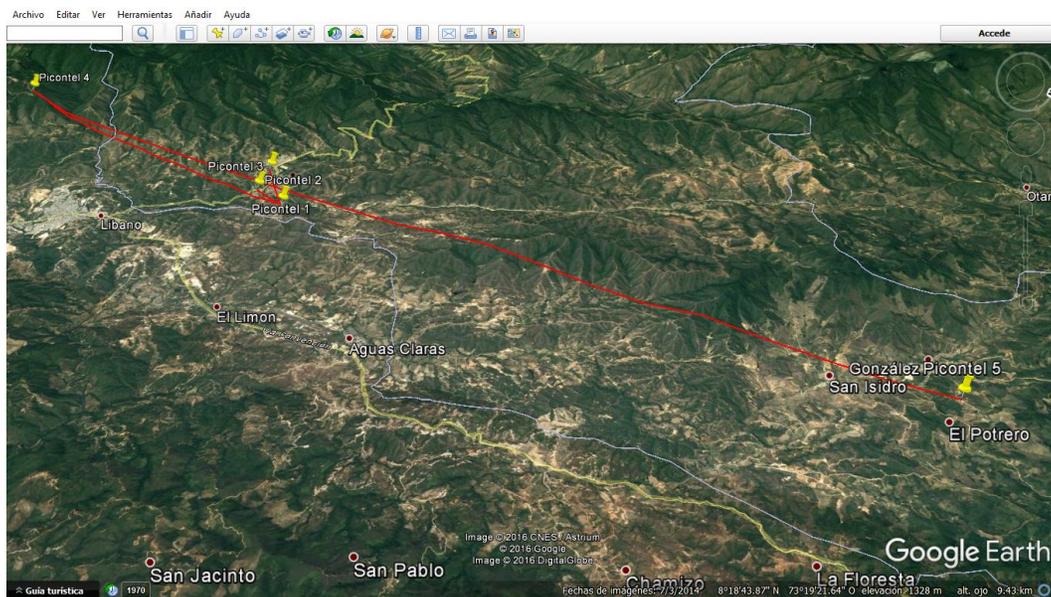


Figura 22. Diseño Geográfico de la ubicación de la torres de comunicaciones
Nota Fuente. Autor del proyecto

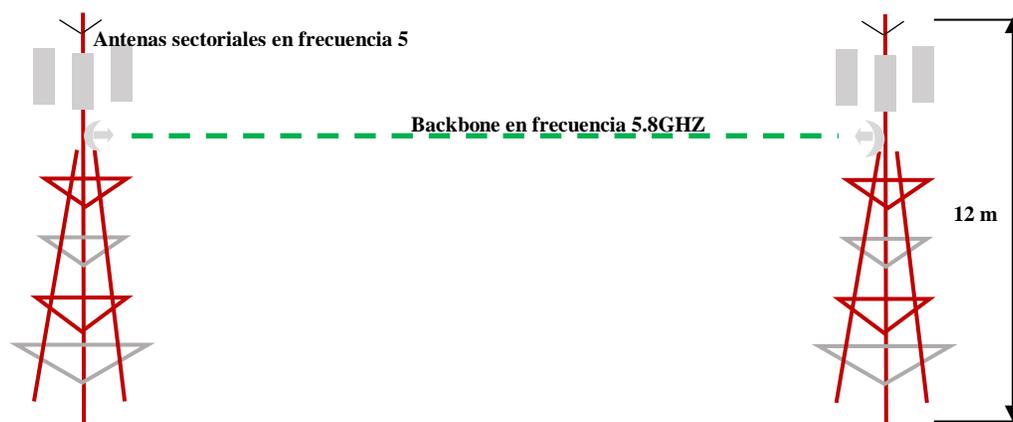


Figura 23. Diseño de las torres de comunicaciones

Nota Fuente. Director del proyecto

Las siguientes figuras permiten evidenciar la ubicación real de las torres existentes y futuras



Figura 24. Picontel 1

Nota Fuente. Autor del proyecto



Figura 25. Vista panorámica desde Picotel 1
Nota Fuente. Autor del proyecto



Figura 26. Picotel 2
Nota Fuente. Autor del proyecto



Figura 27. Vista panorámica desde Picontel 2
Nota Fuente. Autor del proyecto



Figura 28. Torre alquilada por Picontel
Nota Fuente. Autor del proyecto



Figura 29. Panorámica desde Pueblo Nuevo
Nota Fuente. Autor del proyecto



Figura 30. Sitio donde estará ubicada la torre futura de Picontel “González”
Nota Fuente. Autor del proyecto



Figura 31. Panorámica desde Pueblo Nuevo
Nota Fuente. Autor del proyecto

Capítulo 3. Esquema de Direccionamiento IPv6

3.1 Direccionamiento IPV6

IPv6 (Internet Protocol Version 6) o IPng (Next Generation Internet Protocol) es la nueva versión del protocolo IP (Internet Protocol). Ha sido diseñado por el IETF (Internet Engineering Task Force) para reemplazar en forma gradual a la versión actual, el IPv4. (Comunidad de soporte tecnico de Apple, 2015)

Ipv6 ha estado en desarrollo desde mediados de los 90 y durante varios años.se había anunciado al principio como el protocolo que podría expandir el direccionamiento IP y finalmente ser capaz de incorporar seguridad a nivel de capa 3. Estas afirmaciones son correctas pero hay que tener en cuenta que a nivel de capa 3 esas capacidades de IPV6 han sido aportadas a IPv4 en los pasados años. Actualmente las direcciones IPv4 son escasa y la mayor razón en Internet para evolucionar a IPv6 es la necesidad de un mayor direccionamiento.

(<http://www.rau.edu.uy>, s.f.)

Esta necesidad de direccionamiento IP podría ser atenuado intentando utilizar asignaciones temporales a través de DHCP, pero teniendo sistemas intermedios manipulando los paquetes complican el diseño y la resolución de problemas. El concepto del diseño de internet con innumerables sistemas intermedios no hace que NAT trabaje adecuadamente, sin embargo es un mal necesario.

La longitud de una dirección IPv6 es lo primero que sale a reducir, son 128 bit lo que hace 2^{128} direcciones IPv6 disponibles. Varias de estas direcciones dan funciones especiales y están

reservadas pero aun así quedarías disponibles aproximadamente 5×10^{28} direcciones IP por cada habitante del planeta. Lo que permite que el direccionamiento pueda crecer sin preocupaciones en contraposiciones al direccionamiento IPv4 cuya cantidad está limitada a 2^{32} .

En IPv6 se utiliza una cabecera más simplificada que IPv4 haciendo que el procedimiento sea más eficiente, permitiendo un mecanismo más flexible y a su vez extensible a otras características.

3.2 Formato del Direccionamiento IPv6

La primera diferencia respecto a IPv4 es que las direcciones IPv6 son de 128 bit y están representadas en un formato hexadecimal en lugar de la notación decimal tradicional y separa cada parte por dos puntos en lugar de uno. Teniendo de esta forma 8 partes de 16 bits cada uno. Como cada dígito hexadecimal se asocia a 4 bits, cada campo de 16 bits será de 4 dígitos hexadecimales. (<http://www.rau.edu.uy>, s.f.)

Un ejemplo de direccionamiento IPv6 puede ser el siguiente

2001:0000:0001:0002:0000:0000:0000:ABCD

Esta formato se puede reducir hasta de optimizar la lectura para su compresión. Hay dos formas para conseguir simplificar tanta cantidad de números.

Todos los 0 a la izquierda de cada uno de los campos puede ser omitido

2001:0:1:2:0:0:0:ABCD

Se puede omitir los campos consecutivos de 0 con “::” independientemente de la cantidad de campos que se abrevie. Este mecanismo solo se puede hacer una vez debido a que luego no se podría reestructurar la cantidad de campos exactamente como eran (<http://www.rau.edu.uy>, s.f.)

2001:0:1:2::ABCD

3.2.1 Características Principales

Mayor espacio de direcciones. El tamaño de las direcciones IP cambia de 32 bits a 128 bits, para soportar: más niveles de jerarquías de direccionamiento y más nodos direccionables. (<http://www.rau.edu.uy>, s.f.)

Simplificación del formato del Header. Algunos campos del header IPv4 se quitan o se hacen opcionales. (<http://www.rau.edu.uy>, s.f.)

Paquetes IP eficientes y extensibles, sin que haya fragmentación en los routers, alineados a 64 bits y con una cabecera de longitud fija, más simple, que agiliza su procesamiento por parte del router. (<http://www.rau.edu.uy>, s.f.)

Posibilidad de paquetes con carga útil (datos) de más de 65.355 bytes.

Seguridad en el núcleo del protocolo (IPsec). El soporte de IPsec es un requerimiento del protocolo IPv6.

Capacidad de etiquetas de flujo. Puede ser usada por un nodo origen para etiquetar paquetes pertenecientes a un flujo (flow) de tráfico particular, que requieren manejo especial por

los routers IPv6, tal como calidad de servicio no por defecto o servicios de tiempo real. Por ejemplo video conferencia.

Autoconfiguración: la autoconfiguración de direcciones es mas simple. Especialmente en direcciones Aggregatable Global Unicast, los 64 bits superiores son seteados por un mensaje desde el router (Router Advertisement) y los 64 bits mas bajos son seteados con la dirección MAC (en formato EUI-64). En este caso, el largo del prefijo de la subred es 64, por lo que no hay que preocuparse más por la máscara de red. Además el largo del prefijo no depende en el número de los hosts por lo tanto la asignación es más simple. (<http://www.rau.edu.uy>, s.f.)

Características de movilidad, la posibilidad de que un nodo mantenga la misma dirección IP, a pesar de su movilidad.

Ruteo más eficiente en el backbone de la red, debido a la jerarquía de direccionamiento basada en aggregation.

3.3 Prefijos

Los primeros 48 bits de una dirección IPv6 componen la direcciones de red, dicho de otra forma, los primeros 3 grupos de la direcciones. Por lo general, los ISP asignan una dirección de red, la cual sub-dividirán entre todos sus clientes.

Los siguientes 16 bits o el cuarto grupo de caracteres hexadecimales conforman las direcciones de subredes. Esto hace que IPv6 sea mucho más eficiente a nivel de comunicaciones, puesto que la dirección contiene la información de origen y destino sin necesidad de hacer cálculos para averiguar o tener que modificar la información transmitida.

La dirección única del dispositivo representa los últimos 64 bits de la dirección, o los últimos 4 grupos. Este es el identificador único del dispositivo. Algunos dispositivos utilizan la propia dirección física (MAC).

Es posible combinar el prefijo de red y el identificador de la interfaz en una sola notación. La representación de prefijo de red en IPv6 es similar a la notación utilizada en CIDR para los prefijos IPv4, es decir dirección-IPv6/longitud-del-prefijo-en-bits.

Se permite el uso de formatos abreviados con “::”

2001:0DB8:7654:3210:0000:0000:0000:0000/64

Se permite el uso de formatos abreviados con “::”

2001:DB8:7654:3210:0:0:0:0/64

2001:DB8:7654:3210::/64

Por lo tanto direcciones IPv6 indican que el prefijo de red está constituido por los primeros 64 bits.

No existen reglas para la asignación de identificadores de subred (SID) dentro de un sitio. Se puede utilizar varios métodos como por ejemplo:

Enumerar de forma incremental las subredes: 001, 002, ... esta técnica es fácil de implementar en las redes experimentales, pero puede dar lugar a un esquema de direccionamiento plano, difícil de recortar.

Utilizar el número de VLAN. Permite no tener que memorizar múltiples niveles de numeración.

Separar los tipos de redes y utilizar las cifras a la izquierda para designarlos. Esta técnica facilita las reglas de filtrado las reglas de filtrado, utilizando al mismo tiempo reglas adecuadas para la gestión de estas subredes e al segmento del lado derecho.

3.4 Tipos de Direccinamineto Ipv6

IPv6 reconoce tres tipos de direcciones: unicast, multicast y anycast. El tipo de direcciones define el destino de la comunicación, es decir, a cuantos receptores debe ser entregado el paquete.

El primero de este tipo, la direcciones unicast, identifica de manera única una interfaz. Un paquete enviado a ese tipo de dirección será entregado a la interfaz correspondiente. Entre las direcciones unicast se puede distinguir aquellas que tienen una cobertura global, es decir, designan sin ambigüedad un destinatario sobre internet y las que tienen cobertura local. Estas últimas no pueden ser enrutadas sobre internet. Es decir, un paquete que tenga una dirección destino con cobertura local, será ignorado y eliminado por un router de internet.

Una dirección multicast designa a un grupo de interfaces que pretenden, en general, a nodos distintos que ubicarse en cualquier parte de internet. Cuando un paquete tiene una dirección destino multicast, este se envía por la red a todos las interfaces miembro de ese grupo.

Cabe resaltar que desaparecen las direcciones de broadcast (difusión) que existían en IPv4; estas son remplazadas por direcciones tipo multicast las direcciones de difusión puede ser

imitada por una direcciones multicast constituyendo un grupo que incluya a todos los nodos. La ausencia de direcciones de difusión envía los problemas de saturación en las redes locales conmutadas. Por este motivo una dirección IPv6 tiene un mejor desempeño sobre este tipo de redes.

El último tipo de direcciones, anycast se deriva de la oficialización de propuestas hechas por IPv4. Como en el caso de multicast una dirección de tipo anycast designa un grupo de interfaces. La principal diferencia consiste en que cuando un paquete tiene una dirección destino anycast este es enviado a alguno de los miembros del grupo, no a todos. El receptor del paquete podría ser, por ejemplo, el más cercano de acuerdo a la métrica de usada por los protocolos de enrutamiento este tipo de direcciones es principalmente experimental.

3.4.1 Global-Unicast

La escalabilidad de la red es sumamente importante, es directamente proporcional a la capacidad de sumarización que tiene la red. Tal como ocurre con IPv4 los bits a la izquierda indican el prefijo de enrutamiento. Teóricamente existen 2^{64} prefijos IPv6. Si cada prefijo fuera almacenado en la memoria del router utilizando 256 bits (32 bytes), entonces la tabla de enrutamiento realizaría 5.9×10^{20} bytes, lo cual es demasiado.

Los primeros 48 bits de la dirección global IPv6 son utilizadas para enrutamiento en internet en el ISP. Los siguientes 16 bits forman el sub-net ID permitiendo así a una empresa subdividir su red.

IANA está signando direcciones que comienzan con el valor binario 001 o en hexadecimal 2000::/3 este direccionamiento esta designado para direcciones globales IPv6 unicast. Este es

una octava parte del espacio total de direcciones IPv6. IANA utiliza el rango 2001::/16 para registros que normalmente tiene un rango /23 y asigna un rango /32 a los ISP. (Ariganello, 2014)

Por ejemplo un IPS podría disponer a una organización de la siguiente direcciones 2001:0:1AB::/48. En una red 5 el prefijo seria 2001:0:1:AB:5::/64 en un dispositivo con una MAC 00-0F-66-81-19-a3,el formato EUI-64 de l interfaz ID será 020F:66FF:FE81:19^a3. Finalmente la dirección IPv6 completa será 2001:0:1AB:5:20F:66FF:FE81:19^a3.

3.4.2 Link-Local

Las direcciones unicast de IPv6 locales (link-local) perimirte a dispositivos que estén en la misma red local ser capaces de comunicarse sin necesidad de asignación de una dirección global. Las direcciones locales son utilizadas para el enrutamiento y por los procesos de descubrimiento entre protocolos.

Por ejemplo una MAC 00-0f-66-81-19-a3 tendrá una dirección IPv6 local FE80::020F:66FF:FE81:19a3.

La RFC 4291 especifica otro tipo de direcciones unicast las direcciones IPv4 son mapeadas a IPv6 concatenado la dirección 0::FFFF:0:0/96 con una determinada dirección IPv4, por ejemplo la dirección 10.0.0.1 se convierte en direcciones 0::FFFF:A00:1, debido a que 10.0.0.1 es en hexadecimal 0A00:0001. Estas utilizan ambos tipos de direccionamiento. (Forouzan, 2007)

3.4.3 Unique-Local

El RFC 4193 define un nuevo formato de direcciones unicast: las direcciones locales únicas. Estas direcciones son para el uso local no están pensadas para ser enrutadas en internet,

sino dentro de un área acotada, como un sitio o un número limitado de sitios. Con un prefijo de 48 bits pueden ser manipuladas como las direcciones globales con un identificador de subred de 16 bits y un identificador de interfaz de 64 bits. (Forouzan, 2007)

Las direcciones locales única se cran utilizando un identificador global generado de forma pseudo-aleatorio etas direcciones tiene el formato siguiente:

- 1.prefix (7 bits): FC00::/7 prefijo para identificar Ipv6 locales (ULA)
2. L (1 bits)´puesto a 1 el prefijo es asignado localmente, el valor 0 esta reservado para usos futuros
- 3.Global ID (40 bits) identificador global utilizado para la creación de in prefijo “unico”(globally unique prefix)
- 4 subnet ID (64 bits) identificado de subred al interior del sitio
- 5 interface ID (64 bits): identificador de interfaz tal como esta definido el identificador en edificador interfaz

3.4.4 Multicast

Una dirección de multicast identifica un grupo de interfaces, el trafico enviado al grupo llega a todas estas interfaces estas puede a su vez pertenecer a varios grupos multicast simultáneamente cada interfaz puede reconocer varias direcciones de multicast incluyendo la dirección all-modes, la dirección solicited-nodes o cualquier otra dirección a la que el nodo pertenecía. Los routers deben ser capaces de reconocer la direcciones all-routers.

(<http://www.rau.edu.uy>, s.f.)

Los 4 bits después de las banderas indican el ámbito de la dirección limitada cuán lejos esta dirección multicast es capaz de llegar en Ipv4 se utiliza el TTL para poder efectuar esta tarea pero no es un mecanismo exacto debido a que la distancia permitida por TTL puede ser demasiado larga en una dirección y demasiado corta en otra el ámbito en Ipv6 es lo suficientemente flexible como para limitar multicas en un sitio o en una empresa determinada. (<http://www.rau.edu.uy>, s.f.)

3.4.5 Anycast

Una dirección de este tipo es una dirección global que esta signada a dos o más host. Los dispositivos enrutan hacia la dirección más cercana utilizando la métrica proporcionada por el protocolo de enrutamiento. (<http://www.rau.edu.uy>, s.f.)

Las direcciones anycast son creadas asignado la misma dirección o más de un dispositivo. No existe un espacio de direccionamiento asignado para anycast los dispositivos que emplearán este tipo de direcciones deben ser explícitamente configuradas y tienen que saber que la dirección es de anycast. (<http://www.rau.edu.uy>, s.f.)

Todos los router tiene que soportar la direcciones anycast subnet-router para las subredes en la cuales tienen interfaces estas direcciones son la direccion de unicast con la porción de interfaz ID puestas en 0. Los paquetes enviado a las direcciones anycast subnet-router serán entregadas a un router especifico en la subred. (<http://www.rau.edu.uy>, s.f.)

3.5 Transición de IPV4 a IPV6

Muchos de los actuales dispositivos de red requieren que su funcionalidad la utilización he implementación de Ipv6 sin embargo y por diferentes razones muchas empresas no pueden

cambiar fácilmente de IPv4 a IPv6, este proceso de migración puede llevar un largo periodo de cambios y transformaciones por lo que en esta fase pueden coexistir ambas versiones de IP.

(<http://www.rau.edu.uy>, s.f.)

3.5.1 Dual Stack

Con este mecanismo es posible ejecutar Ipv4 e Ipv6 a la vez sin comunicación entre ambas versiones. Los host y los router llevan configuraciones de las dos versiones de IP y utilizan independientemente una u otra según los recursos que se quieren alcanzar. Si un recurso en concreto proporciona ambas versiones sería conveniente utilizar Ipv6 para alcanzarlo.

(<http://www.rau.edu.uy>, s.f.)

Este mecanismo de dualidad permite a los servidores, clientes y aplicaciones moverse gradualmente hacia el nuevo protocolo provocando in mínimo impacto durante el proceso de transición a Ipv6. (<http://www.rau.edu.uy>, s.f.)

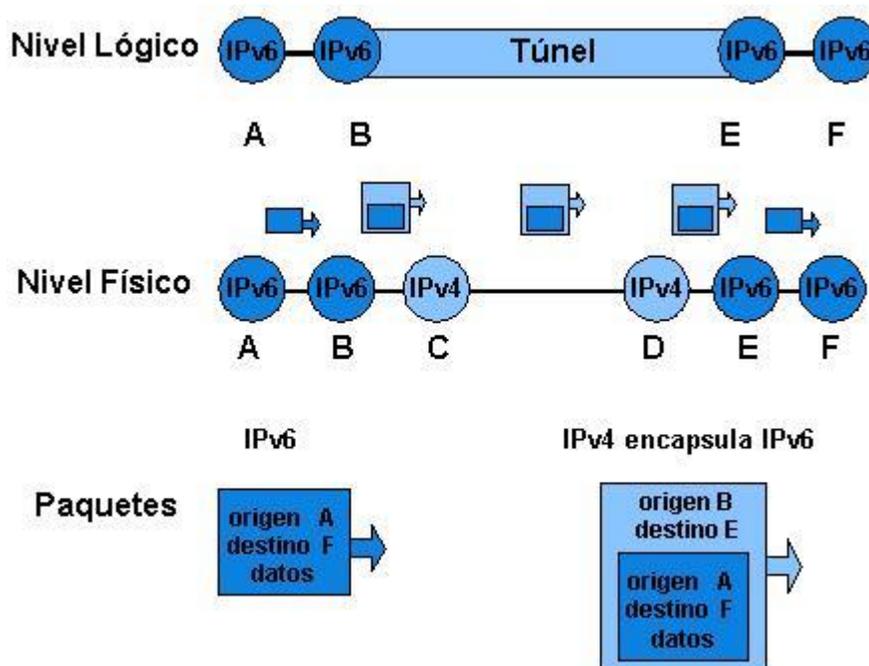
La mayor desventaja de esta tecnología es que requiere que todo el equipamiento soporte ambos protocolos, lo cual no es la situación real. (<http://www.rau.edu.uy>, s.f.)

3.5.2 Túneles

El mecanismo que proporciona dual stack funciona correctamente siempre y cuando la infraestructura pueda soportar los dos protocolos, pero hay casos en los que los dispositivos soportar Ipv4, como por ejemplo en equipos de core. Hasta que estos equipos sean actualizados debe utilizar otro tipo de técnica que pueda ejecutar Ipv6 a través de Ipv4.

(<http://www.rau.edu.uy>, s.f.)

Utilizando túneles los router que están ejecutando a la vez IPv4 e IPv6 encapsularan el trafico IPv6 dentro de paquetes IPv4 el origen de los paquetes IPv4 es el propio router local y el destino será el router en el extremo del túnel, cuando el router destino reciba el paquete IPv4 lo des encapsula y hacen un reenvío del trafico IPv6 que esta encapsulado. (<http://www.rau.edu.uy>, s.f.)



En la actualidad internet es básicamente una red IPV4 con lagunas islas IPv6 por lo tanto lo más frecuente es que el trafico IPv6 viaje encapsulado en paquetes IPv4.

Los siguientes son algunos de los tipos de túneles más comunes

Configuración manual: el túnel se crea manualmente, IPV6 es el protocolo de pasajero siendo IPv4 el encargado de encapsular y transportar a IPv6

6-to-4: permite tráfico IPv6 sobre una red IPv4 sin la necesidad de configurar túneles de forma explícita, aunque se mantiene la función de encapsulamiento de IPv6 en IPv4 los túneles 6-to-4 utilizan direcciones IPv6 que alcanzan las direcciones 2002::/16 con la dirección IPv4 de 32 bits del router borde creando un prefijo de 48 bits.

Teredo: encapsulan paquetes IPv6 en segmentos IPV4 UDP y trabajan de manera similar a los otros mecanismos anteriores con el agregado de poder atravesar redes que están utilizando NAT y firewall. La RFC 4380 describe el funcionamiento de este mecanismo.

ISATAP (intra-site automatic túnel addressing protocol) trata la red como una NBMA de IPv4 y permite a la red privada IPv4 implementar incrementalmente IPv6 sin utilizar la red. La RFC 4214 describe el funcionamiento de ISATAP.

3.5.3 Traducción

El problema del mecanismo de túneles, ya sea manual o automático, es que termina siendo una solución del tipo dual stack, los clientes IPv6 tiene que seguir soportando IPv4 para conectar con otro dispositivos IPV4.la traducción de direcciones es un tipo de solución diferente que permite a dispositivos IPv6 comunicarse con dispositivos IPV4 sin necesidad de dependencia de dual stack.

Algunas de las técnicas de traducción más empleados son

SIT (stateless IP/ICMP translation): realiza traducción de encabezados IPv6 a IPv4 y viceversa

NAT64: mecanismo que permite a los host IPv6 comunicarse en los host IPv4. Puede implementarse en modo stateless según la RFC 6145 o la RFC 6146

STATELESS NAT64: mecanismo de translación de direcciones IPv6 a IPv4 pero garantizando correspondencia 1 a 1 en lugar de utilizar correspondencia 1 a muchos como en la NAT stateful.

Los dominios de enrutamiento IPv4 e IPv6 también puede estar conectados atreves de un proxy intersecta tráfico y lo convierte al protocolo correspondiente. Un ALG independiente será necesario para soportar cada protocolo, de esta manera este método solo solución algunos problemas específicos de la traducción de las direcciones

De acuerdo a estas premisas proponemos el siguiente direccionamiento IPv6.

Tabla 11.

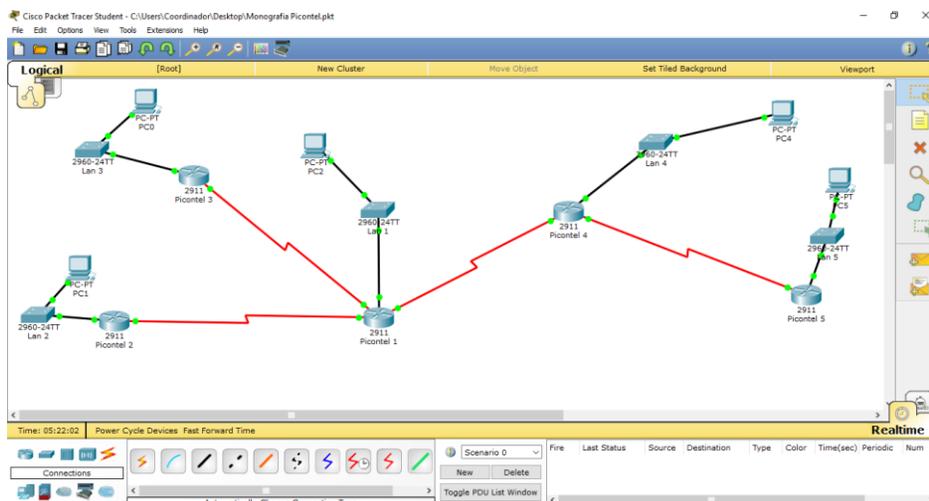
Direccionamiento propuesto

Nodos	Equipo CISCO	Interface	Dirección	Cantidad clientes
Picotel 1	Router 2911	G0/0	2001:db8:cafe:1::1/121	100
		S0/0/0	2001:db8:cafe:6::0/127	
		S0/0/1	2001:db8:cafe:7::0/127	
		S0/1/0	2001:db8:cafe:8::0/127	
Picotel 2	Router 2911	G0/0	2001:db8:cafe:2::1/122	50
		S0/0/0	2001:db8:cafe:6::1/127	
Picotel 3	Router 2911	G0/0	2001:db8:cafe:3::1/121	100
		S0/0/0	2001:db8:cafe:7::1/127	
Picotel 4	Router 2911	G0/0	2001:db8:cafe:4::1/121	100
		S0/0/0	2001:db8:cafe:8::1/127	
		S0/0/1	2001:db8:cafe:9::0/127	
Picotel 5	Router 2911	G0/0	2001:db8:cafe:2::1/121	100

		S0/0/0	2001:db8:cafe:9::1/127	
--	--	---------------	-------------------------------	--

Nota Fuente. Autor del proyecto

3.6 Configuración de los router de cada torre de comunicaciones en IPv6



Nodo Picontel 1

```

Router>enable
Router#configure terminal
Router(config)#hostname Picontel01
Picontel01 (config)#ipv6 unicast-routing
Picontel01 (config)#interface gigabitEthernet 0/0
Picontel01 (config-if)#ipv6 address 2001:db8:cafe:1::1/121
Picontel01 (config-if)#no shutdown
Picontel01 (config-if)#exit
Picontel01 (config)#interface serial 0/0/0
Picontel01 (config-if)#ipv6 address 2001:db8:cafe:6::0/127
Picontel01 (config-if)#no shutdown
Picontel01 (config)#interface serial 0/0/1
Picontel01 (config-if)#ipv6 address 2001:db8:cafe:7::0/127
Picontel01 (config-if)#no shutdown
Picontel01 (config-if)#exit
Picontel01 (config)#interface serial 0/1/0
Picontel01 (config-if)#ipv6 address 2001:db8:cafe:8::0/127
Picontel01 (config-if)#no shutdown
Picontel01 (config-if)#exit
Picontel01 (config)#ipv6 unicast-routing
Picontel01 (config)#ipv6 router rip PICONTEL
Picontel01 (config-rtr)#interface gigabitEthernet 0/0
Picontel01 (config-if)#ipv6 rip PICONTEL enable

```

```

Picontel01(config-if)#interface serial 0/0/0
Picontel01(config-if)#ipv6 rip PICONTEL enable
Picontel01(config-if)#interface serial 0/0/1
Picontel01(config-if)#ipv6 rip PICONTEL enable
Picontel01(config-if)#interface serial 0/1/0
Picontel01(config-if)#exit
Picontel01(config)#exit
Picontel01#wr
Building configuration...
[OK]
Picontel01#

```

Nodo Picontel 02

```

Router>enable
Router#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#hostname Picontel02
Picontel02(config)#ipv6 unicast-routing
Picontel02(config)#interface gi
Picontel02(config)#interface gigabitEthernet 0/0
Picontel02(config-if)#ipv6 address 2001:db8:cafe:2::1/122
Picontel02(config-if)#no shutdown
Picontel02(config-if)#exit
Picontel02(config)#interface serial 0/0/0
Picontel02(config-if)#ipv6 address 2001:db8:cafe:6::1/127
Picontel02(config-if)#no shutdown
Picontel02(config-if)#exit
Picontel02(config)#ipv6 unicast-routing
Picontel02(config)#ipv6 router rip PICONTEL
Picontel02(config-rtr)#interface gigabitethernet 0/0
Picontel02(config-if)#ipv6 rip PICONTEL enable
Picontel02(config-if)#interface serial 0/0/0
Picontel02(config)#exit
Picontel02#wr
Building configuration...
[OK]

```

Nodo Picontel 03

```

Router>enable
Router#configure terminal
Router(config)#hostname Picontel03
Picontel03(config)#ipv6 unicast-routing
Picontel03(config)#interface gigabitEthernet 0/0
Picontel03(config-if)#ipv6 address 2001:db8:cafe:3::1/121
Picontel03(config-if)#no shutdown

```

```
Picontel03(config-if)#exit
Picontel03(config)#interface serial 0/0/0
Picontel03(config-if)#ipv6 address 2001:db8:cafe:7::1/127
Picontel03(config-if)#no shutdown
Picontel03(config-if)#exit
Picontel03(config)#ipv6 unicast-routing
Picontel03(config)#ipv6 router rip PICONTEL
Picontel03(config-rtr)#interface gigabitethernet 0/0
Picontel03(config-if)#ipv6 rip PICONTEL enable
Picontel03(config-if)#interface serial 0/0/0
Picontel03(config-if)#exit
Picontel03(config)#exit
Picontel03#wr
Building configuration...
[OK]
Picontel03#
```

Nodo Picontel 04

```
Router>enable
Router#configure terminal
Router(config)#hostname Picontel04
Picontel04(config)#ipv6 unicast-routing
Picontel04(config)#interface gigabitEthernet 0/0
Picontel04(config-if)#ipv6 address 2001:db8:cafe:4::1/121
Picontel04(config-if)#no shutdown
Picontel04(config-if)#exit
Picontel04(config)#interface serial 0/0/0
Picontel04(config-if)#ipv6 address 2001:db8:cafe:8::1/127
Picontel04(config-if)#no shutdown
Picontel04(config)#interface serial 0/0/1
Picontel04(config-if)#ipv6 address 2001:db8:cafe:9::0/127
Picontel04(config-if)#no shutdown
Picontel04(config-if)#exit
Picontel04(config)#ipv6 unicast-routing
Picontel04(config)#ipv6 router rip PICONTEL
Picontel04(config-rtr)#interface gigabitethernet 0/0
Picontel04(config-if)#ipv6 rip PICONTEL enable
Picontel04(config-if)#interface serial 0/0/0
Picontel04(config-if)#ipv6 rip PICONTEL enable
Picontel04(config-if)#interface serial 0/0/1
Picontel04(config-if)#exit
Picontel04(config)#exit
Picontel04#wr
Building configuration...
[OK]
```

Picontel04#

Nodo Picontel 05

```
Router>enable
Router#configure terminal
Router(config)#hostname Picontel05
Picontel05(config)#ipv6 unicast-routing
Picontel05(config)#interface gigabitEthernet 0/0
Picontel05(config-if)#ipv6 address 2001:db8:cafe:2::1/121
Picontel05(config-if)#no shutdown
Picontel05(config-if)#exit
Picontel05(config)#interface serial 0/0/0
Picontel05(config-if)#ipv6 address 2001:db8:cafe:9::1/127
Picontel05(config-if)#no shutdown
Picontel05(config-if)#exit
Picontel05(config)#ipv6 unicast-routing
Picontel05(config)#ipv6 router rip PICONTEL
Picontel05(config-rtr)#interface gigabitethernet 0/0
Picontel05(config-if)#ipv6 rip PICONTEL enable
Picontel05(config-if)#interface serial 0/0/0
Picontel05(config-if)#exit
Picontel05(config)#exit
Picontel05#wr
Building configuration...
[OK]
Picontel05#
```

Conclusiones

A través del curso de profundización ofrecido por la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña soportado por el laboratorio de redes y telecomunicaciones, se adquirió diferentes competencias enmarcadas en un contexto teórico práctico aplicable a este tipo de situaciones bajo estándares emergentes como IPv6.

El contar con este tipo de cursos de profundización favorece a los alumnos de nuestra universidad ya que podemos aplicar de manera práctica los conocimientos adquiridos durante el curso.

A través del laboratorio de redes y telecomunicaciones de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña se pudo realizar la configuración en IPv6 de los nodos que posteriormente se implementarán en la empresa Picontel.

Mediante el estudio se pudo identificar los puntos estratégicos para que la empresa Picontel SAS, pueda realizar el backbone y llegar al municipio del Cesar más específicamente el municipio del González

Gracias a este estudio se pudo determinar que es viable crear la propia infraestructura para realizar los radio enlaces, cabe aclarar que unos de los socios de la empresa cuenta con un taller de infraestructura metálicas lo que implicaría una reducción en los gastos en la implementación de las torres de comunicaciones.

Referencias

Ariganello. (2014). *Capítulo 1: Introducción a escalamiento de redes 1.0.1.1 Introducción.*

Recuperado el 18 de Mayo de 2017, de
https://julioestrepo.files.wordpress.com/2015/03/pdf_ccna3_v5.pdf

Comunidad de soporte tecnico de Apple. (2015). Recuperado el 18 de Mayo de 2017, de

<https://communities.apple.com/es/welcome>

Forouzan, B. (2007). *“Transmisión de datos y redes de comunicaciones”*. Madrid, España.

Recuperado el 15 de Mayo de 2017

<http://www.cisco.com>. (s.f.). Recuperado el 15 de Febrero de 2017, de

http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/collaboration-endpoints/unified-ip-phone-7900-series/product_data_sheet0900aecd8031c844.html

<http://www.rau.edu.uy>. (s.f.). Recuperado el 18 de Mayo de 2017, de Universidad de la

Republica: <http://www.rau.edu.uy/ipv6/queesipv6.htm>

www.cdim.esap.edu.co. (s.f.). Recuperado el 15 de Febrero de 2017, de Río de Oro: UN

PROYECTO

PRODUCTIVO:

[http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/pd%20-](http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/pd%20-%20r%C3%ADo%20de%20oro%20-%20cesar%20-%20caracterizacion%20del%20municipio%20(4%20p%C3%A1g.%20-%2062%20kb).pdf)

[%20r%C3%ADo%20de%20oro%20-%20cesar%20-](http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/pd%20-%20r%C3%ADo%20de%20oro%20-%20cesar%20-%20caracterizacion%20del%20municipio%20(4%20p%C3%A1g.%20-%2062%20kb).pdf)

[%20caracterizacion%20del%20municipio%20\(4%20p%C3%A1g.%20-](http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/pd%20-%20r%C3%ADo%20de%20oro%20-%20cesar%20-%20caracterizacion%20del%20municipio%20(4%20p%C3%A1g.%20-%2062%20kb).pdf)

[%2062%20kb\).pdf](http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/pd%20-%20r%C3%ADo%20de%20oro%20-%20cesar%20-%20caracterizacion%20del%20municipio%20(4%20p%C3%A1g.%20-%2062%20kb).pdf)

www.wifisafe.com. (s.f.). Recuperado el 15 de Febrero de 2017, de ¿Qué es y para qué sirve una

antena ?: <https://www.wifisafe.com/blog/antenas/>

Apéndices

Apéndice A. Adjunto en formato PDF