

**PLAN DE NEGOCIOS PARA LA CREACIÓN DE UNA EMPRESA
PROVEEDORA DE SERVICIOS DE INTERNET INALÁMBRICO EN LOS
MUNICIPIOS DE MANZANARES, MARQUETALIA Y PENSILVANIA EN EL
DEPARTAMENTO DE CALDAS**

RICARDO ANDRÉS RAMIREZ BEDOYA

**FUNDACIÓN UNIVERSITARIA SAN MARTÍN
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
BOGOTÁ
2011- 2**

**PLAN DE NEGOCIOS PARA LA CREACIÓN DE UNA EMPRESA
PROVEEDORA DE SERVICIOS DE INTERNET INALÁMBRICO EN LOS
MUNICIPIOS DE MANZANARES, MARQUETALIA Y PENSILVANIA EN EL
DEPARTAMENTO DE CALDAS**

**RICARDO ANDRÉS RAMIREZ BEDOYA
CD. 021129
RICARRDOA58@HOTMAIL.COM**

MONOGRAFÍA

**ASESOR TÉCNICO
JORGE ALBERTO ARÉVALO ALDANA
GRUPO DE TRABAJO
REDES ADHOC**

**FUNDACIÓN UNIVERSITARIA SAN MARTÍN
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
BOGOTÁ
2011- 2**

Nota de aceptación

**Nombre Asesor Técnico
Asesor**

**Nombre Jurado 1
Jurado 1**

**Nombre Jurado 2
Jurado 2**

Bogotá, Noviembre de 2011

AGRADECIMIENTOS

Agradezco inmensamente a dios, que me ha permitido llegar a este punto de mi vida para concluir un importante ciclo.

A mis padres Víctor Hugo Ramírez y Nelsy Esperanza Bedoya que me han apoyado y ayudado a cumplir mis metas, creyendo en mí, durante todo el proceso de aprendizaje que he tenido durante la carrera.

A mi hermana Diana Carolina Ramírez, que me apoyó durante todo el proceso de redacción de este documento.

A todo los docentes y personal administrativo de la universidad, que de una u otra forma han ayudado a que yo llegara hasta este punto.

A mi asesor técnico, Jorge Arévalo, que creyó en mí y me guió constantemente para hacer posible este documento.

A la Ingeniera Alejandra Barrios quien fue de gran ayuda para empezar a redactar este documento.

A los asesores metodológicos del ciclo de investigación Inés Garzón y Hans López, que ayudaron a que este documento se realizara correctamente.

A todos mis familiares que me apoyaron de una u otra forma y estuvieron pendientes de todo mi proceso en la universidad.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	14
1. PROBLEMA	15
2. JUSTIFICACIÓN	17
3. OBJETIVOS	19
3.1 OBJETIVO GENERAL	19
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
4. MARCO REFERENCIAL	20
4.1 MARCO CONCEPTUAL	20
4.1.1 Plan de negocios	20
4.1.2 Definición de proveedor de servicios de Internet inalámbrico.	22
4.1.3 Infraestructura de un proveedor de servicios de Internet	22
4.1.4 Servicios que presta un ISP	25
4.1.5 Calidad de servicio en los ISP (QoS)	27
4.2 MARCO TEÓRICO	28
4.2.1 Redes inalámbricas	28
4.3 MARCO LEGAL	35
4.4 ANTECEDENTES	39
4.5 ESTADO DEL ARTE	40

5.	LIMITACIONES Y ALCANCES	42
5.1	LIMITACIONES	42
5.2	ALCANCES	42
6.	DISEÑO METODOLÓGICO	43
6.1	FASES	43
7.	DESARROLLO	47
7.1	INVESTIGACIÓN DE MERCADO	47
7.1.1	Manzanares	48
7.1.2	Pensilvania	50
7.1.3	Marquetalia	51
7.1.4	Análisis de los posibles competidores en los 3 municipios.	53
7.1.5	Posibles proveedores de Internet banda ancha o dedicado.	54
7.2	ESTUDIO TÉCNICO, LEGAL Y DE INFRAESTRUCTURA	55
7.2.1	Estudio legal	55
7.2.2	Estudio técnico	59
7.3	DISEÑO DE LA PLATAFORMA TECNOLÓGICA	87
7.3.1	Diseño de red	87
7.3.2	Capacidad de la red	89
7.3.3	Equipos a utilizar	90
7.3.4	Calidad del servicio	91

7.3.5	Características eléctricas	93
7.4	DISEÑO DEL PLAN ESTRATÉGICO	96
7.4.1	Estructura organizacional	96
7.4.2	Objetivos y análisis competitivo de la empresa	99
7.4.3	Plan de acción para la puesta en marcha de la empresa	100
7.5	DISEÑO DEL PLAN DE MERCADEO	101
7.5.1	Definición de nombre, sigla y logo	101
7.5.2	Estrategia de lanzamiento CADCOM (Caldas Data Company)	102
7.6	ANÁLISIS FINANCIERO	105
7.6.1	Requerimientos y necesidades	105
7.6.2	Capital de trabajo	110
8.	PRUEBAS Y RESULTADOS	120
8.1	RESULTADO DE ENCUESTAS	120
8.1.1	Resultado encuestas realizadas en Manzanares	120
8.1.2	Resultado de encuestas realizadas en Pensilvania	122
8.1.3	Resultado de encuestas en Marquetalia	123
8.1.4	Comparación de encuestas en los 3 municipios.	125
8.2	SIMULACIÓN DE ENLACES TRONCALES	128
9.	CONCLUSIONES	133
10.	RECOMENDACIONES	135

GLOSARIO	136
BIBLIOGRAFÍA	138

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Modificaciones del estándar 802.11	29
Tabla 2. Rangos y velocidades del estándar 802.11a	30
Tabla 3. Rangos de distancias y velocidades del estándar 802.11b	31
Tabla 4. Distancias y velocidades que alcanza el estándar 802.11g	31
Tabla 5. Comparación de tasas de transferencia de los estándares 802.11.	32
Tabla 6. Comparativa entre WIMAX y el estándar IEEE 802.11	33
Tabla 7. Topología de redes inalámbricas	33
Tabla 8. Requisitos para inscripción en el registro mercantil.	37
Tabla 9. Precios planes Internet móvil Comcel	53
Tabla 10. Valores líneas de Internet Media Commerce	55
Tabla 11. Valor de contraprestaciones a título secundario	58
Tabla 12. Especificaciones técnicas tarjeta de radio XR5	72
Tabla 13. Características técnicas de la RB800	78
Tabla 14. Especificaciones técnicas de la tarjeta de radio SR71-15	79
Tabla 15. Especificaciones técnicas del Groove A-5Hn	82
Tabla 16. Especificaciones técnicas de la Ubiquiti Rocket M2	85
Tabla 17. Características de planes a ofrecer	89
Tabla 18. Consumo de potencia de equipos	93
Tabla 19. Análisis DOFA	99
Tabla 20. Precios equipos red troncal	105
Tabla 21. Salarios por cargo	107
Tabla 22. Presupuesto mobiliario y herramienta.	108
Tabla 23. Precios campaña publicitaria	110
Tabla 24. Capital de trabajo	111
Tabla 25. Equipos clientes y materiales para instalaciones	112
Tabla 26. Presupuesto de inversión.	113
Tabla 27. Flujo de efectivo inversionista primer año	114
Tabla 28. Flujo de caja inversionista año a año	114
Tabla 29. Presupuesto de ventas en un año.	116
Tabla 30. Flujo de caja primer año	118

LISTA DE FIGURAS

pág.

Figura 1. Niveles Jerárquicos de Interconexión	23
Figura 2. Estructura física de un WISP	25
Figura 3. Enlaces inalámbricos	34
Figura 4. Foto de manzanas tomada desde el cerro de la cruz.	48
Figura 5. Foto de Pensilvania Caldas tomada desde el aire.	50
Figura 6. Foto de Marquetalia tomada desde cafetal.	52
Figura 7. Fotografía tomada desde el suroccidente de Manzanas	60
Figura 8. Perfil de terreno entre la dorada y Cerro Guadalupe	61
Figura 9. Perfil del terreno entre el cerro Guadalupe y Manzanas	61
Figura 10. Perfil del terreno entre el cerro Guadalupe y Marquetalia	62
Figura 11. Perfil del terreno entre el cerro Guadalupe y repetidora a Pensilvania	63
Figura 12. Perfil del terreno entre la repetidora y Pensilvania	63
Figura 13. Perfil del terreno entre cerro Guadalupe y Gualí	64
Figura 14. Perfil del terreno entre el cerro Gualí y la ciudad de Manizales	65
Figura 15. Simulación de cobertura en el municipio de Manzanas	66
Figura 16. Ubicación del Municipio de Manzanas	66
Figura 17. Simulación de cobertura en el municipio de Marquetalia	67
Figura 18. Simulación de cobertura en el municipio de Pensilvania	68
Figura 19. Routerboard RB433	71
Figura 20. Tarjeta de radio minipci XR5	72
Figura 21. Uso de frecuencias cercanas en el cerro Guadalupe	77
Figura 22. RouterBoard RB800	78
Figura 23. Antena parabólica marca Ubiquiti.	79
Figura 24. Gabinete para intemperie ENC-DC	80
Figura 25. Cable MMCX-N hembra para añadir antenas externas	80
Figura 26. Conector RP-SMA a N-macho de 2ft marca L-COM	81
Figura 27. POE de 48V de salida marca Ubiquiti	81
Figura 28. Groove A-5Hn	82
Figura 29. Antena Grillada marca Hyperlink	83
Figura 30. Antena grillada de 30 dBi marca Hyperlink	83
Figura 31. Conector N-macho a N-macho de 2ft marca L-com	83
Figura 32. Ubiquiti Rocket M2	85
Figura 33. Antena sectorial Airmax de 90° y 16 dBi de ganancia, marca Ubiquiti	86
Figura 34. Nanostation M2	86
Figura 35. Nanostation Loco M2	87
Figura 36. Topología de red	88
Figura 37. Rb 1100	90
Figura 38. PoweRouter 732	91

Figura 39. Opciones PCQ	92
Figura 40. Controlador de carga de doble entrada	94
Figura 41. Estructura organizacional	97
Figura 42. Logo CADCOM	101
Figura 43. Estand para evento de lanzamiento de CADCOM	103
Figura 44. Cupón de descuento	104
Figura 45. Muestra de lapicero con publicidad de CADCOM	104
Figura 46. Sondeo de familias con computador en su casa	120
Figura 47. Información sobre el uso de Internet en Manzanares	121
Figura 48. Preferencias de precios para el Internet en Manzanares	121
Figura 49. Sondeo de familias con computador en su casa en Pensilvania	122
Figura 50. Información sobre el uso de internet en Pensilvania	122
Figura 51. Preferencias de precios para Internet en Pensilvania	123
Figura 52. Sondeo de familias con computador en su casa en Marquetalia	124
Figura 53. Información de uso de internet en Marquetalia.	124
Figura 54. Preferencia de precios para Internet en Marquetalia	124
Figura 55. Comparación de las familias con computador en los 3 municipios	125
Figura 56. Comparativo de familias con computador portátil en los 3 municipios	125
Figura 57. Comparativo de las familias con internet en los 3 municipios.	126
Figura 58. Comparativo uso de Internet para chat y juegos en los 3 municipios.	126
Figura 59. Comparativo familias interesadas en adquirir el servicio.	127
Figura 60. Comparativo preferencia de Internet móvil en los 3 municipios.	127
Figura 61. Preferencia de precios en los 3 municipios.	128
Figura 62. Simulación enlace de Guadalupe a La Dorada	129
Figura 63. Simulación enlace de Manizales a cerro Gualí	129
Figura 64. Simulación enlace Gualí a cerro Guadalupe	130
Figura 65. Simulación enlace cerro Guadalupe a Marquetalia	131
Figura 66. Simulación enlace de cerro Guadalupe a Repetidora Pensilvania	131
Figura 67. Simulación de enlace de cerro Guadalupe a Manzanares	132

LISTA DE ECUACIONES

	Pág.
Ecuación 1. Tamaño de muestra para población finita	47
Ecuación 2. Pérdidas en el espacio libre	70
Ecuación 3. Ecuación de radioenlace	70
Ecuación 4. Ganancia de antenas para frecuencias entre 2400 y 2483.5 MHz	73
Ecuación 5. Potencia regulada para frecuencias entre 2400 y 2483.5MHz	73
Ecuación 6. Potencia regulada para frecuencias entre 5470 y 5725	74
Ecuación 7. Ganancia de antenas para frecuencias entre 5470 y 5725 MHz	74
Ecuación 8. Potencia regulada para las frecuencias entre 5725 y 5825 MHz.	75
Ecuación 9. Ganancia de antenas para frecuencias entre 5725 y 5825 MHz.	75

LISTA DE ANEXOS

	pág.
ANEXO A. Formato para entrevistas semiestructurada.	142
ANEXO B. Características técnicas de antena sectorial Ubiquiti.	142
ANEXO C. Patrón de irradiación de antena sectorial Ubiquiti.	143
ANEXO D. Características técnicas de la Nanostation M2	144
ANEXO E. Características técnicas de la Nanostation Loco M2	145

INTRODUCCIÓN

El Internet es una herramienta que cada vez es más utilizada por las personas para labores investigativas, de trabajo, estudio o entretenimiento, por lo cual se ha vuelto esencial para diversas actividades, pero hay poblaciones pequeñas donde los grandes proveedores de internet banda ancha no prestan este servicio, en estos lugares, por lo general se cuenta con el servicio de Internet conmutado, dedicado, satelital o móvil, pero son de baja velocidad de transferencia o costosos, por eso se decidió realizar un plan de negocios para la constitución de una empresa que provea servicio de internet banda ancha en los municipios de Manzanares, Marquetalia y Pensilvania en el departamento de Caldas, con el fin de suplir la necesidad que se tiene en esta región y constituir una empresa que sea rentable, sostenible además de prestar un servicio que satisfaga las necesidades de todos los clientes, por eso se plantearán todos los aspectos legales para crear una empresa de este tipo, el aspecto técnico y tecnológico necesario para prestar un servicio con una disponibilidad cercana al 100%, además de la planeación estratégica y de mercadeo que impulsen los productos que se ofrecerán en esta empresa, finalizando con un análisis financiero que luego de realizar todo el proceso de análisis de los recursos necesarios para poner en marcha la empresa, con lo que se concluirá si la empresa es o no es económicamente viable.

1. PROBLEMA

En la actualidad el Internet es una herramienta necesaria para el manejo de diversas aplicaciones utilizadas, por personas, empresas e instituciones públicas. Pero en algunas regiones del país, como en la mayoría de poblaciones pequeñas del oriente de caldas, no hay presencia de operadores con ADSL o cable, que son los servicios de Internet banda ancha, como el que se encuentra en las grandes ciudades, (J, Parra, comunicación personal, Octubre 10, 2010).

El servicio de Internet que presta el operador de telefonía local, Telefónica TELECOM en los municipios de Manzanares, Marquetalia y Pensilvania en el departamento de Caldas, es Internet conmutado, pero su velocidad de transferencia máxima es de 56 Kbps y en algunas ocasiones no funciona correctamente, ya que depende de los circuitos disponibles para voz, los cuales son limitados, (J, Parra, comunicación personal, Octubre 10, 2010).

Estas velocidades dificultan el uso de las aplicaciones que actualmente se manejan, tanto en páginas WEB como en programas que necesitan del acceso a Internet para su funcionamiento, además en las poblaciones de esta región, se encuentran personas que hacen sus estudios en universidades abiertas y a distancia por lo que su principal herramienta de estudio es el Internet, pero en algunas ocasiones no cuentan con un servicio adecuado para presentar sus parciales, trabajos, o descargar información para sus investigaciones, por lo que algunas veces deben utilizar más tiempo del normal para llevar a cabo sus obligaciones con la universidad, (P, Parra, comunicación personal, Octubre 10, 2010).

Además hay cinco empresas del grupo ACESCO en Manzanares y Pensilvania que utilizan el servicio de Internet para manejar sus sistemas contables a través de programas que se conectan con servidores ubicados en Barranquilla (Atlántico), y debido a fallas en el internet presentan demoras en pagos de nóminas y dificultades en sus actividades cotidianas por falta de un Internet confiable y veloz, (A, Franco, comunicación personal, Octubre 11, 2010).

Las instituciones del estado como alcaldías, hospitales y colegios también necesitan de una conexión a Internet para algunas de sus actividades, como pagar nóminas, consultar diversas fuentes de información, descargar y enviar correos, entre otros, por esto necesitan un servicio de Internet que sea de banda ancha y estable, para que no pierdan tiempo realizando estas actividades, (J. Ramírez, comunicación personal, Octubre 11, 2010).

Realizando conversaciones con los administradores de café Internet se determinó que siete de los ocho café Internet que se encuentran en los tres municipios

obtienen el servicio de líneas dedicadas, las cuales provee Telefónica TELECOM, pero por una velocidad de 512 Kbps deben pagar aproximadamente \$ 850.000, (L, Jiménez, comunicación personal, Octubre 11, 2010). El café Internet restante cuenta con un enlace satelital, el cual es provisto por AXESAT, pero tiene un costo de \$950.000 por una velocidad de bajada de 1Mbps y 500kbps de subida, además que manejan unas latencias de 250ms en promedio, por lo cual las llamadas IP, juegos en línea y algunas aplicaciones que requieren una latencia de menos de 40ms no funcionan bien en este lugar, (A, Serna, comunicación personal, Octubre 11, 2010). El Internet que ofrecen los operadores de telefonía celular también presenta una latencia cercana a la obtenida con las conexiones satelitales, con el agravante que al llegar a un límite de descargas, que está entre 1 y 10GB, la velocidad disminuye al 15% de la velocidad máxima que ofrecen, esto llamado por ellos, política de uso justo (COMCEL, 2011).

Debido a la carencia de un servicio de Internet de banda ancha en los municipios de Manzanares, Marquetalia y Pensilvania en el oriente de Caldas, existe la oportunidad de crear una empresa que brinde el servicio de Internet en esta región del país, por lo anterior surge la siguiente pregunta, ¿Qué requerimientos técnicos, tecnológicos, físicos y económicos se necesitan para implementar una empresa proveedora de Internet inalámbrico en los municipios de Manzanares, Marquetalia y Pensilvania en el departamento de Caldas?

2. JUSTIFICACIÓN

El acceso a Internet tiene infinidad de aplicaciones que pueden ayudar a estudiantes con sus investigaciones, a hospitales alejados en la comunicación con las diferentes EPS para consultar sus bases de datos constantemente, también ayuda a trabajar diferentes aplicaciones que tienen que ver con la medicina, lo que en ocasiones disminuye la necesidad de desplazar pacientes a hospitales de mayor nivel. Las alcaldías de estos municipios pueden manejar algunas de sus actividades con la ayuda del acceso a Internet permanente. Las instituciones educativas pueden tener esta herramienta para contribuir a una buena educación de sus alumnos y ayudar con el manejo de su área administrativa. Así como estas existen infinidad de aplicaciones que tiene un acceso a Internet veloz y confiable.

Con la elaboración de un plan de negocios para la creación de una empresa prestadora del servicio de Internet inalámbrico en algunas poblaciones del oriente de Caldas, se puede evaluar la viabilidad que tiene crear una empresa como esta. Este proyecto también brindará conceptos y herramientas para implementar tanto la parte operativa como la plataforma tecnológica necesaria para la prestación de un servicio de Internet de excelente calidad, además de todo esto la creación de esta empresa en este sector ayudará a la generación de nuevos empleos.

La realización de un proyecto de este tipo permitirá ayudar con el desarrollo tecnológico de una región que no tiene proveedores de Internet accesibles y funcionales para la mayoría de sus habitantes, ayudando así a personas que hacen sus actividades por Internet a tener una herramienta que les permita desarrollar sus estudios de una manera más cómoda desde sus casas. También ayudará a empresas que operan tanto en el área urbana como rural donde se tenga cobertura en los municipios donde se prestará el servicio, evitando que estas empresas contraten proveedores de Internet satelital que ofrecen un servicio más lento, costoso y con fallas constantes, lo que conllevaría a posibles interrupciones en la correcta operación de algunas de las actividades que estas empresas operan con el servicio de Internet.

Un plan de negocios bien estructurado, puede contribuir a estudiantes de la universidad que estén interesados en crear una empresa proveedora de servicios de Internet, a tener una idea de los pasos que se deben seguir, y así cometer la menor cantidad de errores posibles, los cuales cuestan tiempo y dinero, para así hacer un mejor uso de la inversión económica requerida para crear una empresa como esta.

Con la culminación de este proyecto se encontrará una excelente oportunidad para la creación de una empresa proveedora de servicios de Internet en esta región del país, y además con un adecuado manejo y planeación podría llegar a

posicionarse como una importante empresa de telecomunicaciones en el departamento y en el país.

Con la investigación que conlleva elaborar este plan de negocios, se reforzarán conocimientos en áreas como, investigación de mercados, diseño de redes inalámbricas punto a punto y punto multipunto, topologías de redes, planeación estratégica, mercadeo, además de los conocimientos que se adquieren en el proceso de realización de este proyecto, todo esto sin contar que con la culminación de este trabajo se cumpliría con uno de los últimos requisitos para finalizar el proceso de graduación.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un plan de negocios para la creación de una empresa Proveedora de Servicios de Internet Inalámbrico con presencia en los municipios de Manzanares, Marquetalia y Pensilvania en el departamento de Caldas.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un estudio de mercado para identificar los clientes potenciales y conocer los competidores.
- Realizar el estudio técnico, legal y de infraestructura para implementar una empresa de servicios de Internet inalámbrico en los municipios de Manzanares Marquetalia y Pensilvania en el departamento de Caldas.
- Realizar el estudio y diseño de la plataforma tecnológica necesaria para ofrecer un servicio de internet con una disponibilidad del 99.9%.
- Proponer un plan estratégico, para un óptimo manejo de los recursos de la empresa.
- Proponer un plan de mercadeo para impulsar rápidamente el servicio de Internet en estos tres municipios.
- Realizar el estudio financiero para conocer la viabilidad del proyecto.

4. MARCO REFERENCIAL

4.1 MARCO CONCEPTUAL

4.1.1 Plan de negocios

4.1.1.1 Definición de plan de negocios

Un plan de negocios es un documento, escrito de manera clara, precisa y sencilla, resultado de un proceso de planeación. Este plan de negocios sirve para guiar un negocio, porque muestra desde los objetivos que se quieren lograr hasta las actividades que se desarrollarán para alcanzar estos objetivos, (Weinberger, 2009).

4.1.1.2 Funciones de un plan de negocios

Un plan de negocios es una herramienta de comunicación escrita que tiene básicamente dos funciones: una que se puede llamar administrativa o interna y la otra que es para obtener financiamiento o externa, (Weinberger, 2009).

Desde el punto de vista interno, el plan de negocios sirve para:

- Conocer en detalle el entorno en el cual se desarrollarán las actividades de la empresa.
- Precisar las amenazas y oportunidades del entorno, así como las fortalezas y debilidades de la empresa.
- Estar atentos a los cambios que pudieran representar una amenaza para la empresa y así anticiparse a cualquier contingencia que disminuirá la probabilidad de éxito de la empresa.
- Dar a conocer como se organizaran los recursos de la empresa en función de la misión y visión del empresario.
- Atraer las personas que se requieran para el equipo empresarial y el equipo ejecutivo.
- Evaluar el potencial real de la demanda y las características del mercado objetivo.

- Determinar las variables críticas de la empresa y aquellas que exigen un control permanente.
- Evaluar varios escenarios y hacer un análisis de sensibilidad en los factores de mayor variación.
- Establecer un plan estratégico para la empresa y planes de acción de corto y mediano plazo para cada una de sus áreas funcionales.
- Tomar decisiones con información oportuna confiable y veraz, y no sobre la base de la intuición, así tendrá menos riesgo el negocio.
- Tener un presupuesto maestro y presupuesto por áreas funcionales que permitan evaluar el desarrollo de la empresa en términos económicos.
- Mostrar los posibles resultados de la empresa, en función a simulaciones hechas para probar distintos escenarios y estrategias.

En resumen el plan de negocios sirve a nivel interno para tener una guía de sus funciones y un punto de referencia para evaluar su desempeño, de este modo permite ver sus debilidades y fortalezas, por otro lado es una excelente fuente de información para realizar informes y presupuestos.

Por otro lado se tiene la función financiera o externa del plan de negocios.

- La búsqueda y consecución de los recursos del proyecto, especialmente los económicos.
- Informará a posibles inversionistas la rentabilidad esperada y el retorno de la inversión.
- Buscar proveedores y clientes, con quien establecer relaciones confiables y a largo plazo.
- Vender la idea a potenciales socios como accionistas, proveedores, clientes, etc.
- En general la esencia de un plan de negocios es comunicar a los interesados que la empresa dispone de un excelente producto o servicio con muchos

clientes dispuesto a adquirirlo, además de un excelente equipo empresarial y gerencial con habilidades técnicas y humanas destacadas.

- Mantiene bien informados a sus clientes y proveedores, acerca de la forma de operación, los resultados esperados y las estrategias que permitirán alcanzar los objetivos establecidos y cumplir con la misión del empresario.

4.1.2 Definición de proveedor de servicios de Internet inalámbrico.

Un Proveedor de Servicio de Internet Inalámbrico (WISP) es un sistema de Red de área Metropolitana, cuyo propósito es conectar sus clientes a Internet. Se usan enlaces de datos de alta velocidad para proveer acceso a Internet mediante enlaces inalámbricos punto a punto y punto-multipunto a compañías, organizaciones gubernamentales, escuelas, universidades, hogares y otras instituciones que requieran del servicio de Internet. Los enlaces inalámbricos toman el lugar de las líneas cableadas como ADSL o coaxial, los requerimientos básicos para usar estos enlaces inalámbricos son (Netkrom s.f.):

- Los clientes deben estar ubicados dentro del radio de 24 kilómetros alrededor de la estación base.
- Entre los clientes y la estación base debe haber línea de vista.
- Por lo general las frecuencias utilizadas por un WISP, son frecuencias no licenciadas como lo son 900MHz, 2.4GHz, 5.2GHz o 5.8GHz, en algunos países es necesario pedir permiso para utilizar estas frecuencias. Pero en la mayoría no es necesaria una autorización para utilizar las frecuencias de uso libre.

4.1.3 Infraestructura de un proveedor de servicios de Internet

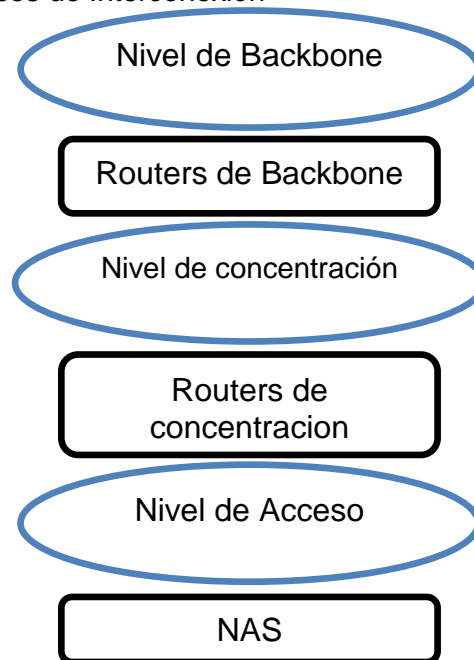
Elizalde y Matute (2008), definen que “físicamente, Internet está compuesto por enrutadores interconectados por enlaces de comunicaciones en los que se ven involucrados a la vez varios servidores como Internet, firewall, correo, DNS, etc. Las redes IP más simples están formadas por unos Routers IP de propósito general interconectados por enlaces propios o alquilados”.

A medida que estas redes van creciendo se vuelve más importante optimizar la gestión y seguridad de diversos elementos en la red, la ubicación física de los nodos es un punto a tener en cuenta, como también la densidad de usuarios es un punto crítico, estos elementos en la red se deben organizar de forma jerárquica como se muestra en la figura 1, para una gestión más eficiente, una forma de

asignar tareas específicas a Routers particulares, para formar una red compleja de una ISP son:

- Routers de concentración: estos Routers proporcionan acceso a la red a los clientes individuales, suelen soportar una gran cantidad de puertos, a relativas bajas velocidades.
- Routers de backbone: proporcionan transporte óptimo entre nodos de la red, enviando paquetes de gran velocidad de un dominio a otro, o entre proveedores.

Figura 1. Niveles Jerárquicos de Interconexión



(Velasco, 2009)

De esta manera se puede descomponer la infraestructura para proporcionar servicios IP en 4 partes que son:

- Red de acceso.
- Red de concentración.
- Backbone o red troncal, que incluye la interconexión con otros proveedores y salida a Internet.

- Red de gestión o centro de proceso de datos, que incluye servidores (DCHP), Radius, autenticación, DNS, etc.

4.1.3.1 Red de acceso

Velasco (2009), define la red de acceso como la que conecta al usuario directamente con la red del ISP, en esta red se clasifican los usuarios como, clientes corporativos y residenciales.

- Clientes corporativos: son entidades del gobierno o privadas, incluso otras ISP más pequeñas que necesitan conectar su red con Internet.
- Clientes residenciales: son usuarios que solo cuentan con un computador y generalmente se conectan al ISP mediante un usuario y una contraseña.

4.1.3.2 Red de concentración

Velasco (2009), establece que la red de concentración está situada en el borde de la red de datos, que se encarga de establecer las conexiones entre los clientes y los puntos de presencia del proveedor (POP), dentro de estos (POP), se tiene dos tipos de Routers de concentración, los encargados de establecer las conexiones de los clientes residenciales y otros encargados de establecer las conexiones con los clientes con líneas dedicadas.

Estos Routers concentradores deben contar con características para satisfacer la creciente demanda de transmisión mediante la escalabilidad y un gran ancho de banda, además deben poseer características para prestar servicios de valor agregado, además del enrutamiento de paquetes de alta velocidad.

Además los Routers de concentración deben contar con funcionalidades de enrutamiento como OSPF y BGP, además de políticas de control de tráfico. Si se desea tener características de control de tráfico más eficiente en la red se deben implementar mecanismos de diferenciación de servicios como MPLS.

4.1.3.3 Backbone o red troncal

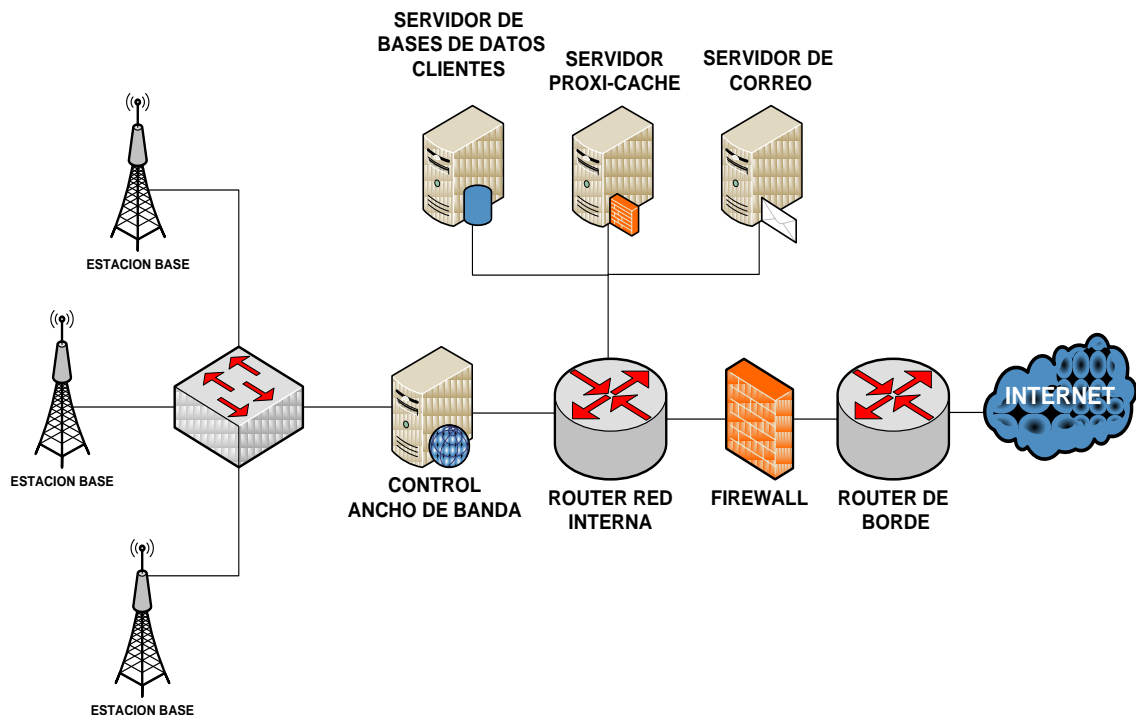
Velasco en el 2009 estableció que una red troncal tiene funciones de interconexión entre redes y se encarga de agregar el tráfico proveniente de la red de acceso y concentración, también se encarga de interconectar los POP de la red.

4.1.3.4 Centro de proceso de datos

Velasco definió en el 2009 que el centro de proceso de datos es el sitio donde se encuentran todos los servidores de gestión de red IP, gestión de equipos cliente, servidores de autenticación, servidores de correo y servidores de otro tipo de aplicaciones. Todos estos servidores deben contar con una alta disponibilidad en balanceo de carga, altamente escalables y estar protegidos por Firewalls.

Para tener una mejor percepción de la estructura de un ISP, en este caso como se trata de un ISP inalámbrico, en la figura 2 se muestra un esquema de la estructura física que debe tener un proveedor de servicios de Internet inalámbrico.

Figura 2. Estructura física de un WISP



(Medina y Arequipa, 2010)

4.1.4 Servicios que presta un ISP

Internet se caracteriza por brindar una amplia gama de servicios a sus usuarios, pero los ISP deben contar con unos servicios básicos para su correcto funcionamiento y algunos servicios de valor agregado para brindar mayor atractivo para sus clientes.

4.1.4.1 Servicios básicos

Los servicios básicos se usan para la administración monitoreo y correcto funcionamiento de la red del ISP.

- DNS (sistema de nombre de dominio).

Es el equipo encargado de brindar la resolución de nombres del ISP, convirtiendo los nombres en direcciones IP.

- DHCP (Protocolo de Configuración Dinámica de Host).

Velasco (2009) define DHCP, como el servicio que se encarga de asignar dinámicamente una dirección IP a una interfaz de red, además asigna algunos parámetros para que el acceso a Internet y la red local funcionen correctamente.

4.1.4.2 Servicios adicionales que brindan los ISP

Algunos de los servicios que brindan algunos proveedores de Internet que utilizan los usuarios son los siguientes.

- Correo electrónico.

Los ISP prestan este servicio de correo electrónico a través de los protocolos SMTP (Protocolo Simple de Transferencia de Correo), y POP3 (Protocolo de Oficina Postal Versión 3), estos protocolos permiten enviar mensajes de correo electrónico a servidores locales, de una forma confiable y eficiente.

- Servicio de proxy-caché

El proxy cache es un servidor que almacena las páginas solicitadas por todos los clientes que naveguen a través de él, su finalidad es optimizar el ancho de banda hacia Internet, ya que al tener unas páginas web muy utilizadas no tiene necesidad de salir a Internet, sino que solo se carga del servidor, caso contrario si no está en el servidor simplemente se busca en Internet y se demora el mismo tiempo como si no pasara por el servidor.

- VOZ sobre IP

En la actualidad Internet es un medio utilizado masivamente, lo que ha llevado a desarrollar técnicas avanzadas de digitalización de voz, mecanismos de control y priorización de tráfico, protocolos de transmisión en tiempo real y estándares de calidad del servicio, con todo esto los ISP prestan servicio de voz sobre IP, ya sea con servidores externos o propios.

- Video sobre IP

El uso de prestaciones de video sobre las redes se ha masificado cada vez más a través del tiempo, ya que Internet se utiliza para ver películas, videos, televisión, conferencias a través de la red etc. Estas aplicaciones demandan gran ancho de banda por lo que conlleva a problemas como cuellos de botella, lentitud, pérdida de paquetes y errores de transmisión.

Existen 3 tipos de video sobre IP:

- Video broadcast sobre IP

Consiste en la transmisión de un archivo de video a ciertos puntos de la red, ese video es unidireccional, ósea que no puede ser manipulado por el usuario que lo esté viendo y puede ser transmitido en tiempo real o estar pregrabado.

- Video por demanda sobre IP o VoD

VoD es un servicio que permite al usuario ver videos que estén almacenados en un servidor, en el momento que él quiera.

- Video conferencia.

La video conferencia es un servicio que permite transmitir voz y video a usuarios que estén en diferentes puntos geográficos en tiempo real con una transmisión full dúplex, esta transmisión puede ser punto a punto o punto multipunto.

4.1.5 Calidad de servicio en los ISP (QoS)

Calidad del servicio es el efecto global de la calidad de funcionamiento de un servicio que determina el grado de satisfacción de un usuario. La Calidad de Servicio (QoS) también es la plataforma tecnológica que garantiza la transmisión de cierta cantidad de datos en un tiempo dado, (Velasco, 2009).

La calidad del servicio de una aplicación depende del ancho de banda, retardo, porcentaje de errores, etc. La implementación de políticas de calidad de servicio se pueden enfocar en varios puntos dependiendo de los requerimientos de la red, los principales son:

- Asignar ancho de banda en forma diferenciada
- Evitar y/o administrar la congestión en la red
- Manejar prioridades de acuerdo al tipo de tráfico
- Modelar el tráfico de la red

4.2 MARCO TEÓRICO

4.2.1 Redes inalámbricas

En cualquier área urbana o rural resulta más fácil y económico implementar una red inalámbrica de alto desempeño, ya sea para empezar una red desde cero o para ampliar el rango de cobertura de una red ya existente, hoy en día es posible implementar este tipo de redes gracias a la creación de estándares que permiten tener conexiones de alta velocidad y confiables, estos estándares son de la familia IEEE 802.X, que en su mayoría están creados para operar en frecuencias no licenciadas, las cuales no necesitan de un permiso para poder utilizar los equipos que trabajan con estas frecuencias (Netkrom, s.f.).

4.2.1.1 Conjunto de estándares IEEE 802.11

El estándar 802.11 establece los niveles inferiores del modelo OSI para las conexiones inalámbricas que utilizan ondas electromagnéticas, como lo son:

- La capa física también llamada PHY.
- La capa de enlace de datos que se divide en 2 subcapas, control de enlace lógico (LLC) y control de acceso al medio (MAC).

La capa física define la modulación de las ondas de radio y la señalización para la transmisión de datos, y en la capa de enlace de datos se define la interfaz entre el bus del equipo y la capa física, cualquier protocolo de niveles superiores del modelo OSI se puede utilizar en una red inalámbrica WI-FI de la misma manera que puede utilizarse en una red Ethernet (Ruiz, 2009).

El estándar 802.11 permitía unas velocidades máximas de 1 y 2Mbps, este fue el primer estándar de esta familia que trabajaba en la banda de 2.4 GHz y con señales infrarrojas, que posteriormente fue mejorado para alcanzar unas velocidades más altas (Herrera, Días y Calafate, s.f.), la tabla 1 muestra las modificaciones que ha tenido este estándar para buscar una mayor eficiencia.

Tabla 1. Modificaciones del estándar 802.11

	Descripción
802.11a	El estándar 802.11 (llamado WiFi 5) admite un ancho de banda superior (el rendimiento total máximo es de 54 Mbps aunque en la práctica es de 30 Mbps). El estándar 802.11a provee ocho canales de radio en la banda de frecuencia de 5 GHz.
802.11b	El estándar 802.11 es el más utilizado actualmente. Ofrece un rendimiento total máximo de 11 Mbps (6 Mbps en la práctica) y tiene un alcance de hasta 300 metros en un espacio abierto. Utiliza el rango de frecuencia de 2,4 GHz con tres canales de radio disponibles.
802.11c	El estándar combinado 802.11c no ofrece ningún interés para el público general. Es solamente una versión modificada del estándar 802.11d que permite combinar el 802.11c con dispositivos compatibles 802.11 (en el nivel de enlace de datos).
802.11d	El estándar 802.11d es un complemento del estándar 802.11 que está pensado para permitir el uso internacional de las redes 802.11 locales. Permite que distintos dispositivos intercambien información en rangos de frecuencia según lo que se permite en el país de origen del dispositivo.
802.11e	El estándar 802.11e está destinado a mejorar la calidad del servicio en el nivel de la capa de enlace de datos. El objetivo del estándar es definir los requisitos de diferentes paquetes en cuanto al ancho de banda y al retardo de transmisión para permitir mejores transmisiones de audio y vídeo.
802.11f	El 802.11f es una recomendación para proveedores de puntos de acceso que permite que los productos sean más compatibles. Utiliza el protocolo IAPP que le permite a un usuario itinerante cambiarse claramente de un punto de acceso a otro mientras está en movimiento sin importar qué marcas de puntos de acceso se usan en la infraestructura de la red. También se conoce a esta propiedad simplemente como itinerancia.
802.11g	El estándar 802.11g ofrece un ancho de banda elevado (con un rendimiento total máximo de 54 Mbps pero de 30 Mbps en la práctica) en el rango de frecuencia de 2,4 GHz. El estándar 802.11g es compatible con el estándar anterior, el 802.11b, lo que significa que los dispositivos que admiten el estándar 802.11g también pueden funcionar con el 802.11b.

	Descripción
802.11h	El estándar 802.11h tiene por objeto unir el estándar 802.11 con el estándar europeo (HiperLAN 2, de ahí la h de 802.11h) y cumplir con las regulaciones europeas relacionadas con el uso de las frecuencias y el rendimiento energético.
802.11i	El estándar 802.11i está destinado a mejorar la seguridad en la transferencia de datos (al administrar y distribuir claves, y al implementar el cifrado y la autenticación). Este estándar se basa en el AES (estándar de cifrado avanzado) y puede cifrar transmisiones que se ejecutan en las tecnologías 802.11a, 802.11b y 802.11g.
802.11r	El estándar 802.11r se elaboró para que pueda usar señales infrarrojas. Este estándar se ha vuelto tecnológicamente obsoleto.
802.11j	El estándar 802.11j es para la regulación japonesa lo que el 802.11h es para la regulación europea.

(Ruiz, 2009)

- Estándar 802.11a

El estándar 802.11a tiene en teoría un flujo de datos máximo de 54 Mbps, cinco veces el del 802.11b pero con un ancho de banda real de unos 20Mbps, sólo en un rango de treinta metros aproximadamente. El estándar 802.11a se basa en la tecnología llamada OFDM (Multiplexación por división de frecuencias ortogonales). Transmite en un rango de frecuencias de 5 GHz y utiliza 12 canales no superpuestos (Herrera et al, s.f.). en la tabla 2 se muestran los rangos de velocidades y distancias que alcanza este estándar.

Tabla 2. Rangos y velocidades del estándar 802.11a

Velocidad hipotética (en ambientes cerrados)	Rango
54 Mbit/s	10 m
48 Mbit/s	17 m
36 Mbit/s	25 m
24 Mbit/s	30 m
12 Mbit/s	50 m
6 Mbit/s	70 m

(Ruiz, 2009)

- Estándar 802.11b

El estándar 802.11b permite un máximo de transferencia de datos de 11 Mbps pero en realidad podía llegar a una tasa de transferencia efectiva máxima de

6Mbps en TCP(Transmission Control Protocol) y 7Mbps en UDP (User Datagram Protocol) este protocolo usa 14 canales superpuestos en la banda de 2.4 GHz, ya que tiene un ancho de banda de 22MHz y cada canal se traslapa con los dos adyacentes en 5MHz (Herrera et al, s.f), en la tabla 3 se muestran las distancias y velocidades que alcanza este estándar.

Tabla 3. Rangos de distancias y velocidades del estándar 802.11b

Velocidad hipotética	Rango (en ambientes cerrados)	Rango (al aire libre)
11 Mbit/s	50 m	200 m
5,5 Mbit/s	75 m	300 m
2 Mbit/s	100 m	400 m
1 Mbit/s	150 m	500 m

(Ruiz, 2009)

- Estándar 802.11g

Tabla 4. Distancias y velocidades que alcanza el estándar 802.11g

Velocidad hipotética	Rango (en ambientes cerrados)	Rango (al aire libre)
54 Mbit/s	27 m	75 m
48 Mbit/s	29 m	100 m
36 Mbit/s	30 m	120 m
24 Mbit/s	42 m	140 m
18 Mbit/s	55 m	180 m
12 Mbit/s	64 m	250 m
9 Mbit/s	75 m	350 m
6 Mbit/s	90 m	400 m

(Ruiz, 2009)

El estándar 802.11g permite un máximo de transferencia de datos de 54 Mbps en rangos comparables a los del estándar 802.11b. Además, y debido a que el estándar 802.11g utiliza el rango de frecuencia de 2.4 GHz con codificación OFDM y una tasa de transferencia efectiva de 24.7Mbps, es compatible con los dispositivos 802.11b con excepción de algunos dispositivos más antiguos, (Herrera et al, s.f.), en la tabla 4 se muestra las distancias y velocidades que alcanza el estándar 802.11g.

- Estándar 802.11n

Ruiz (2009) define que el estándar IEEE802.11n está basado en estándares previos de la familia IEEE 802.11, agregando Multiple-input Multiple-Output

(MIMO), y unión de interfaces de red, además de agregar tramas a la capa MAC. La máxima tasa de transferencia teórica de este estándar es de 600 Mbps, además de altas velocidades de transmisión se espera que con este estándar se obtenga un mayor alcance de operación de las redes que trabajan con este estándar, gracias a la tecnología MIMO, la cual permite la utilización de varios canales a la vez gracias a la implementación de múltiples antenas, este estándar trabaja tanto en la banda de 2.4 GHz como en la de 5.3 y 5.8, y utiliza un ancho de canal máximo de 40 MHz. En la tabla 5 se mostrará la comparación de los diferentes estándares de la familia IEEE 802.11.

Tabla 5. Comparación de tasas de transferencia de los estándares 802.11.

	20MHz Chanel		40MHz Chanel	
	1 stream	2 stream	1 stream	2 stream
	Data Rates, in Mbps			
802.11b 2.4 GHZ	1, 2, 5.5, 11			
802.11 a 5 GHz	6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54			
802.11g 2.4 GHz	1, 2, 6, 9, 12,18, 24, 36, 48, 54			
802.11n GI1=800ns 2.4 GHz	6, 5, 13, 19.5, 26, 39, 52, 58.5, 65	13, 26, 39, 52, 78, 104, 117, 130		
802.11n GI2=800ns 5 GHz	6.5, 13, 19.5, 26, 39, 52, 58.5, 65	13, 26, 39, 52, 78, 104, 117, 130	13.5, 27, 40.5, 54, 81, 108, 121.5, 135	27, 54, 81, 108, 162, 216, 243, 270
802.11n GI=400ns 2.4 and 5 GHz	7.2, 14.4, 21.7, 28.9, 43.3, 57.8, 65, 72.2	14.4, 28.9, 43.3, 57.8, 86.7, 115.6, 130, 144.4	15, 30, 45, 60, 90, 120, 135, 150	30, 60, 90, 120, 180, 240, 270, 300

(Ruiz, 2009)

4.2.1.2 Estándares de la familia IEEE 802.16 (WIMAX)

WIMAX es un estándar que fue aprobado en el año 2003, utiliza un rango de frecuencias que va desde 2GHz hasta 11GHz, con este estándar los equipos cliente no necesitan línea de vista para su correcto funcionamiento, permitiendo una transferencia máxima de datos de 75Mbps, además una estación base que

utilice este estándar puede permitir hasta 200 suscriptores, con un rango de cobertura de unos 48 Km (Gamboa, 2008). A continuación se mostrará en la Tabla 6 una comparación de los estándares IEEE 802.11 y el estándar 802.16.

Tabla 6. Comparativa entre WIMAX y el estándar IEEE 802.11

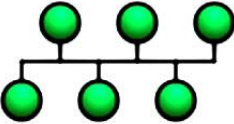
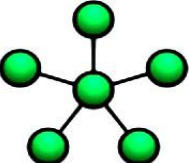

	WiMax 802.16	WiFi 802.11
Velocidad	75 Mbit/s	11-54Mbit/s
Cobertura	40-70 km	400 m
Licencia	Si/No	no
Ventajas	Velocidad y Alcance	Velocidad y Precio
Desventajas	Interferencias	Bajo alcance

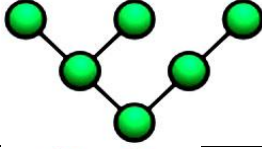
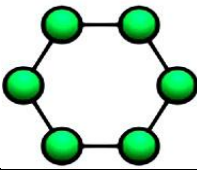
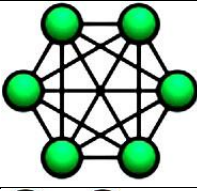
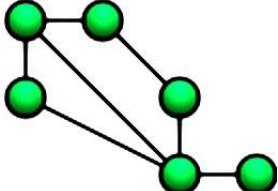
(Gamboa, 2008)

4.2.1.3 Topologías de redes inalámbricas

La topología de una red representa la forma en que se interconectan los nodos de una red, estas redes pueden tomar diferentes formas dependiendo de cómo estén interconectados estos nodos, el éxito de una la implementación de una red inalámbrica depende de la comprensión de las diferentes topologías, en la Tabla 7 se mostraran las diferentes formas en las cuales se pueden conectar las redes inalámbricas y se darán a conocer algunas observaciones de cada topología.

Tabla 7. Topología de redes inalámbricas

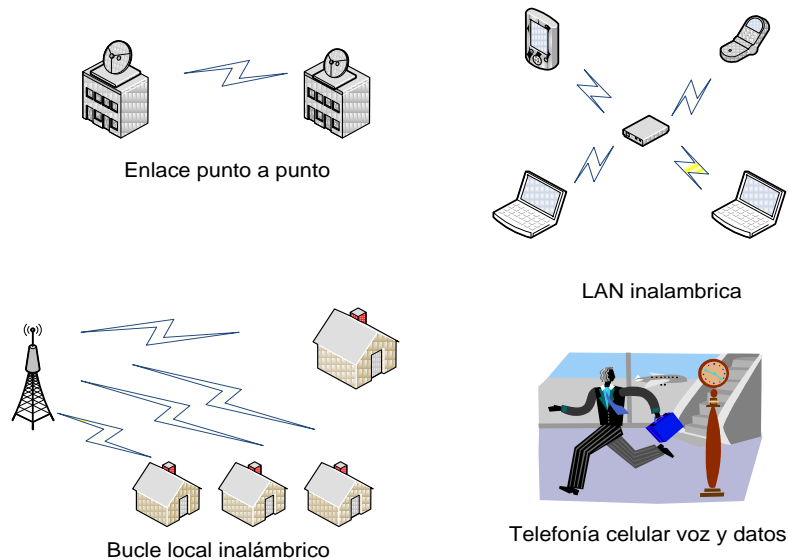
Topología	Representación Visual	Relevancia en redes inalámbricas
Bus o Barra		No aplicable generalmente. Estudiando la topología de bus se puede notar que cada nodo se conecta a todos los demás nodos, en el punto donde un cable se conecta con otros cables. En el caso inalámbrico esta topología es equivalente a una red de malla completa operando en un canal único.
Estrella		Si; esta es la topología estándar de una red inalámbrica.
Línea		Si; con dos o más elementos. Una línea de dos nodos es un

Topología	Representación Visual	Relevancia en redes inalámbricas
(multiconcentrador)		enlace Punto a Punto.
Árbol		Si; típicamente usado por ISP (Proveedores de servicio de Internet) inalámbricos.
Anillo		Si; posible pero raro de encontrar.
Malla completa		Sí; pero la mayoría son mallas parciales.
Malla parcial		Si.

(Escudero, 2007)

En la Figura 3 se mostrará las formas básicas como se disponen los enlaces inalámbricos.

Figura 3. Enlaces inalámbricos



(Escudero, 2007)

4.2.1.4 Componentes de redes inalámbricas

- Punto de acceso

Un punto de acceso inalámbrico es el que le da conectividad a las estaciones de trabajo inalámbricas, un solo punto de acceso puede conectar varias estaciones formando así una red inalámbrica, los puntos de acceso por lo general se conectan también a una red cableada, lo que permite extender esta red a puntos a los que tal vez no llegue, los clientes inalámbricos se conectan a un punto de acceso a través de su nombre o (SSID) Service Set Identifier- (Identificador del Conjunto de Servicio), que es el identificador de la red inalámbrica, el que ven las estaciones de trabajo para conectarse a este.

- Router inalámbrico

Un router inalámbrico se diferencia de un punto de acceso, ya que escoge rutas a dónde dirigir los datos para hacer más eficiente el uso de la red, además que también hace enmascaramiento o NAT (Network Address Traduction), todo esto además de cumplir con la misma función del punto de acceso.

- Clientes inalámbricos

Un cliente inalámbrico es aquel que se conecta a una red LAN (Red de Área Local) inalámbrica, para compartir sus recursos con otros usuarios de esta red, se considera cliente inalámbrico todo computador o equipo que tenga una tarjeta inalámbrica, como portátiles, PDAs, etc.

4.3 MARCO LEGAL

Para la creación de una empresa es necesario cumplir con unos requisitos exigidos por las diferentes cámaras de comercio del país, en este caso se tomarán los pasos requeridos para la creación de empresa de la cámara de comercio de Manizales, que son los siguientes:

- Verificación de la NO existencia del nombre elegido para la sociedad y/o los establecimientos de comercio. (este punto aplica para persona natural y jurídica)

El nombre o razón social escogido para la empresa no puede ser igual o similar al de ninguna otra empresa en el país por lo que se debe verificar en los

computadores de consulta pública ubicados en la cámara de comercio de Manizales (CCM s.f.).

- Elevar una escritura pública de constitución. (este punto aplica solo para personas jurídicas)

Según el artículo 22 de la ley 1014 del 2006, más conocida como ley de emprendimiento, las nuevas sociedades que se constituyan, que tengan una planta de personal menor a 10 trabajadores o activos totales por valor total, menores a 500 salarios mínimos mensuales vigentes se constituirán con documento privado (CCM s.f.).

En la CCM (s.f.) se define que en las demás sociedades, para el diligenciamiento de la escritura pública con la que se constata la legalidad de la empresa, los nuevos socios deben dirigirse a cualquiera de las notarías de la ciudad, acompañados de la Minuta, el cual es el modelo de la escritura que debe expresar todos aquellos puntos contemplados en el artículo 110 del Código de Comercio.

- Cancelación del impuesto de registro. (este punto aplica solo para personas jurídicas)

Según la Ley 223 de 1995 y Decreto Reglamentario 650 de 1996, para el pago del impuesto de registro, los empresarios se deben dirigir a las oficinas de Rentas Departamentales de la Gobernación de Caldas con el documento de constitución de la empresa expedido en la notaria, el costo de este trámite depende de capital declarado de la empresa y el tipo de liquidación vigente dependiendo del tipo de organización (CCM s.f.).

- Inscribirse en el Registro Único Tributario (RUT) y obtener el Número de Identificación Tributaria (NIT). (este punto aplica para persona natural y jurídica)

Este trámite se realiza en la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN) y el empresario debe presentar:

- Para persona natural: fotocopia de la Cedula de ciudadanía de la persona natural.
- Para una persona jurídica: fotocopia de la cedula del representante legal y escritura pública de constitución o documento que acredite la existencia de la empresa y representación legal.

Al terminar de diligenciar el formulario, a la persona natural se le asigna de una vez su número NIT que corresponde a su número de cedula; con esto se le da terminación a su trámite de inscripción en el RUT. Sin embargo, según la Resolución 1887 de 22 de febrero de 2007. las personas jurídicas se le entregara el formulario para que el representante legal se dirija con este a la cámara de comercio, en esta entidad deberá diligenciar el formulario adicional para tramites tributarios, con esto dará por terminado la inscripción del RUT y la solicitud del NIT (CCM s.f.).

- Inscripción en el registro mercantil y obtención de la matricula mercantil. (este punto aplica para persona natural y jurídica)

En el documento Pasos para la creación, legalización y formalización de empresas en Manizales de la CCM (s.f.) se definieron los requisitos para la inscripción en el registro único mercantil y obtención de la matricula mercantil así:

Los empresarios de Caldas deben dirigirse, dentro del mes siguiente a la fecha en la que empezaron a ejercer la actividad comercial, a la Unidad de Registro de cualquiera de las tres Cámaras de Comercio existentes en el departamento (Manizales, Chinchina y La Dorada), presentando:

Tabla 8. Requisitos para inscripción en el registro mercantil.

Persona jurídica	Persona natural
Constancia del primer trámite para su inscripción en el RUT y de la solicitud del NIT ante la DIAN.	Constancia de su registro en el RUT y de la obtención del NIT.
Pago del impuesto de registro en la oficina de rentas departamentales de la Gobernación.	Fotocopia de la cédula de ciudadanía del empresario.
Copia de la escritura pública de constitución de la sociedad o documento privado.	
Inscribir su escritura pública ante la Cámara de Comercio, para lo cual debe cancelar \$21.000.	

(CCM, s.f.)

Después de cumplir con estos requerimientos, el empresario o representante legal debe diligenciar el formulario de Registro Único Empresarial, compuesto por la carátula única y el anexo de matrícula mercantil, que deben ser presentados simultáneamente con los documentos anteriormente descritos. En la carátula única empresarial de color rojo, se debe suministrar la información básica de la sociedad u empresa, mientras, que en el formulario de color azul que corresponde al anexo de matrícula mercantil, debe suministrar la información financiera de la

sociedad o la empresa junto con los activos vinculados a los establecimientos de comercio, si se va a dar apertura a alguno de éstos.

Por otra parte, la Persona Jurídica a la vez que tramita su Registro Mercantil, debe diligenciar el formulario adicional de registro para fines tributarios de la DIAN que se le entrega en la Cámara de Comercio, esto con el fin de completar su inscripción al Registro Único Tributario y obtener su NIT.

Después de terminar su inscripción en el Registro Mercantil, el empresario, podrá adquirir el Certificado de Existencia y Representación Legal o de matrícula mercantil si es persona natural, el cual es expedido por la Cámara de Comercio y constata la constitución legal de la empresa u sociedad.

- Inscripción como contribuyente del impuesto de industria y comercio

Todas las personas que desempeñen una actividad comercial, industrial o de servicios deben inscribirse después de 30 días de empezar a ejercer su actividad comercial, ante las oficinas de unidad de rentas del municipio. Para ello deben “diligenciar el formulario de Declaración y Liquidación Privada del Impuesto de Industria y Comercio y sus Complementarios de Avisos y Tableros, calculando los Ingresos Presuntivos por los meses que va a funcionar dentro del respectivo año gravable, es decir desde el mes en que inicio su actividad hasta el mes de diciembre del mismo año” CCM (s.f.).

- Inscribir la sociedad o empresa en el RUT, como responsable al impuesto al valor agregado IVA.

Todas las empresas cuyos productos o servicios están gravados con IVA, deben inscribirse ante la DIAN como responsables del impuesto, directamente en el Registro Nacional de Vendedores en el Régimen que clasifiquen, ya sea, Común o Régimen Simplificado, dependiendo de sus características y de la clasificación del valor de sus Ingresos y Patrimonio en las tarifas sometidas por el gobierno nacional cada año. Para este procedimiento, el empresario debe presentar:

- Para persona jurídica la fotocopia de la cedula del representante legal y escritura pública de constitución o certificado de la cámara de comercio.
- Para persona natural fotocopia de la cedula del contribuyente y certificado de la cámara de comercio.

Nota: la inscripción en el Registro Nacional de Vendedores la hace el empresario en el mismo momento que realiza su inscripción en el RUT, en el formulario hay un ítem relacionado con este registro.

El empresario de Régimen Común, debe además diligenciar el formulario de resolución de facturación, con el cual solicita la autorización y el rango de numeración para la expedición de facturas. Para esto, la DIAN cuenta con 15 días hábiles para notificar la resolución, pero en promedio puede demorar 2 o 3 días (CCM, s.f.).

4.4 ANTECEDENTES

En la actualidad existen empresas en Colombia que proveen el servicio de Internet inalámbrico para suplir las necesidades de poblaciones que están olvidadas por las grandes empresas de telecomunicaciones, en primera instancia se hará referencia de algunos proyectos de grado realizados en universidades de otros países, continuando con empresas que prestan el servicio a nivel nacional y luego se nombrarán algunas que operen en el departamento de Caldas.

Aguilar, Guerrero y Rendón (2004) realizaron como proyecto de grado para la Escuela Superior Politécnica del Litoral en el Ecuador el “Diseño de un proveedor de servicios de Internet inalámbrico usando la tecnología de spread spectrum para la ciudad de Machala” donde hablan de la forma que se hace el diseño de una WISP para la ciudad de Machala, y de todas las características que debe tener un proveedor de este tipo, hablan de generalidades de las redes inalámbricas, de los ISP en general, sus características técnicas, hacen la comparación entre un ISP y un WISP, evalúan todo el marco legal y económico que conlleva montar una empresa de este tipo, también hacen una proyección de la empresa la cual está encaminada a expandirse a otras ciudades y provincias, la infraestructura de red está proyectada para crecer en usuarios sin hacer modificaciones en 5 años.

En 1998 se creó el programa COMPARTEL, para brindar principalmente telefonía rural comunitaria vía satélite, luego este programa enfocó sus esfuerzos en la conectividad a Internet banda ancha, todo esto con el fin de minimizar la brecha tecnológica que hay en lugares apartados de Colombia y fomentar el uso de las TIC, promoviendo estos servicios en zonas donde la cobertura es insuficiente (Compartel, s.f.).

En el año 2003 fué creada S3 Wireless que es una compañía que presta servicios de telecomunicaciones, sobre redes inalámbricas de alta capacidad, reconocida por instalar la primera red pre WIMAX en Colombia, esta empresa provee servicios de redes privadas e Internet, con cobertura tanto en zonas urbanas como rurales (S3 Wireless s.f.).

A finales del 2007 Mayatel finalizó la instalación de una red WIFI MESH en el municipio de Caldas (Antioquia), convirtiéndose en una de las primeras ciudades digitales en Colombia, donde los habitantes de este municipio navegan de una forma gratuita, con Internet banda ancha desde diversos lugares donde hay cobertura de esta red (Mayatel s.f.).

En el año 2007 fue fundada Interlans Comunicaciones que tiene presencia en el municipio de Neira (Caldas) y municipios aledaños, también prestan servicios en algunos municipios de Risaralda, esta empresa ofrece servicios de telecomunicaciones, como Internet, VoIP, y transporte de datos para empresas públicas y privadas, todos estos servicios utilizan diferentes tecnologías, como WIMAX, WIFI, fibra óptica entre otros (Interlans Comunicaciones s.f.).

4.5 ESTADO DEL ARTE

Debido a que los proveedores de Internet inalámbrico se empezaron a implementar unos años después de que los estándares 802.11 fueran creados y mejorados, este tema aún es relativamente nuevo. Por lo que se hará referencia a partir de 3 años atrás, se empezará desde fuera del país, siguiendo con estudios a nivel nacional.

RUIZ (2009) realizó como proyecto de grado en la escuela politécnica del ejército en Sangolquí Ecuador el “Diseño de un proveedor de servicio de Internet utilizando el estándar IEEE 802.11n para el área urbana de la ciudad Ibarra”, donde trata de la evolución que tiene el estándar 802.11n con todas sus características técnicas, además presenta el diseño de una WISP que trabaja en la frecuencia no licenciada de 2.4Ghz, utilizando tecnología WI FI (Wireless Fidelity). También hace un estudio técnico, financiero y económico, teniendo en cuenta el marco legal y un estudio de mercado, para obtener la proyección de clientes y equipos necesarios para incluir en el diseño.

Ubiquiti Networks (2009) lanzó en agosto una revolucionaria tecnología llamada Airmax, basada en MIMO, TDMA, que permite una velocidad de transferencia de hasta 150 Mbps, además de soportar hasta 300 clientes por estación base, también lanzaron diferentes productos que soportan esta tecnología, como antenas y equipos inalámbricos, estos equipos con las antenas adecuadas alcanzan hasta 50 Km para enlaces punto a punto.

Mikrotik (2010), desarrolló un nuevo protocolo basado en la tecnología inalámbrica TDMA llamado Nv2 (Nstreme versión 2), este nuevo protocolo permite tener una baja latencia, velocidades de transferencia altas y una buena cantidad de suscriptores por estación base, además de proporcionar un mayor rango de cobertura.

Gamboa (2008) realizó como proyecto de grado el “Estudio y diseño para la implementación de Wimax en el municipio de Restrepo (Meta)”. Donde se evalúan diferentes opciones para la implementación de Wimax en este municipio, esto principalmente para ofrecer un mejor servicio de Internet a instituciones como la alcaldía, el hospital, colegios y escuelas ubicadas en el área urbana, además este proyecto también evalúa la opción de ofrecer Internet Wimax a toda la población, además del área rural.

Condornet es un proyecto de Internet inalámbrico, implementado a finales del 2008 en los municipios de Madrid, Guaduas y Vergara (Cundinamarca). Con el fin de brindar un mejor servicio de Internet en las alcaldías, hospitales, colegios y escuelas de estos 3 municipios, en una segunda fase, también estaría enfocado a brindar sus servicios a la comunidad con precios bajos y calidad.

5. LIMITACIONES Y ALCANCES

5.1 LIMITACIONES

Las limitaciones que se tienen en el desarrollo de este proyecto son Las restricciones que se tienen utilizando medios inalámbricos para proveer Internet, como el reducido ancho de banda que ofrecen estas tecnologías con respecto a otros medios de transmisión, como la fibra óptica. También se puede ver reducida la cantidad de clientes residenciales potenciales, ya que puede ser limitada dado a la poca población que hay en cada uno de los municipios donde se prestará el servicio. Además la cobertura total de las poblaciones puede ser difícil dado a la geografía montañosa de la zona y al medio de transmisión que se utilizará. Los precios para clientes residenciales no pueden ser mayores a \$ 60.000, dada la competencia de los precios de proveedores de Internet móvil.

5.2 ALCANCES

Este proyecto tendrá como resultado un diseño completo de la red necesaria para ofrecerle servicio de Internet a los municipios de Manzanares, Marquetalia y Pensilvania en el departamento de Caldas, además de la plataforma tecnológica necesaria para brindar un servicio sin cortes, con esto se obtendrán los equipos y herramientas necesarias para completar la plataforma tecnológica, además con el análisis de los elementos necesarios para la implementación de esta empresa se obtendrá el valor necesario para poner en funcionamiento todos sus recursos. Otro de los alcances que se tienen con este proyecto si se llegara a implementar, es que el despliegue de una red inalámbrica por varios municipios del oriente de Caldas y una o varias ciudades con presencia de proveedores de Internet banda ancha, se pueden llegar a prestar servicios de transmisión de datos a algunas empresas públicas o privadas. Además se mostrará el costo que tiene montar y mantener en funcionamiento una red de estas proporciones, también, se obtendrá una gran experiencia que puede permitir ofrecer a empresas, instituciones educativas e inclusive poblaciones enteras, la implementación de soluciones de este tipo. Además, el desarrollo exitoso de este plan de negocios puede atraer una excelente fuente de financiación, que ayude a la implementación de este proyecto. Con una empresa de este tipo, se puede llegar a ofrecer diferentes servicios de implementación de redes inalámbricas y cableadas, como también ofrecer un valor agregado a clientes que necesiten administrar su red LAN, debido a que hay empresas que manejan una gran cantidad de computadores y no les tienen ningún tipo de limitación.

6. DISEÑO METODOLÓGICO

El desarrollo de este proyecto está basado en la investigación cuantitativa, ya que todas las fases necesarias para su desarrollarlo tienen el fin de arrojar datos en cantidades numéricas, para luego ser analizadas y aplicadas, continuando así con la siguiente fase y llegar a la conclusión del proyecto, que arrojará un resultado en sumas de dinero específicas definiendo si el proyecto es viable o no, también durante el proceso de elaboración de este proyecto se utilizarán herramientas como la recolección de datos con medios estadísticos para tener una percepción del mercado, se utilizarán diferentes simuladores para determinar los rangos de cobertura de las redes inalámbricas, además de diferentes métodos para hacer una buena proyección y análisis de viabilidad de esta empresa.

6.1 FASES

Fase 1. Investigación de mercado

Para el estudio de mercado se deben tener en cuenta varios puntos importantes para delimitar la población a la que se le va a ofrecer el servicio e identificar la competencia que tiene la empresa, como también las necesidades del mercado en cuanto al servicio de Internet en estos municipios del oriente de Caldas.

Para identificar en que barrios y a qué tipo de personas o empresas se les ofrecerá el servicio en estas tres poblaciones, se realizarán encuestas y algunas entrevistas para determinar las necesidades de los clientes potenciales y las carencias que tienen los proveedores que actualmente ofrecen servicios de Internet en estos municipios, para reforzar el análisis de la competencia se recolectará información de algunas fuentes como Internet o evaluación de estos servicios realizados por algunas entidades privadas o del gobierno.

Luego se hará un estudio de los posibles proveedores que le prestarán el servicio de Internet a esta empresa, los precios y lugares en donde sea más factible la instalación de este servicio para un óptimo funcionamiento de la red que posteriormente se debe montar.

Fase 2. Estudio técnico, legal y de infraestructura

Luego analizar el mercado, tener un número aproximado de clientes potenciales y observar los servicios que ofrecen las empresas que prestan el servicio de Internet en la región, además de los resultados que arroje el análisis de las necesidades que tienen las personas, empresas públicas y privadas de esta zona del país, se realizará el estudio legal que conlleva implementar una empresa proveedora de

servicios de Internet, además de investigar las leyes que rigen la implementación de enlaces inalámbricos de alta capacidad. Luego de esto:

- Se realizará un diseño más detallado de la forma que se ofrecerá el servicio de internet y algunos valores agregados, si se requieren para determinados clientes.
- Luego de esto se debe hacer un estudio de la topografía de la región ya que el Internet se llevará a todos estos pueblos vía inalámbrica, por lo que se debe escoger una ciudad con presencia de por lo menos un proveedor de Internet y de allí hacer el transporte con enlaces inalámbricos de alta capacidad, hasta un punto central donde se distribuirá el Internet inalámbricamente a estos tres municipios, todo esto teniendo en cuenta que para realizar los enlaces inalámbricos se debe tener una línea de visión perfecta entre los dos puntos de cada enlace para su correcto funcionamiento.
- Luego de esto se debe hacer un estudio de la topografía de cada municipio, para ubicar el punto o los puntos donde se deben situar las estaciones repetidoras para distribuir el Internet a todos los clientes potenciales obteniendo la mejor cobertura posible.
- Luego de tener los puntos donde se deben instalar las estaciones repetidoras se hará el diseño técnico de estos enlaces inalámbricos para evaluar su viabilidad y determinar los equipos de red necesarios para su posterior implementación.
- Seguidamente se realizará el análisis de las estructuras que se requieren para cada punto de repetición, ya que la altura y resistencia de las estructuras metálicas requeridas para instalar los equipos para implementar los enlaces inalámbricos depende del análisis y diseños de estos.
- Luego de completar estos análisis se debe tener en cuenta también el tipo y calidad de los equipos que se deben instalar a cada cliente ya que al manejar tecnologías inalámbricas no se podrá llegar a todos los clientes con el mismo equipo.

Fase 3. Estudio y diseño de la plataforma tecnológica

Teniendo clara la parte legal técnica y de infraestructura necesaria para el montaje de una WISP se debe hacer el diseño de la topología de red y de las condiciones técnicas y eléctricas que se deben implementar en cada estación repetidora para garantizar el 99.9% de disponibilidad del servicio a los clientes.

Luego de tener un diseño de red se diseñará una plataforma tecnología que permita la gestión de los usuarios, como la limitación de ancho de banda para cada cliente, el almacenamiento de la base de datos de los usuarios, servidores que presten servicios de valor agregado, y donde se administra la calidad del servicio que se le entrega a cada cliente, además de poseer una plataforma que permita el monitoreo y gestión permanente de toda la red.

Fase 4. Diseño de un plan estratégico para el correcto funcionamiento de todos los recursos de la empresa

Luego de establecer las características técnicas que debe tener la empresa para proveer Internet de una manera eficiente, se redactarán los puntos para saber a dónde se quiere llegar con esta empresa, cual es la misión, visión, objetivos y el plan para competir eficientemente, esto generará unas metas claras y un camino a seguir.

Luego de establecer estas metas se deben tomar las fortalezas y debilidades tanto de la parte operativa y técnica como de las necesidades y ofertas del mercado, de esto se realiza el análisis FODA, estos indicarán las Fortalezas y Debilidades que tendrá la empresa internamente, además de las Amenazas y Oportunidades que se tendrán externamente.

Posteriormente se deben establecer jerarquías y actividades a desarrollar para crear y asignar cargos a las personas que van a tener la responsabilidad de manejar los recursos de la empresa, además de fijar los lugares donde se va a tener presencia de oficinas administrativas y puntos de atención a clientes potenciales.

Al tener definidos los puntos anteriores se deben establecer políticas y reglas claras que conlleven a una buena organización y desempeño de la empresa.

Luego de tener claro a donde se quiere dirigir la empresa, se debe crear un plan de acción con unas fechas establecidas para implementar toda la infraestructura técnica y operativa.

Fase 5. Diseño de plan de mercadeo

Teniendo establecidos los productos que se van a ofrecer y el modo de funcionamiento de la empresa se debe diseñar un nombre, logo y eslogan que identifique la empresa.

Luego se debe establecer un nombre y logo llamativo para cada servicio, esto con el fin de desarrollar una marca para luego ser reconocidos fácilmente, después de tener el nombre y logo de los servicios a ofrecer se debe hacer una promoción de estos, distribuyendo volantes, anuncios en la radio, colocando vallas y pendones en lugares concurridos y comercializar con personas que ofrezcan los servicios personalmente, además de esto se debe crear una página web que permita ofrecer los servicios y dar a conocer la empresa en este medio.

Después se debe diseñar un plan para la instalación rápida y efectiva de los servicios que se ofrecerán, todo esto con un estudio previo de la capacidad que puede llegar a tener el sistema tecnológico y de recursos humanos de la empresa.

Fase 6. Estudio financiero

Luego de tener establecido tanto el funcionamiento técnico y operativo de la empresa como el diseño de los servicios que se van a ofrecer, se debe realizar un estudio detallado de todos los costos que generará, desde el costo de la primera etapa de operación, que comprende la implementación de toda la parte técnica, tecnológica y de infraestructura, como de todos los costos por ley que conlleva crear una empresa prestadora de servicios de Internet.

Después de tener detallada la inversión de la etapa de implementación, se hará el análisis de los costos que conllevará la puesta en marcha de esta empresa, además se establecerá el precio de los servicios que se prestarán, para así tener en detalle los ingresos y egresos que se tendrán mes a mes para hacer el análisis de el periodo en el que se tendrá el punto de equilibrio financiero de la empresa, y el tiempo de retorno de la inversión, que se analizará con las proyecciones que se obtengan de los estudios anteriores, lo que conllevará a definir si el negocio es viable o no.

7. DESARROLLO

7.1 INVESTIGACIÓN DE MERCADO

Para realizar la investigación de mercado en estos municipios del oriente de Caldas se emplearon encuestas para determinar el número de clientes potenciales, y el uso que le dan al Internet, como también cuánto estarían dispuestos a pagar por el servicio de internet.

El número de encuestas que se realizaron en cada municipio está dado por la Ecuación 1 que determina el tamaño de la muestra para una población finita, y es:

Ecuación 1. Tamaño de muestra para población finita

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{N \cdot e^2 \cdot Z^2 \cdot p \cdot q}$$

(Webster, 2001)

En donde: **Z**, es el nivel de confianza; **p**, es la probabilidad que ocurra el evento; **q**, es la probabilidad que no ocurra el evento; **e**, es el error; y **N**, es el universo con el cual se va a trabajar.

Para este caso se trabajó con:

Z= 1.96 que corresponde a un nivel de confianza del 95%

p=20%

q=80%

e=5%

N es el número de hogares en cada municipio, estas cifras se tomaron del censo general realizado en el año 2005 por el DANE.

El tamaño de **p** se escogió del 20% dado que el DANE dio a conocer un estudio en el 2009 que en promedio en 20% de los hogares en las cabeceras municipales tienen servicio de Internet, por lo tanto **q** debe ser 100%-p=80%.

Las preguntas formuladas en las encuestas se hicieron con el fin de tener una base de datos inicial de posibles clientes y conocer las preferencias de uso del Internet de las personas que lo utilizan, además de esto conocer el potencial de clientes que adquirirían el servicio, a continuación se muestra el formato de la

encuesta realizada en los municipios de Manzanares, Marquetalia y Pensilvania en el oriente de Caldas.

Nombre: _____

Dirección: _____

Telefono: _____

Tiene usted computador en su casa: si ___ no ___

Su computador es portátil ___ escritorio ___

Tiene servicio de Internet en su casa: si ___ no ___

Qué uso le ha dado a este servicio Chat ___ investigación ___ redes sociales ___ Juegos en línea ___ otro ___

Le gustaría adquirir el servicio de internet para facilitar cualquier labor investigativa si ___ no ___

Preferiría un servicio móvil con restricciones de descarga ___ o servicio fijo en su hogar ilimitado ___

¿Hasta cuanto estaría dispuesto a pagar por un servicio totalmente ilimitado con una velocidad de descarga fija? _____

7.1.1 Manzanares

Figura 4. Foto de manzanares tomada desde el cerro de la cruz.



Manzanares denominado "corazón del oriente" o "ciudad cordial", se encuentra ubicado en el oriente de Caldas a 117 Km de Manizales, su cabecera tiene una altitud de 1871 metros sobre el nivel del mar, limita al Norte con Pensilvania Caldas, al oriente con Marquetalia Caldas, al sur con Fresno Tolima y al occidente con Marulanda Caldas. Su economía está basada en la agricultura; el café es el principal cultivo del sector utilizando el 80% de la producción y mano de obra del municipio, esto se complementa con cultivos de caña panelera y ganadería que se divide en ceba integral y lechería (Manzanares, 2010).

La población de este municipio según el censo realizado por el DANE en el año 2005 es de 8745 personas en el área urbana con una proyección para el 2010 de 9817 personas, el número de viviendas en el área urbana es de 2780.

- Encuestas realizadas en Manzanares

Para determinar el número de encuestas necesario para obtener un nivel de confianza aceptable se utilizó la fórmula 1 con $N= 3113$, que es la número de viviendas aproximado dada una proyección con aumento de un 12% para este municipio.

- Entrevistas realizadas en Manzanares

En Manzanares se realizaron entrevistas a tres administradores de café internet que hay en la actualidad, los cuales trabajan con una línea dedicada de Telefónica TELECOM, cada uno, y dicen que el ancho de banda es muy bajo para muchas de las aplicaciones que manejan, además que cada uno cuenta con una velocidad de transferencia de 512 Kbps y pagan una suma promedio de \$830000.

También se entrevistaron varias personas que trabajan en la alcaldía del municipio y dicen que cuentan con el servicio de Internet satelital que brinda COMPARTEL, pero este Internet cuenta con una baja velocidad de transferencia además que en algunas horas no funciona, la persona encargada de contratar estos servicios dice que tomaría un servicio de mejor calidad para conectar la alcaldía a este.

En este municipio también opera una oficina de Agrobotania que está dedicado a la industria maderera, se entrevistó a la persona encargada la cual dice que cuenta con un servicio de Internet conmutado de Telefónica TELECOM que es lento y no siempre funciona, pero necesita obtener un ancho de banda mayor ya que su sistema contable trabaja con un servidor ubicado en las oficinas de ACESCO en la ciudad de Barranquilla, y estaría interesada en adquirir un servicio de mejor calidad.

7.1.2 Pensilvania

Figura 5. Foto de Pensilvania Caldas tomada desde el aire.



Pensilvania está situado a 145km de Manizales, limita con Sonsón y Nariño (Antioquia) al Norte y Noroeste; Samaná al Oriente; Aguadas, Salamina y Marulanda al occidente; Marquetalia y Manzanares al sur y suroeste; tiene una altura de 2100 metros sobre el nivel del mar en su cabecera, su economía está basada en el cultivo de café principalmente, seguido de de la siembra de bosque de pino con fines madereros, también se encuentran algunos cultivos de caña para la elaboración de panela, plátano, maíz y papa (Pensilvania, 2010).

El número de habitantes de Pensilvania Caldas según el censo realizado por el DANE en el año 2005 es de 7773 personas en el área urbana con una proyección para el 2010 de 8224 personas.

- Encuestas realizadas en Pensilvania

Para determinar el número de encuestas necesarias para obtener un nivel de confianza de un 95% y un error del 5% se utilizó la Formula 1. Con un valor de $N=2366$ que sería el número de hogares proyectados por el DANE con un incremento aproximado del 5% con referencia al censo realizado en el año 2005.

- Entrevistas Pensilvania

En el municipio de Pensilvania se le hicieron entrevistas a varias empresas y negocios entre los cuales están los café Internet, que en la actualidad son 4, 3 de ellos operan con líneas dedicadas de Telefónica TELECOM, que tienen una velocidad de transferencia de 512 Kbps y un valor promedio de \$850000, el otro de estos negocios trabaja con un canal satelital de SKINET que permanentemente se queda sin conexión por los cambio climáticos, y además tiene un ancho de banda de 512Kbps con un valor de \$890000.

Como la principal actividad económica de este municipio es la comercialización de madera, existen 2 empresas que manejan este negocio y pagan un canal satelital de AXESAT el cual comparten por medio de un enlace inalámbrico establecido entre las dos oficinas, estas empresas utilizan el Internet para conectarse a un servidor en las oficinas de ACESCO en la ciudad de Barranquilla, para manejar todo su sistema contable, estas 2 empresas estarían dispuestas a adquirir un servicio de Internet con un mayor ancho de banda y más económico.

En el municipio de Pensilvania está ubicada una institución educativa llamada IES CINOC en la cual se ofrecen carreras técnicas, cuenta con una conexión satelital a Internet de 512Kbps por la cual pagan la suma de \$850000, en la actualidad esta institución tiene 60 computadores donde están incluidos los computadores del área administrativa y los que son utilizados por los estudiantes para realizar sus investigaciones y trabajos, todos estos computadores están en red y están conectados a Internet, la persona encargada dice que están buscando un proveedor que les brinde un mayor ancho de banda, ya que por la cantidad de computadores que tienen conectados por este canal satelital, el servicio se torna demasiado lento, sin contar con las caídas que tienen por mal clima.

7.1.3 Marquetalia

El municipio de Marquetalia se encuentra localizado a los 15° 18' de Latitud Norte y 75° 3' de Longitud al Oeste del Meridiano de Greenwich, a 124 Km de Manizales, su capital, tiene una altura de 1600 metros sobre el nivel del mar en su cabecera y limita con al norte con Samaná y Pensilvania; al sur con el municipio de Fresno y Mariquita (Tolima); al oriente con el municipio de Victoria y al occidente con el municipio de Manzanares, su economía está basada principalmente en la producción cafetera y ganadera, además se cultiva el plátano y la caña panelera como parte de los procesos de diversificación (Marquetalia, 2011).

El número de habitantes del municipio de Marquetalia Caldas en su cabecera municipal según el censo realizado en el año 2005 es de 5646 habitantes con una proyección para el 2010 de de 6128 habitantes.

Figura 6. Foto de Marquetalia tomada desde cafetal.



- Encuestas realizadas en Marquetalia

Para determinar el número de encuestas que se deben realizar en el municipio de Marquetalia y tener un 95% de confianza con un error estimado del 5% se utilizó la fórmula 1 con un valor de $N=2116$ que corresponde al número de hogares proyectados para el año 2010 según el censo realizado en el año 2005 por el DANE.

- Entrevistas realizadas en Marquetalia

En el municipio de Marquetalia sólo hay un café Internet que está ubicado debajo de la alcaldía y comparte el servicio de Internet con esta, el servicio lo provee COMPARTEL pero como tanto el café Internet como la alcaldía necesitan un buen ancho de banda pagan un canal de 1Mbps el cual les cuesta \$1200000, este servicio como todos los servicios de Internet por satélite, presenta fallas por cambios climáticos y por fallas en el sistema de la compañía que presta este servicio.

También se entrevistaron personas que trabajan en el hospital de este municipio llamado HOSPITAL San Cayetano, donde utilizan el Internet para consultar bases de datos de EPS y algunas otras actividades que tienen que ver con la medicina, allí cuentan con el servicio de Internet de COMPARTEL pero este solo le mantiene este servicio en algunas horas del día, por lo que la persona encargada de contratar este tipo de servicios para esta institución dice que si existiera una

empresa que prestara un mejor servicio de Internet lo tomarían sin duda, ya que es un servicio vital para un buen funcionamiento administrativo de este hospital.

7.1.4 Análisis de los posibles competidores en los 3 municipios.

Actualmente los proveedores que más tienen aceptación entre las familias de estos tres municipios son los de Internet móvil, ya que en estas tres poblaciones cuentan con tecnología 3G de COMCEL, este ofrece los siguientes planes de Internet, como se muestra en la tabla 9.

Tabla 9. Precios planes Internet móvil Comcel

Paquete de navegación	Cargo fijo mensual
Avanzada 500MB	\$24.900
Avanzada 1GB	\$31.900
Avanzada 2GB	\$39.900
Avanzada 3GB	\$52.900
Avanzada 5GB	\$68.900
Avanzada 10GB	\$92.900

(Comcel, 2011)

Todos los planes nombrados anteriormente tienen una velocidad de transmisión de hasta 1.4Mbps, después de consumir la cantidad de KB contratados se empieza a cobrar \$0.02 por KB adicional, para el plan de 10GB el KB adicional tiene un costo de \$0.01.

Este operador también ofrece un plan ilimitado de Internet que tiene un costo de \$52900 mensuales, este plan permite navegación a una velocidad de hasta 1.4 Mbps hasta un consumo de 3GB luego de esto la velocidad máxima se reduce a 128Kbps.

Este servicio ofrece una tasa de transferencia máxima de 2Mbps en estos municipios, pero si se está a una distancia de más de 1Km de la estación base, la velocidad de transmisión máxima se ve seriamente afectada, los datos de planes y precios fueron obtenidos de la página WEB de este operador de telefonía celular.

También es posible adquirir un servicio de Internet satelital en cualquiera de estos tres municipios, a continuación se mostrarán los planes y precios que ofrece el operador Axesat:

Plan residencial Premium ofrece 256Kbps de velocidad de bajada y 64Kbps de subida con un precio mensual de \$458200; plan 512 Kbps de velocidad de bajada y 128 Kbps de subida, tienen un costo mensual de \$690200.

Plan fin de semana, funciona de 6 de la tarde a 7 de la mañana todos los días y el fin de semana todo el día, ofrece una velocidad de 300Kbps de bajada 128Kbps de subida y tienen un precio de \$1558000 anual.

Los planes de Internet dedicado de 1024Kbps que ofrece la misma velocidad de subida que de bajada, tiene un costo mensual de \$4000000 y el de 2048Kbps tiene un costo mensual de \$8000000. Estos precios y planes fueron obtenidos al llamar al call center de esta empresa al número telefónico en Bogotá 2916464.

El operador de telefonía fija, Telefónica TELECOM ofrece planes de Internet conmutado que tiene una velocidad de transferencia máxima de 64Kbps en un valor mensual de \$54241, también ofrece canales dedicados de 1Mbps en \$3000000 mensuales y un canal de 2Mbps en \$4000000 mensuales. Estos datos se obtuvieron llamando al PBX de Telefónica TELECOM 018000930930.

7.1.5 Posibles proveedores de Internet banda ancha o dedicado.

En la ciudad de La Dorada Caldas se encuentra un único proveedor de Internet banda ancha, que es Telefónica TELECOM, que en la actualidad está ofreciendo planes de 8Mbps de velocidad de bajada y 900Kbps de subida con un valor de \$272,370 con televisión y telefonía nacional y local ilimitada.

Estos valores y planes fueron obtenidos llamando a la línea nacional de atención al cliente 018000930930.

En la ciudad de Manizales Caldas se encuentran ofreciendo Internet banda ancha en la actualidad, UNE y Telmex y Media Commerce, entre otros. Telmex ofrece Internet empresarial de 10Mbps de bajada y 3Mbps de subida por \$248000 IVA incluido, este operador también ofrece un canal de Internet de 20Mbps de bajada y 3Mbps de subida en \$338000 IVA incluido de renta mensual, cualquiera de los dos servicios incluye 5 IP públicas fijas, estos valores se obtuvieron llamando a la línea de atención para negocios de Telmex a nivel nacional 018000180456.

La empresa UNE ofrece Internet banda ancha de 8Mbps de bajada y 2Mbps de subida en un valor mensual de \$27370 IVA incluido con una IP pública fija, esta información se obtuvo llamando a la línea de atención al cliente de UNE 018000410141.

Media Commerce ofrece planes de Internet por fibra óptica directamente instalados en el lugar requerido, estos planes y valores se muestran en la tabla 10:

Tabla 10. Valores líneas de Internet Media Commerce

Reúso	Taza de transferencia	Precio mensual
1:1	1 Mbps	\$930.000
1:8	2 Mbps	\$ 620.000
1:8	20 Mbps	\$ 1'370.000
1:8	16 Mbps	\$ 1'250.000

La instalación tiene un costo de \$975000 en planes sin reúso y de \$800000 en planes con reúso, estos valores se obtuvieron llamando a la línea nacional de atención al cliente de Media Commerce 018000112862.

7.2 ESTUDIO TÉCNICO, LEGAL Y DE INFRAESTRUCTURA

7.2.1 Estudio legal

Para planear cualquier tipo de empresa, se deben tener en cuenta las leyes que rigen el tipo de actividad que va a desempeñar en dicha empresa, en este caso es una empresa de telecomunicaciones en donde se van a prestar servicios de Internet utilizando el espectro electromagnético, por lo que se deben investigar todas las normas que se deben seguir para garantizar una operación completamente legal, a continuación se mostrarán estas normas.

- Para poner en funcionamiento una empresa proveedora de servicios de Internet se debe tramitar la habilitación general ante el ministerio de tecnologías de la información y las comunicaciones, este trámite se debe llevar a cabo en la página WEB de este ministerio, los requisitos y datos mínimos que se deben suministrar para obtener esta habilitación se encuentran en el decreto 4948 del 18 de diciembre de 2009 y son los siguientes:

Datos de identificación del proveedor de redes y/o servicios:

- Razón social.
- Nombre comercial, cuando sea del caso.

- Número de identificación tributaria, NIT.
- Nombre, apellidos y documento del representante legal.
- Nombres, apellidos y documento de identidad de los socios. En el caso de las sociedades anónimas, el de los miembros de su junta directiva, salvo lo dispuesto para las Sociedades Anónimas Simplificadas.
- Dirección de correspondencia y de notificación, y teléfono de contacto.
- Dirección de correo electrónico.
- Datos del apoderado, cuando sea del caso.

Descripción de la red, el servicio y el recurso escaso:

- Manifestación expresa de la condición de ser proveedor de redes, proveedor de servicios, proveedor de redes y/o servicios de telecomunicaciones o titular de permisos para el uso de recursos escasos.
- Descripción de la red o servicio que el proveedor tiene intención de explotar o proveer, que deberá incluir:

Información relevante de la red:

- Medios de transmisión: Alámbricos, inalámbricos, ópticos o de cualquier clase.
- Ámbito de cobertura: Nacional, departamental o municipal.
- Descripción funcional de los servicios de acuerdo con las condiciones generales de operación y explotación comercial de redes y servicios que determine el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.
- Identificación del recurso escaso, indicando el acto administrativo de otorgamiento del permiso.

Adicional a estos datos se deben adjuntar algunos documentos de soporte de la información que se está suministrando, todo esto electrónicamente, si por algún motivo no se pueden adjuntar estos documentos vía electrónica se deben enviar

físicamente al ministerio de las tecnologías de la información y las comunicaciones, el ministerio de las tecnologías de la información y las comunicaciones tendrá diez (10) días hábiles para verificar la información y 15 días hábiles en caso que los documento se hallan enviado físicamente.

Luego de ser comprobada esta información el ministerio de las tecnologías de la información y las comunicaciones comunicará al proveedor de redes y/o servicios de telecomunicaciones vía correo electrónico que ha sido incluido en el registro y enviará el soporte electrónico correspondiente.

La prestación de servicios de telecomunicaciones genera una contraprestación que debe ser pagada al ministerio de las tecnologías de la información y las comunicaciones, dicha contraprestación está definida en la resolución 290 de 26 de marzo del 2010, la cual dice en el artículo 2 que corresponde a la contraprestación periódica para la habilitación general, que los proveedores de redes y/o servicios de telecomunicaciones deben cancelar a favor del fondo de tecnologías de la información y las comunicaciones, el 2.2% sobre los ingresos brutos causados por la provisión de redes y/o servicios de telecomunicaciones, excluyendo terminales, del respectivo proveedor, esta autoliquidación se debe hacer trimestralmente.

Para poner en funcionamiento una empresa proveedora de Internet inalámbrico se deben tener en cuenta las normas que rigen el espectro radioeléctrico, en este caso se debe tener en cuenta las normas que rigen las frecuencias de uso libre ya que estas son las que se van a utilizar ya que las frecuencias que generan contraprestaciones son demasiado costosas.

Para hacer un correcto uso de las frecuencias libres y tener en cuenta todo lo que la ley exige, se deben seguir los requisitos que están en la resolución 689 del 21 de abril de 2004 en la cual está dispuesto todo lo que tiene que ver con las frecuencias de libre utilización, para este proyecto se tendrán en cuenta las normas que rigen los sistemas de modulación digital ya que es el tipo de modulación que utilizan los equipos para redes inalámbricas.

Se atribuyen dentro del territorio nacional sobre la base de no interferencia y no protección de interferencia, para su libre utilización por sistemas de acceso inalámbrico y redes de área local que empleen tecnologías de espectro ensanchado y modulación digital, de banda ancha y baja potencia, los siguientes rangos de frecuencia:

Banda de 902 a 928 MHz
Banda de 2 400 a 2 483,5 MHz
Banda de 5 150 a 5 250 MHz

Banda de 5 250 a 5 350 MHz
 Banda de 5 470 a 5 725 MHz
 Banda de 5 725 a 5 850 MHz

Los sistemas que utilicen modulación digital en las bandas de 902 a 928 MHz, 2400 a 2483,5 MHz y de 5725 a 5850 MHz, pueden operar con un ancho de banda mínimo a 6db, a 500 kHz, y una potencia máxima de 1 vatio.

Si se emplean antenas direccionales mayores a 6 dBi, la potencia pico del transmisor en las frecuencias de 2400 a 2483,5 MHz debe ser reducida en 1 dB por cada 3 dB que la antena direccional exceda los 6 dBi, los sistemas que operen en las frecuencias de 5725 a 5850 MHz que sean utilizadas para operaciones fijas punto a punto pueden utilizar antenas con ganancia mayor a 6 dBi sin la anterior restricción.

Los sistemas con antenas omnidireccionales solo serán permitidos si su potencia máxima es menor o igual a 100 mW, los sistemas que excedan esta potencia deben utilizar antenas con un ancho de lóbulo no mayor a 90 grados.

La banda de 2300 a 2400MHz se puede utilizar a título secundario para sistemas de acceso inalámbrico y redes de área local que utilicen tecnologías de espectro ensanchado y modulación digital, de banda ancha y baja potencia, previo registro ante el ministerio de comunicaciones bajo las condiciones operativas y particulares de la banda de 2400 a 2483,5 establecidas en la resolución 689 del 21 de abril de 2004, para la utilización de esta banda se aplicará el artículo 39.2 del decreto 1972 de 2003 por el cual se establece el régimen unificado de contraprestaciones por concepto de concesiones, autorizaciones, permisos y registros en materia de comunicaciones y los trámites para su liquidación, cobro, recaudo y pago, dicho artículo establece que los valores a pagar por anualidades anticipadas serán relacionados en la tabla 11.

Tabla 11. Valor de contraprestaciones a título secundario

APLICACIÓN	VALOR ANUAL SMLMV
Sistemas de espectro ensanchado para uso en áreas cerradas y campus, con alcances menores a 500 metros, tales como: centros comerciales, universidades, sedes deportivas, plantas industriales, patios de carga y maniobras.	0.5
Sistemas de espectro ensanchado configuración punto a punto en exteriores.	1
Sistemas de espectro ensanchado configuración punto multipunto en exteriores.	5

(Decreto 1972, 2003)

El registro de pago anual solo ampara dichos sistemas dentro del área autorizada y el espectro radioeléctrico a título secundario.

7.2.2 Estudio técnico

Para implementar una empresa que brinde un servicio de Internet de excelente calidad y con un mínimo de cortes en el servicio, se debe realizar un diseño cuidadoso de todos sus recursos técnicos ya que el buen funcionamiento de estos es una base fundamental para el correcto funcionamiento y desarrollo de la empresa.

7.2.2.1 Análisis y diseño de oferta de internet en los 3 municipios

Analizando las encuestas realizadas en los municipios de Manzanares, Marquetalia y Pensilvania en el departamento de caldas, se detectó que hay un gran potencial de clientes en hogares pero el precio que están dispuestos a pagar esta entre \$ 20.000 y \$ 30.000 como el más preferido, seguido de el rango comprendido entre \$ 40.000 y \$50.000, teniendo en cuenta que en esta región no hay proveedores de Internet banda ancha, y la competencia directa son los operadores de telefonía celular con tecnología 3.5G, que ofrecen una velocidad de hasta 2Mbps pero tienen una limitación en la cantidad de bits descargados, dado esto se puede considerar ofrecer un plan mínimo de 1Mbps en alguno de los rangos de precios preferidos por las personas encuestadas, y también se podría ofrecer unos planes un poco más costosos con un poco más de velocidad.

Analizando también las entrevistas realizadas a encargados de empresas y café internet en estos tres municipios, se vio que estas empresas estarían dispuestas a pagar aproximadamente unos \$800.000 por un servicio de internet con un buen ancho de banda y calidad en el servicio, por esto se podrían ofrecer planes corporativos que brinden algunos beneficios adicionales, como mayor velocidad tanto de bajada como de subida, IP publicas fijas, túneles para unificar la red interna de una misma compañía que tengan oficinas en diferentes lugares, y algunos otros valores agregados que se puedan ofrecer tanto sobre Internet como en la misma red propia.

7.2.2.2 Estudio de topografía para ubicación de enlaces inalámbricos

Con el fin de encontrar los puntos en los cuales se deben ubicar los equipos para implementar los enlaces inalámbricos de alta capacidad para llevar el servicio de Internet a los municipios de Manzanares, Marquetalia y Pensilvania en el departamento de Caldas, se exploró la región en búsqueda de puntos altos cercanos a estos municipios y con línea de visión a municipios y ciudades con

presencia de uno o varios operadores de Internet banda ancha. Al realizar preguntas a personas que trabajan en emisoras locales se detectó que el cerro Guadalupe, es un punto estratégico donde hay línea de visión directa con los municipios de Marquetalia, Manzanares y La Dorada, ubicada también en el oriente de caldas, donde el operador Telefónica Telecom presta el servicio de Internet banda ancha. Desde este cerro también hay línea de vista con un cerro cercano al nevado del Ruiz llamado cerro Gualí, del cual se ve sin ninguna obstrucción la ciudad de Manizales, capital del departamento, donde hay presencia de diferentes operadores de Internet. El municipio de Pensilvania tiene una obstrucción absoluta de la línea de vista desde el cerro Guadalupe, pero desde allí se ven varios puntos de los cuales se puede cubrir este municipio.

Figura 7. Fotografía tomada desde el suroccidente de Manzanares

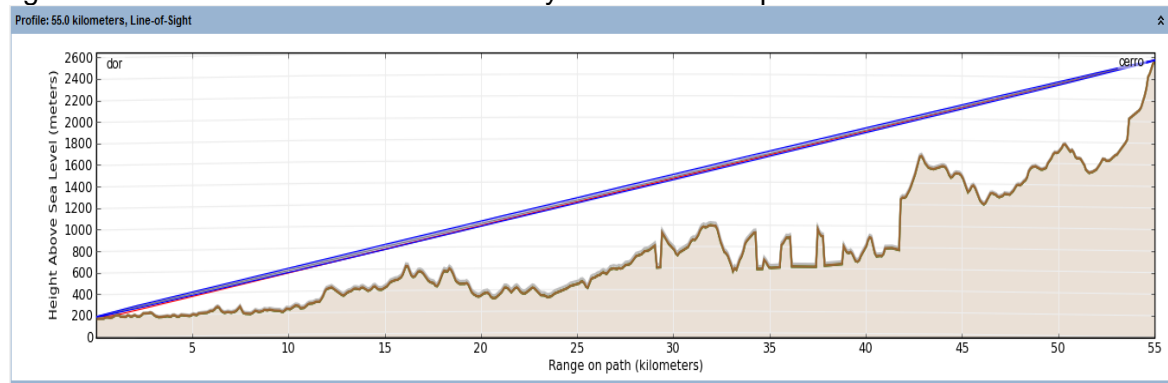


A continuación se mostrarán los perfiles del terreno por donde pasarán los enlaces inalámbricos y la ubicación de los sitios en los cuales se van a ubicar los equipos para realizar los enlaces microondas que apuntan hacia el cerro Guadalupe, este cerro se encuentra ubicado a $5^{\circ} 16' 56.5674''$ Norte y $75^{\circ} 8' 2.3634''$ Oeste con una altitud aproximada de 2600 metros sobre el nivel del mar y aproximadamente a 4 Km al Nororiente del centro del municipio de Manzanares, en la figura 7 se muestra una fotografía en la que se muestra el cerro Guadalupe en la parte superior del municipio de Manzanares.

El enlace desde el cerro Guadalupe hasta La Dorada, es el enlace más largo que se debe realizar ya que es de aproximadamente de 55Km, en la dorada es posible conseguir una casa de una persona conocida que arrendaría un espacio en el

patio para construir una torre donde se alojarían los equipos y antenas necesarios para implementar este enlace, esta casa está ubicada a $5^{\circ} 27' 2.016''$ Norte y $74^{\circ} 39' 59.94''$ Oeste a una altitud aproximada de 200 metros sobre el nivel del mar. En la figura 8 se muestra el perfil de este enlace obtenido con el software PTP Linkplanner de Motorola.

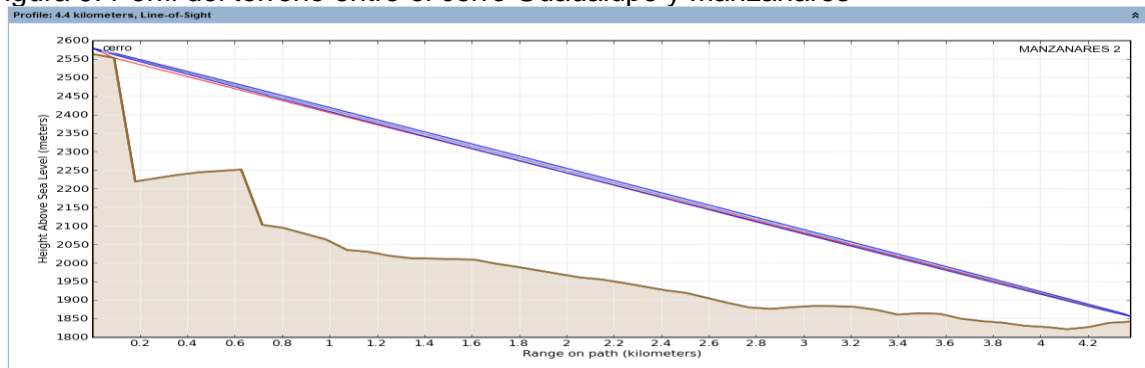
Figura 8. Perfil de terreno entre la dorada y Cerro Guadalupe



En la figura 8 se ve que la línea azul que es la zona de Fresnel no tiene ningún tipo de obstrucción entre el punto tomado en el cerro Guadalupe ubicado al lado derecho de la figura y el punto que corresponde La Dorada ubicado al lado izquierdo, por lo que demuestra que el enlace puede ser viable.

El enlace más corto desde el cerro Guadalupe es el que lleva la señal hasta el municipio de Manzanares donde hay un terreno al suroccidente, del cual se ve la mayor parte del área urbana de este municipio y se encuentra ubicado a $5^{\circ} 14' 56.112''$ Norte y $75^{\circ} 9' 18.3954''$ Oeste a 1900 Metros sobre el nivel del mar aproximadamente y está a 4.5 Km en línea recta, el perfil del terreno también se obtuvo con el software PTP Linkplanner de Motorola, el cual se muestra en la figura 9.

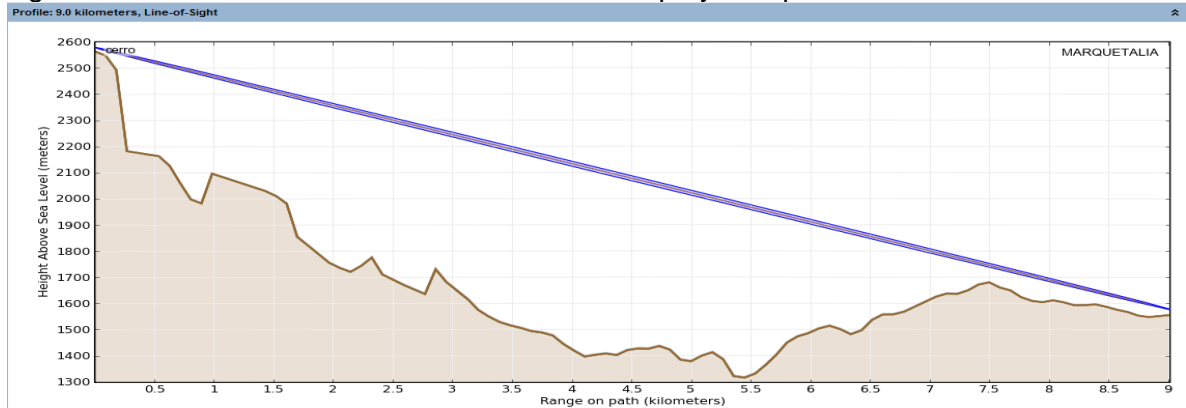
Figura 9. Perfil del terreno entre el cerro Guadalupe y Manzanares



Como se ve en la figura 9 no hay ningún obstáculo entre el cerro Guadalupe y el municipio de Manzanares, por lo que se podría realizar un enlace punto a punto sin ningún inconveniente.

Otro de los enlaces directos al cerro Guadalupe es el enlace que se debe realizar al municipio de Marquetalia, donde un edificio ubicado en el centro de esta población es posiblemente uno de los mejores puntos para montar los equipos repetidores ya que tiene una visión de la mayor parte del área urbana de este municipio, este punto se encuentra ubicado a $5^{\circ} 17' 47.0754''$ Norte y $75^{\circ} 3' 14.0034''$ Oeste, y de allí se ve perfectamente el cerro Guadalupe como se muestra en el perfil del terreno que se muestra en la figura 10.

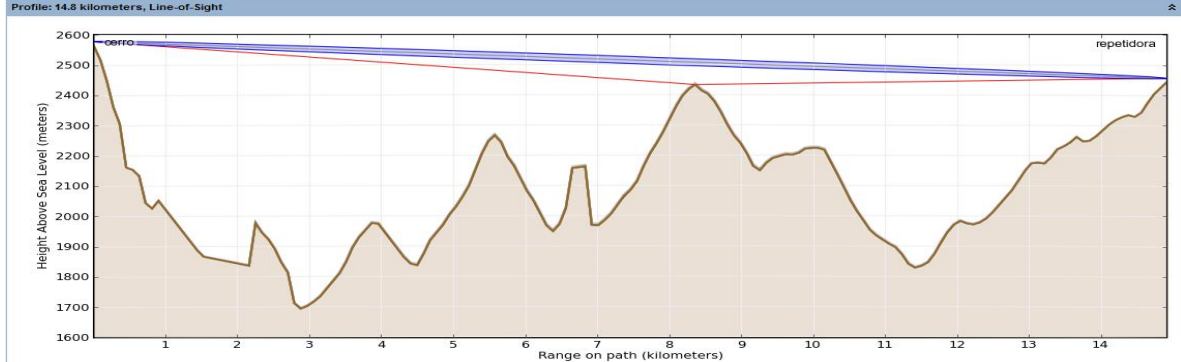
Figura 10. Perfil del terreno entre el cerro Guadalupe y Marquetalia



Como se ve en la figura 10 no hay ningún obstáculo que obstruya la línea de visión con el cerro Guadalupe desde el municipio de Marquetalia por lo que un enlace entre estos dos puntos sería factible.

Los anteriores perfiles corresponden a los enlaces que se pueden realizar directamente al cerro Guadalupe, pero hay dos puntos que no tienen línea de visión directa con este cerro, por lo cual es necesario ubicar unas repetidoras para llegar al municipio de Pensilvania y a la ciudad de Manizales. Para repetir al municipio de Pensilvania, el punto más viable que se encontró es una casa que se encuentra al borde de la carretera que conduce del municipio de Pensilvania al corregimiento de Arboleda, este punto se encuentra ubicado a $5^{\circ} 24' 58.968''$ Norte y $75^{\circ} 8' 22.6674''$ Oeste a una altura de 2450 metros sobre el nivel del mar y a 15 Km del cerro Guadalupe, este sitio se escogió dada la cercanía con el municipio de Pensilvania por cuestiones de mantenimiento y reparación en tiempos muy cortos, el perfil del terreno entre el cerro Guadalupe y esta repetidora se mostrará en la figura 11.

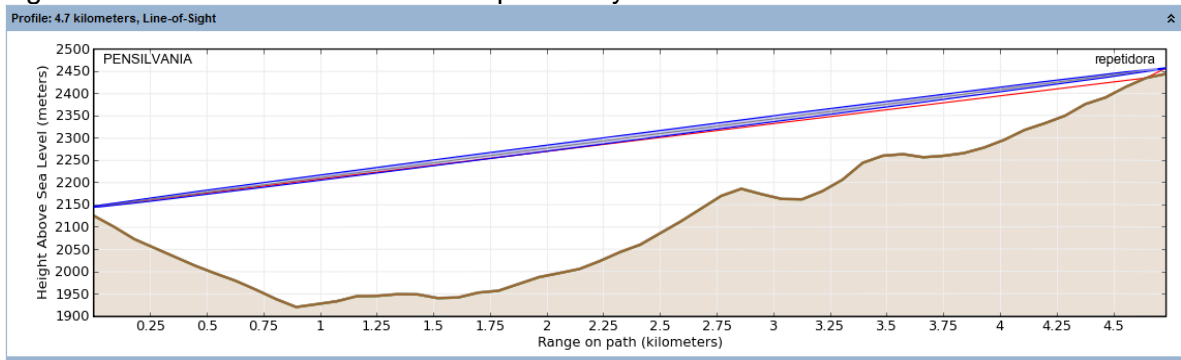
Figura 11. Perfil del terreno entre el cerro Guadalupe y repetidora a Pensilvania



En la figura 11 se ve que la zona de Fresnel de un enlace inalámbrico entre el cerro Guadalupe y el sitio escogido para la repetidora que llevará el Internet al municipio de Pensilvania no se encuentra obstruida, por lo que sería un enlace viable.

Para ubicar los equipos inalámbricos que van a recibir la señal que viene desde la repetidora y para distribuir el Internet en el municipio de Pensilvania se escogió un punto cercano a la carretera que comunica el municipio de Manzanares con Pensilvania que queda aproximadamente a 1 Km de Pensilvania y está ubicado a $5^{\circ} 22' 35.904''$ Norte y $75^{\circ} 9' 19.62''$ Oeste, desde allí es posible ver un 90% de este municipio, por lo que es un sitio apropiado para la distribución del servicio de Internet, en la figura 12 se mostrará el perfil del terreno que corresponde al enlace que va desde la repetidora hasta el punto escogido en el municipio de Pensilvania.

Figura 12. Perfil del terreno entre la repetidora y Pensilvania



Como se muestra en la figura 12 el enlace entre la repetidora y el municipio de Pensilvania es completamente viable ya que no existe ningún obstáculo entre estos dos puntos.

Así como para llegar al municipio de Pensilvania hay que implementar una repetidora, también se debe hacer lo mismo con el enlace que se realizará a la ciudad de Manizales desde el cerro Guadalupe, ya que la cadena montañosa a la cual pertenece el nevado del Ruiz, obstruye totalmente la línea de visión con este cerro, por esto se escogió un cerro ubicado cerca a este nevado del cual se ve la ciudad de Manizales y el cerro Guadalupe, este cerro es llamado Gualí y se encuentra ubicado a $4^{\circ} 57' 9.5034''$ Norte y $75^{\circ} 21' 4.3914''$ Oeste, con una altura de 4200 metros sobre el nivel del mar, en la figura 13 se mostrará el perfil del terreno que muestra la viabilidad de un enlace inalámbrico punto a punto entre el Cerro Guadalupe y Gualí.

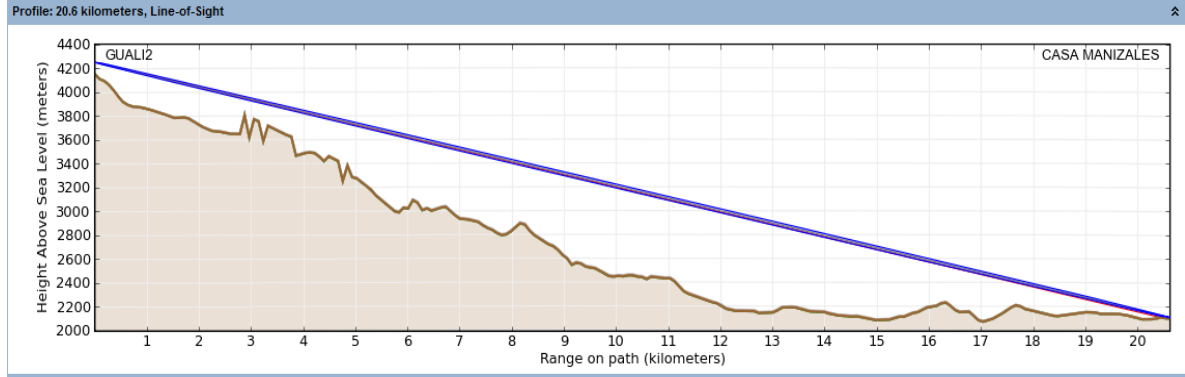
Figura 13. Perfil del terreno entre cerro Guadalupe y Gualí



Como se ve en la figura 13 la línea de visión entre el cerro Guadalupe y Gualí casi está obstruida por una pequeña protuberancia en el terreno cercano al Gualí, pero la franja azul que representa la zona de Fresnel está totalmente libre lo que demuestra que el enlace inalámbrico entre estos dos puntos puede realizarse exitosamente.

En la ciudad de Manizales se escogió una casa ubicada en el barrio San Jorge, desde donde hay una línea de visión perfecta con el cerro Gualí, esta casa tiene un patio en el cual es posible construir una torre para alojar todos los equipos y antenas necesarios para realizar el enlace inalámbrico, además esta casa se encuentra ubicada en un lugar central de la ciudad, por lo que hay cobertura de todos los operadores de Internet que se encuentran prestando el servicio en la ciudad, este predio se encuentra ubicado a $5^{\circ} 4' 1.884''$ norte y $75^{\circ} 29' 52.5114''$ Oeste y a 2100 metros sobre el nivel del mar, en la figura 14 se mostrará el perfil del terreno que muestra la viabilidad del enlace que se debe realizar entre el cerro Gualí y la ciudad de Manizales.

Figura 14. Perfil del terreno entre el cerro Gualí y la ciudad de Manizales



Como se muestra en la figura 14 el enlace que se debe realizar entre el cerro Gualí y la casa escogida en la ciudad de Manizales es completamente viable ya que no hay ningún tipo de obstrucción entre estos dos puntos.

Los anteriores análisis son realizados para comprobar si realmente cada uno de los enlaces que se deben implementar cumple con el primer requisito que es tener línea de vista directa entre los puntos que se realizarán estos enlaces inalámbricos, luego de esto se debe realizar el diseño para determinar el tipo de antenas y equipos que se deben utilizar para que estos enlaces sean óptimos para prestar un servicio de Internet de buena calidad en los municipios de Manzanares, Marquetalia y Pensilvania.

7.2.2.3 Estudio de la topografía de cada municipio

Para analizar la cobertura de cada una de las estaciones base que se escogieron en cada municipio, se utilizó el programa Radio Mobile, que como el programa PTP Link Planner de Motorola, también sirve para calcular enlaces inalámbricos punto a punto. Además de calcular la cobertura de sistemas inalámbricos punto multipunto, este programa utiliza cartografía digital del terreno, la cual es descargada desde Internet directamente por el programa. Los patrones de irradiación de las antenas más comunes debieron hacerse manualmente tomando patrones de irradiación de las antenas sectoriales de 90° para obtener una simulación más confiable. El primer municipio que se analizará es Manzanares, para este caso se tomó el punto que se nombró en el análisis de los enlaces troncales para este municipio, en este análisis se tomaron 2 antenas de 90° que es la máxima apertura permitida por el Ministerio de las Tecnologías de la Información y las comunicaciones para utilizar potencias mayores a 100 mW, una de las antenas tiene un azimut de 270° y la otra tiene uno de 10° , esto para completar 180° de apertura sumando las dos antenas, los cuales cubren el municipio en aproximadamente un 95%. Para esta simulación se tuvo en cuenta

una potencia de 200mW, unas antenas de 16 dBi de ganancia y polarización horizontal, con una frecuencia que está entre 2400 y 2500 MHz. En la figura 15 se muestra el resultado de la simulación con este programa y un sistema con las características aquí nombradas.

Figura 15. Simulación de cobertura en el municipio de Manzanares

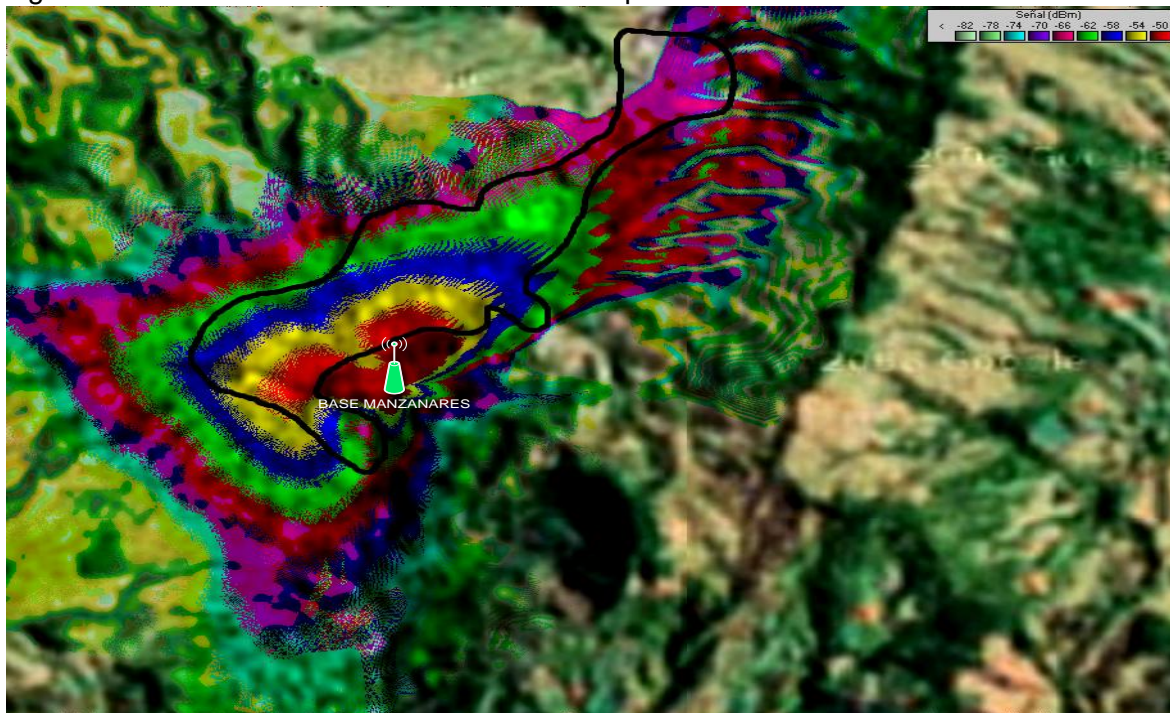
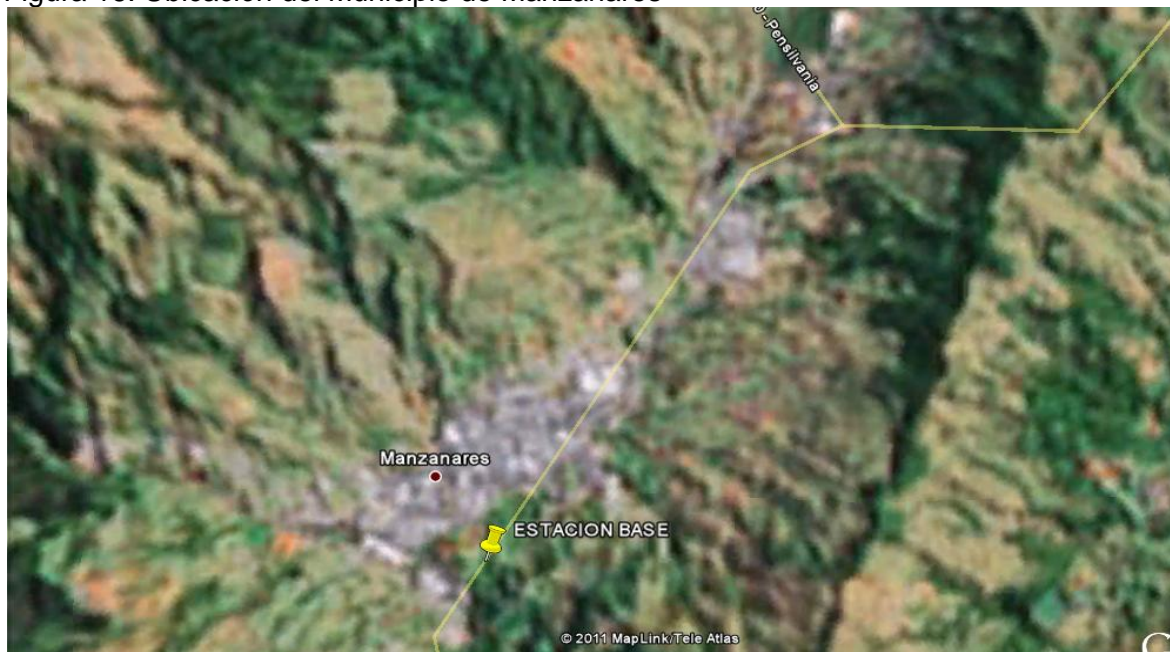


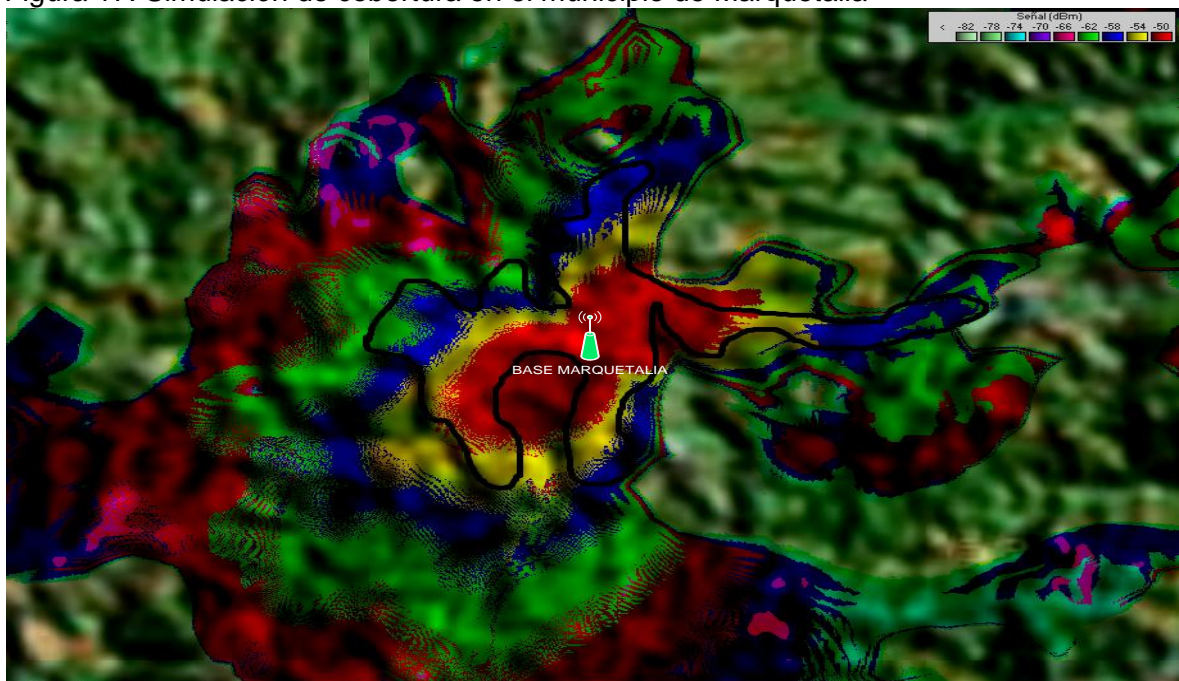
Figura 16. Ubicación del Municipio de Manzanares



En la figura 15 se muestra la ubicación de la estación base en la parte inferior y los niveles de señal por color están indicados en la parte superior, en la figura 16 se ve la ubicación del pueblo mostrada como una mancha gris y el sitio donde se encuentra ubicada la estación base sin la simulación que muestra el patrón de irradiación, para que sea más clara la zona en la que se debe tener cobertura, en la figura 15 se muestra con una línea negra el contorno del área urbana para mostrar claramente como se comportaría la señal de la repetidora en todos los rincones de este municipio, se tomaron las dos imágenes para que sea más claro el lugar donde se encuentra el municipio y los lugares donde se tendrá cobertura, ya que no se encuentra una imagen de alta definición de esta población. En la imagen de la simulación se muestra que la cobertura es casi total ya que a los lugares del municipio más alejados de la estación base se llegaría con una intensidad de señal de -63 dB, pero esto puede variar dependiendo de los equipos que se utilizarán para los clientes, y las obstrucciones por edificaciones.

Para el municipio de Marquetalia se tuvieron en cuenta las mismas características de la estación repetidora propuesta para Manzanares, teniendo en cuenta que también se utilizarán 2 antenas de 90° para lograr una mayor cobertura, para realizar esta simulación se tiene en cuenta que la estación base se encuentra ubicada en el mismo punto propuesto en la simulación de enlaces trocales para el municipio de Marquetalia y la primera antena con un azimut de 225° y un ángulo de elevación de 0°, la segunda antena tiene un azimut de 45° y un ángulo de elevación de 0°, en la figura 17 se muestra el diagrama de irradiación simulado en el programa Radio Mobile para el municipio de Marquetalia.

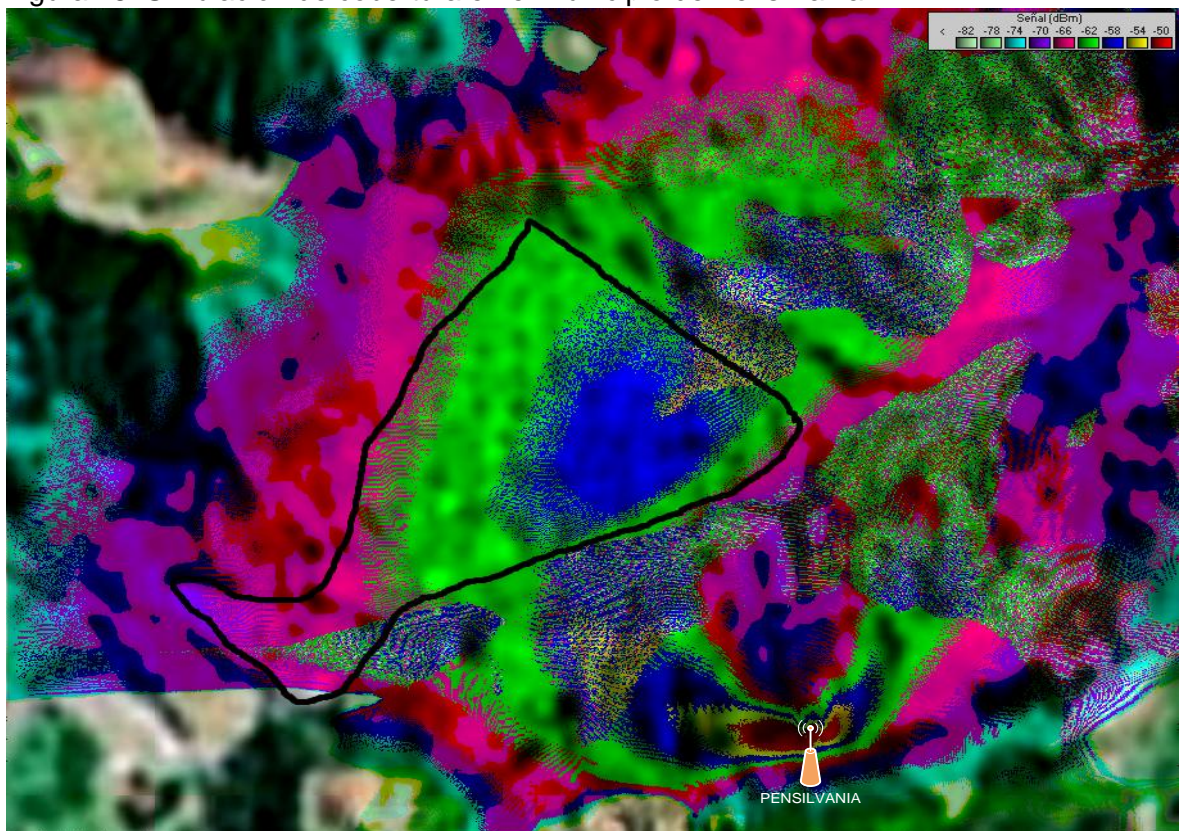
Figura 17. Simulación de cobertura en el municipio de Marquetalia



En la figura 17 se muestra la ubicación de la estación repetidora en todo el centro y con una línea negra el contorno del área urbana del municipio, en la parte superior se muestran los niveles de señal esperados por cada color mostrado en la simulación de cobertura para esta población, en esta figura se ve que en el peor de los casos el nivel de señal llegaría a -62 dBm en los lugares más alejados de la estación base propuesta, siendo un buen nivel de señal ya que los equipos más comunes tienen un nivel de sensibilidad de -87 dBm en promedio, obteniendo así un nivel de señal muy bueno en una gran parte del área urbana.

Para el municipio de Pensilvania se realizó la simulación de cobertura teniendo en cuenta las mismas características de las estaciones base propuestas para los municipios nombrados anteriormente, el sitio propuesto para la estación repetidora es el nombrado en las simulaciones de los enlaces troncales para Pensilvania, en esta oportunidad se propone una sola antena de 90° ya que con esta es suficiente para cubrir gran parte del área urbana de este municipio, los parámetros que cambiaron para esta simulación es el azimut de la antena que es de 330° y un ángulo de elevación de 0°, en la figura 18 se mostrará el resultado de la simulación de cobertura obtenida con el programa Radio Mobile para el municipio de Pensilvania.

Figura 18. Simulación de cobertura en el municipio de Pensilvania



En la figura 18 se muestra el contorno del área urbana del municipio de Pensilvania trazado con una línea negra, la estación base se encuentra representada con un diagrama de una antena en la parte inferior de la figura, los niveles de señal esperados por cada color de la simulación se muestran en la parte superior. En esta simulación se ve que solo una pequeña porción del municipio quedaría sin cobertura desde la estación base propuesta, y en el resto de la población se llegaría a un nivel de señal de -66 en las partes más alejadas de la estación repetidora, siendo un nivel de señal bueno teniendo en cuenta que en promedio el nivel sensibilidad de equipos comunes encontrados en el mercado es de -87 dBm, lo que muestra que este punto propuesto para implementar la estación base para el municipio de Pensilvania es viable ya que desde allí se cubre un gran porcentaje de esta población.

Para la simulación del municipio de Manzanares se mostraron 2 figuras para evidenciar, de qué forma se obtuvo el contorno del área urbana de cada municipio y para que sea más claro los lugares en los cuales se debe tener cobertura, para ninguno de estos municipios se encontraron cartografías que muestren el área urbana en alta definición, por lo que se muestran solo figuras donde se distingue la posición del área urbana de cada municipio y sus límites aproximados, estas simulaciones serían más aproximadas a la realidad si se dispusiera de cartografía urbana de cada una de estas poblaciones, pero con las simulaciones realizadas se muestra una aproximación de la cobertura que se tendría en cada una de las estaciones base mostradas con un nivel de confiabilidad aceptable.

7.2.2.4 Estudio y diseño de cada uno de los enlaces inalámbricos

En el capítulo 7.2.2.3 se mostró si hay línea de vista directa entre los puntos donde se van a ubicar los equipos de cada radioenlace, luego de eso se debe realizar un diseño utilizando modelos matemáticos de cada uno de estos enlaces para determinar el tipo de equipos y de antenas que se deben utilizar para que estos enlaces inalámbricos funcionen correctamente y con la mayor eficiencia posible.

Para calcular los valores de la ganancia de las antenas que se deben utilizar, además de las especificaciones técnicas de los equipos que son necesarios para que un enlace inalámbrico de alta capacidad sea confiable y de alto desempeño es necesario tener en cuenta las pérdidas que tiene la señal mientras pasa por cada uno de los elementos que hacen posible la realización del enlace, estos elementos son las pérdidas en el espacio por el cual las ondas son transmitidas, además de las pérdidas añadidas por los conectores y cables utilizados para unir el equipo de radio a la antena, a continuación se muestra un modelo matemático sencillo para calcular los valores de las ganancias de las antenas y las especificaciones técnicas de los equipos que se deben utilizar.

Ecuación 2. Pérdidas en el espacio libre

$$L = 32.4 + 20 \log(d) + 20 \log(f)$$

(Tricalar, 2007)

Donde:

L= pérdidas en el espacio libre en dB.

d= distancia en Km.

F= frecuencia en MHz.

El resultado de la ecuación 2 se puede reemplazar en la ecuación 3 que corresponde al coste total del radioenlace.

Ecuación 3. Ecuación de radioenlace

$$P_{TX} - PRC_{TX} + GA_{TX} - L + GA_{RX} - PRC_{RX} = M - S_{RX}$$

(Tricalar, 2007)

Donde:

P_{TX} = Potencia del Transmisor [dBm].

PRC_{TX} = Pérdidas en el Cable y conectores TX [dB].

GA_{TX} = Ganancia de Antena TX [dBi].

L= Pérdidas en la trayectoria en el espacio libre [dB].

GA_{RX} = Ganancia de Antena RX [dBi].

PRC_{RX} = Pérdidas en el Cable y conectores RX [dB].

M= Margen.

S_{RX} = Sensibilidad del receptor [dBm].

Para aplicar las ecuaciones anteriores en cada uno de los enlaces de alta capacidad que se deben implementar, con el fin de completar la red que transportará el Internet a los municipios de Manzanares, Marquetalia y Pensilvania en el departamento de Caldas, se buscaron las características técnicas de algunos equipos que circulan en el mercado para este tipo de aplicaciones, luego de analizar las marcas más conocidas como Motorola, Proxim, Radwin entre otras, se encontró una marca llamada Mikrotik que aunque no es muy reconocida y no tienen un hardware específico para implementar enlaces punto a punto de alta capacidad y largas distancias, ofrece el software y hardware necesario para construir los equipos necesarios para implementar estaciones base y repetidoras a la medida y así completar una solución robusta funcional y con una buena relación costo beneficio, esta relación se hace comparando el precio y las características de cada marca, para realizar un enlace punto a punto que ofrezca una tasa de transferencia de 200Mbps y una disponibilidad del 99.9 % sin contar la antena, un equipo armado con la marca Mikrotik tiene un valor aproximado de \$2'000.000, en

cambio un equipo Motorola de la serie PTP 250 que ofrece las mismas características para un enlace punto a punto tiene un valor aproximado de de \$11'000.000 esto sin contar las antenas necesarias para completar este enlace, así mismo se comparó con la marca Proxim y Radwin que ofrecen equipos similares con contos también similares.

La marca Mikrotik se especializa en desarrollo de software para el manejo de redes tanto inalámbricas como cableadas y cuenta con una gran variedad de características y protocolos tanto estándar como propios, necesarios para administrar una red de una manera totalmente profesional, este software se puede encontrar instalado en otra de sus marcas llamada Routerboard que ofrece el hardware necesario para manejar cualquier tipo de aplicación tanto inalámbrica como cableada, pero también puede ser instalado en un computador con varias interfaces Ethernet y arquitectura X86 para convertirse en un enrutador dedicado. Para ensamblar los equipos necesarios para implementa un enlace punto a punto de alta capacidad y larga distancia se puede hacer una combinación de tarjeta Mikrotik con radios de otras marcas según la conveniencia ya que las tarjetas con mayor capacidad de procesamiento no cuentan con radios incorporados pero sí, con ranuras estándar para insertar tarjetas de radio mini PCI. En la figura 19 se muestra una Routerboard RB 433 que cuenta con 3 slots para insertar tarjetas de radio y 3 interfaces Ethernet, memoria RAM de 64 MB y un procesador con arquitectura MIPS-BE de 300MHz, además cuenta con un sistema de alimentación por POE que permite utilizar los 2 pares que no son usados del cable Ethernet para situar el equipo lo más cercano posible a la antena para reducir al mínimo las pérdidas en el cable que conecta el radio con la antena.

Figura 19. Routerboard RB433



(Routerboard, s.f.)

Unos de los mejores complementos para este tipo de equipo, son las tarjetas de radio marca Ubiquiti, ya que son de una muy buena calidad y alto desempeño, por lo que ofrecen una potencia máxima de 28 dBm y una sensibilidad máxima de -94 dBm, esta marca ofrece tarjetas de radio que manejan diferentes estándares como 802.11 a/b/g/n a frecuencias de 5.8GHz, 3.5GHz, 2.4GHZ, 900MHz, 700MHz y 400MHz, estas tarjetas de radio tienen un precio que oscila entre los \$70.000 y los \$350.000, el precio depende de la potencia y la frecuencia que maneje. En la figura 20 se muestra una tarjeta de radio minipci marca Ubiquiti XR5 que trabaja en el estándar 802.11a con un rango de frecuencia entre 5.2 y 5.825GHz.

Figura 20. Tarjeta de radio minipci XR5



(UBNT, 2011)

En la figura 20 se muestra que en la esquina superior derecha de la tarjeta tiene un tipo de conector llamado MMCX, y es el utilizado para conectar el cable que en su otro extremo tiene un conector que por lo general es de tipo N hembra al cual va conectada la antena, en la tabla 12 se muestran las especificaciones técnicas que tienen que ver con la potencia y sensibilidad de esta tarjeta de radio.

Tabla 12. Especificaciones técnicas tarjeta de radio XR5

TX SPECIFICATIONS				RX SPECIFICATIONS			
	DataRate	Avg.Power	Tolerance		DataRate	Sensitivity	Toleranc
802.11a OFDM	6Mbps	28 dBm	+/- 1.5dB	802.11a OFDM	6Mbps	-94 dBm	+/- 1.5dB
	9Mbps	28 dBm	+/- 1.5dB		9Mbps	-93 dBm	+/- 1.5dB
	12Mbps	28 dBm	+/- 1.5dB		12Mbps	-91 dBm	+/- 1.5dB
	18Mbps	28 dBm	+/- 1.5dB		18Mbps	-90 dBm	+/- 1.5dB
	24Mbps	28 dBm	+/- 1.5dB		24Mbps	-86 dBm	+/- 1.5dB
	36Mbps	26 dBm	+/- 1.5dB		36Mbps	-83 dBm	+/- 1.5dB
	48Mbps	24 dBm	+/- 1.5dB		48Mbps	-77 dBm	+/- 1.5dB
	54Mbps	23 dBm	+/- 1.5dB		54Mbps	-74 dBm	+/- 1.5dB

(UBNT, 2011)

Con los valores de la tabla 10 ya se pueden utilizar las ecuaciones 2 y 3 para el cálculo de cada radio enlace, se tomarán los valores en esta tabla como referencia

para hacer un cálculo aproximado, cabe aclarar que esta marca de tarjetas de radio también maneja tarjetas con diferentes rangos de frecuencia además del estándar 802.11n, también existen diferentes marcas que ofrecen este tipo de tarjetas de radio con especificaciones técnicas similares incluyendo Mikrotik. Esta marca se tomó como referencia ya que es uno de los mejores radios minipci que se encuentran en el mercado, estas especificaciones técnicas serán usadas de la mano con las normas que rigen en Colombia para las frecuencias libres que serán utilizadas.

Para empezar se muestran las normas que rigen los enlaces fijos punto a punto para las frecuencias que van de 2400 a 2483.5MHz; 5150 a 5250 MHz, 5250 a 5350 MHz 5470 a 5725 MHz y de 5725 a 5825 MHz.

Para enlaces punto a punto que utilicen la frecuencia que están entre 2400 a 2483 MHz y usan modulación digital, pueden operar con una potencia de salida máxima de 1W con una antena direccional de hasta 6 dBi, si se excede este valor, la potencia del transmisor debe ser reducida en 1dB por cada 3 dB que la antena direccional sobrepase los 6 dBi, teniendo en cuenta esto se pueden aplicar las ecuaciones 1 y 2 para el enlace que se debe implementar entre el municipio de La Dorada hasta el cerro Guadalupe, que es el enlace de mayor distancia que se debe realizar, para este cálculo se tomará una sensibilidad de recepción de -74 dBm, que es la mínima para alcanzar el mayor ancho de banda que brinda la tarjeta de radio XR5, para este cálculo se tomará un margen de 20 dB para garantizar el buen funcionamiento de el enlace inalámbrico de alta capacidad, en esta ocasión se utilizarán las ecuaciones 1 y 2 para encontrar el valor mínimo de ganancia de la antena que se debe utilizar, asumiendo que tanto la antena de TX como la de RX son iguales. En la ecuación 4 se muestra la ecuación resultante entre las ecuaciones 2 y 3 teniendo en cuenta las regulaciones para el rango de frecuencias comprendido entre 2400 y 2483.5 MHz.

Ecuación 4. Ganancia de antenas para frecuencias entre 2400 y 2483.5 MHz

$$GA = \frac{3PRC_{TX} - 96 + 3L + 3PRC_{RX} + 3M - 3S_{RX}}{5}$$

En la ecuación 4, GA corresponde a la ganancia de cada una de las 2 antenas que constituyen al enlace punto a punto y la potencia P_{TX} que se encuentra en la ecuación 2, fue reemplazada por la ecuación 5 que corresponde a los parámetros que regulan los enlaces punto a punto para estos rangos de frecuencias en Colombia.

Ecuación 5. Potencia regulada para frecuencias entre 2400 y 2483.5MHz

$$P_{TX} = 30 - \frac{GA-6}{3}$$

Para la ecuación 5 se tiene en cuenta que $1w$ es igual a 30 dBm.

Para aplicar la ecuación 4 con el enlace que se debe realizar del municipio de La Dorada al cerro Guadalupe, se tomo la distancia dada en la simulación para este enlace que es de 55Km, además de un margen de 20 dBm y como se dijo anteriormente la sensibilidad mínima de la tarjeta de radio XR5 que es de -74dBm, también se toman en cuenta las pérdidas de los conectores y cable que lleva la radiofrecuencia de la tarjeta de radio a la antena que se asumió en cada punto de 1dB, como resultado se obtuvo una ganancia para la antena de aproximadamente 30dBi y una potencia de transmisión de aproximada de 21 dBm para obtener una señal aproximada de -54 dBm, como los cálculos se realizaron teniendo en cuenta los mismos parámetros en los dos extremos del enlace los resultados obtenidos en los dos extremos son similares.

Para utilizar frecuencias comprendidas entre 5470 y 5725 MHz se deben tener en cuenta las restricciones que existen para este rango de frecuencias, estas restricciones dicen que el transmisor puede tener una potencia de salida de hasta 24 dBm siempre y cuando se utilice una antena direccional máximo de 6 dBi si se excede este valor ganancia de antena la potencia pico de salida del transmisor debe reducirse en 1 dB por cada dB que la antena direccional exceda los 6 dBi. En la ecuación 7 se muestra el resultado de combinar las ecuaciones 2 y 3 teniendo en cuenta las regulaciones para este rango de frecuencias, reemplazando P_{TX} por la ecuación 6.

Ecuación 6. Potencia regulada para frecuencias entre 5470 y 5725

$$P_{TX} = 24 - (GA - 6)$$

Ecuación 7. Ganancia de antenas para frecuencias entre 5470 y 5725 MHz

$$GA = PRC_{TX} - 30 + L + PRC_{RX} + M - S_{RX}$$

Aplicando la ecuación 7 se evidencia que este rango de frecuencia no es óptimo para enlaces de más de 5 Km con un margen máximo de 10 dBm, ya que no se pueden usar antenas de más de 29 dBi porque la potencia del transmisor debería ser puesta en 0dBm, luego de realizar este análisis es claro que solo hay dos enlaces que se pueden implementar con este rango de frecuencias, que son el que se debe realizar desde el cerro Guadalupe hasta el municipio de Manzanares y el de la repetidora que transporta el internet hasta Pensilvania y Pensilvania.

Para realizar el cálculo de cada uno de estos enlaces se utilizaron los mismos parámetros del cálculo realizado anteriormente para el rango de frecuencias que

está entre 2400 y 2483.5MHz, solamente que para este es utilizada la ecuación 7 pero cambia la distancia de cada enlace como también el margen que solo es de 10 dBm para cada enlace, por lo que se obtiene como resultado para el enlace del cerro Guadalupe a Manzanares con una distancia de 4.4. Km, una ganancia de antena de aproximadamente 27 dBi y una potencia de transmisión máxima de la tarjeta de radio de 2dBm, para el enlace que se debe realizar entre la repetidora y el municipio de Pensilvania también se utiliza la ecuación 7 y un margen de 10 dBm con una distancia de 4.7 Km, obteniendo como resultado una ganancia aproximada de antena de 28 dBi con una potencia máxima de salida del transmisor de radio de 1.5 dBm, con una señal recibida de -64 dBm en cada uno de los puntos que componen el los dos enlaces, respectivamente, las anteriores distancias fueron tomadas de las simulaciones de los perfiles de cada uno de estos enlaces.

Para utilizar frecuencias que están entre 5725 y 5825 MHz se deben tener en cuenta las restricciones que se encuentran en la resolución 689 de 2004, estas restricciones tienen estipulado que la potencia pico del transmisor debe ser de 1W, pero los sistemas que utilicen antenas de ganancia direccional mayor a 6 dBi deben reducir 1 dB por cada dB que la antena sobrepase los 6 dBi, sin embargo los dispositivos U-NNI utilizados en operaciones fijas punto a punto pueden utilizar antenas de hasta 23 dBi sin dicha restricción de la potencia de la salida pico del transmisor, los sistemas U-NNI que utilizan antenas direccionales con una ganancia mayor a 23 dBi deben reducir la potencia pico del transmisor en 1 dB por cada dB que la antena sobrepase los 23 dBi. En la ecuación 9 se mostrará la ecuación resultante entre la ecuación 2 y 3 teniendo en cuenta la restricción anteriormente nombrada reemplazando P_{TX} por la ecuación 8.

Ecuación 8. Potencia regulada para las frecuencias entre 5725 y 5825 MHz.

$$P_{TX} = 30 - (GA - 23)$$

Para la ecuación 8 se tiene en cuenta que 1 W es igual a 30 dBm.

Ecuación 9. Ganancia de antenas para frecuencias entre 5725 y 5825 MHz.

$$GA = PRC_{TX} - 53 + L + PRC_{RX} + M - S_{RX}$$

La ecuación 9 se aplicó para el resto de enlaces de alta capacidad que se deben implementar, ya que el rango de frecuencias para la que es útil permite una mayor distancia, ya que la potencia pico de salida del transmisor y la ganancia de la antena que se pueden utilizar son mucho más altos, los enlaces que se deben realizar en este rango de frecuencias son el de Manizales al cerro Gualí, del cerro Gualí al cerro Guadalupe, del cerro Guadalupe a el municipio de Marquetalia y del

cerro Guadalupe a la repetidora que transporta el Internet hacia el municipio de Pensilvania, se escogió este rango de frecuencias para estos enlaces porque son los de mayor distancias, además que estas frecuencias tienen menos ruido en las grandes ciudades porque son menos usadas.

Para utilizar la ecuación 9 en cada uno de estos enlaces se tuvieron las mismas características del análisis de cada uno de los enlaces anteriores, lo único que cambia para estos enlaces es la distancia y el margen que es de 20 dBm para garantizar un enlace con una buena calidad de señal, la distancia de cada uno de estos enlaces es tomada de las simulaciones de los perfiles de cada uno de los enlaces que se analizarán con la ecuación 9 a continuación.

El enlace que se debe implementar de la ciudad de Manizales al cerro Gualí tiene una distancia de 20.6 Km, lo que da como resultado aplicando la ecuación 9 de un valor de antena aproximado de 29 dBi con una potencia del transmisor de 24 dBm, para obtener un señal de recepción aproximada de -54 dBm.

Para el enlace que se debe implementar del cerro Gualí al cerro Guadalupe se tuvo en cuenta una distancia de 43.7 Km que da como resultado después de aplicar la ecuación 9 una ganancia de antena aproximado a 35 dBi con una potencia del transmisor aproximada de 17 dBm dando como resultado una señal de recepción de -54 dBm.

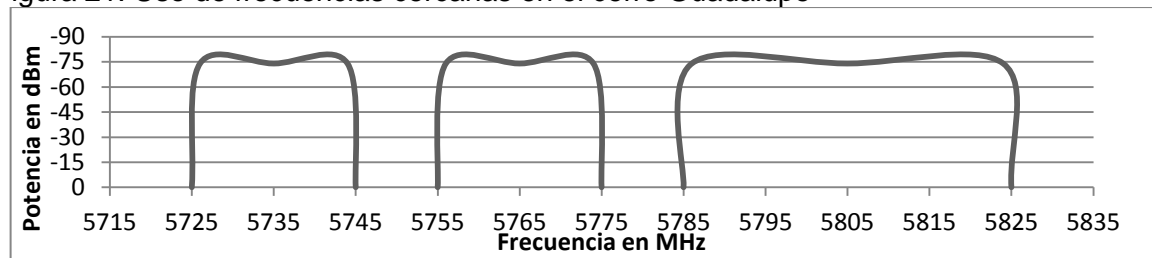
Para el enlace que se debe realizar del cerro Guadalupe al municipio de Marquetalia se tuvo en cuenta una distancia de 9 Km con lo cual se obtuvo como resultado una ganancia de antena de 23 dBi con una potencia del transmisor aproximada de 29 dBm obteniendo una señal de recepción aproximada de -54 dBm.

Con el enlace que se debe montar del cerro Guadalupe a la repetidora que transporta el internet al municipio de Pensilvania se tuvo en cuenta una distancia de 14.8 Km, con lo que se obtuvo como resultado una ganancia de antena de aproximadamente 26 dBi con una potencia de salida del transmisor de aproximada de 26 dBm, dando como resultado una potencia de recepción de aproximadamente -54 dbm.

Lo anterior se tiene en cuenta para realizar el diseño de cada enlace ya que se definió en qué rango de frecuencias se va a implementar cada uno, el cerro Guadalupe es el punto más crítico ya que se van a implementar tres enlaces que utilizan el rango de frecuencias que están entre 5725 y 5825MHz, este rango se definió porque las restricciones permiten realizar enlaces de mayor distancia. Como los enlaces que van del cerro Guadalupe a la repetidora hacia Pensilvania y Marquetalia usan 20MHz de ancho de banda, y el que va del cerro Guadalupe

hasta cerro Gualí utiliza 40 MHz, se puede contar con 10 MHz de espaciamiento entre los tres enlaces que se realizarán desde el cerro Guadalupe con este rango de frecuencias, usando así como frecuencia central de cada enlace 5735MHz, 5765 MHz y 5805 MHz como se muestra en la figura 21. El enlace que se implementará de la ciudad de Manizales al cerro Gualí utilizará una de las frecuencias que no interfiera con el enlace que se debe realizar del cerro Guadalupe al cerro Gualí y también usará un ancho de banda de 40 MHz para obtener una tasa de transferencia similar al enlace dirigido al cerro Guadalupe. Los rangos de frecuencias restantes que se nombraron para los enlaces troncales, pueden utilizar cualquier frecuencia que este dentro de este rango, porque en los lugares donde se implementarán no interfieren con otros enlaces utilizados en la red.

Figura 21. Uso de frecuencias cercanas en el cerro Guadalupe



Como ya se tiene un valor aproximado de la ganancia de las antenas que se deben usar en cada uno de los enlaces troncales, se analizarán las características técnicas de los equipos que deben ser instalados en cada enlace y se realizará un diseño de la capacidad que debe tener cada uno de estos equipos para evitar saturaciones de la red troncal.

Se empezará analizando los equipos que se utilizarán para el enlace troncal de mayor capacidad, que es el que transportará el Internet desde la ciudad de Manizales hasta el cerro Guadalupe, repitiendo en el cerro Gualí, se usará una combinación de la marca Mikrotik RB800 mostrada en la figura 22, con la marca Ubiquiti, ya que este enlace debe tener una tasa de transferencia de datos que sea por lo menos igual a la suma de los enlaces que van hacia los municipios de Manzanares, Marquetalia y Pensilvania, se implementarán tarjetas de radio que manejen el estándar 802.11n, además de utilizar antenas de doble polarización con una ganancia que se acerque a los valores obtenidos con la ecuación 9 para estos enlaces, se escogió la Routerboard RB800 ya que tiene un procesador Power PC de 800 MHz, lo que garantiza una tasa de transferencia de hasta 234 Mbps Half dúplex con una carga de procesamiento de 34%, un ancho de banda de 40 MHz y usando la opción Nv2, según lo afirma Uldis Cernevskis en el 2010, las características técnicas de este equipos se mostraran en la tabla 13.

Figura 22. RouterBoard RB800



(Routerboard, s.f.)

Tabla 13. Características técnicas de la RB800

CPU	MPC8544 800MHz
Memory	256MB DDR2 SDRAM onboard memory
Boot loader	RouterBOOT
Data storage	NAND memory chip, CF slot on back
Ethernet	Three 10/100/1000 Mbit/s Ethernet ports with Auto-MDI/X
miniPCI	4 x miniPCI, 1 x miniPCI-e
Expansion	regular PCI daughterboard port, PCI-e daughterboard port
Extras	Reset switch, Beeper, 4x Fan headers (JP1,JP3 = 3.3V, JP2,JP4 = 5.5V)
Serial port	One DB9 RS232C asynchronous serial port, One serial port header
LEDs	Power, 1x User LED
Power options	Power over Ethernet: 36-56V DC (including power over datalines)

(Routerboard, s.f.)

Para completar este enlace se implementarán Boards RB800 con mini-PCI Ubiquiti SR71-15 en los tres puntos, estas mini-PCI trabajan con los estándar 802.11 a/n y tienen dos conectores MMCX para operar en MIMO 2X2, las especificaciones técnicas de este radio se muestran en la tabla 14, en el cerro Gualí se montarán 2 mini-PCI en la Board RB800, operando en modo bridge, en la ciudad de Manizales y en el cerro Guadalupe se instalará de a una mini-PCI por Board, las antenas que se utilizarán son marca Ubiquiti, mostradas en la figura 23, estas antenas son parabólicas y se pueden utilizar con doble polarización, por esto son adecuadas para el tipo de mini-PCI que se utilizarán en todo el enlace, cada uno de estos enlaces utilizará un valor de ganancia diferente, de la ciudad de Manizales a el cerro Gualí se utilizará una antena con ganancia de 30 dBi que es la más cercana al valor calculado con la ecuación 9, y para el enlace de del cerro Gualí al cerro Guadalupe se montará una antena de 34 dBi que es la que se acerca más a la ganancia obtenida con esta misma ecuación para este enlace, estas antenas tienen un rango de operación que va desde 5.1 a 5.8 GHz por lo son adecuadas para el rango de frecuencia en el que se va a trabajar.

Figura 23. Antena parabólica marca Ubiquiti.



(UBNT, s.f.)

Tabla 14. Especificaciones técnicas de la tarjeta de radio SR71-15

Frecuencia de operación 5475 - 5825							
TX SPECIFICATIONS				RX SPECIFICATIONS			
11a	DataRate	Avg.Power	Tolerance	11a	DataRate	Sensitivity	Toleranc
	1-24Mbps	25 dBm	+/- 2dB		1-24Mbps	-94 dBm	+/- 3dB
	36Mbps	24 dBm	+/- 2dB		36Mbps	-93 dBm	+/- 3dB
	48Mbps	22 dBm	+/- 2dB		48Mbps	-91 dBm	+/- 3dB
	54Mbps	21 dBm	+/- 2dB		54Mbps	-90 dBm	+/- 3dB
5GHz 11n HT20	MCS0	25dBm	+/- 2dB	5GHz 11n HT20	MCS0	-97 dBm	+/- 3dB
	MCS1	25 dBm	+/- 2dB		MCS1	-96 dBm	+/- 3dB
	MCS2	25 dBm	+/- 2dB		MCS2	-93 dBm	+/- 3dB
	MCS3	24 dBm	+/- 2dB		MCS3	-91 dBm	+/- 3dB
	MCS4	23 dBm	+/- 2dB		MCS4	-87 dBm	+/- 3dB
	MCS5	22 dBm	+/- 2dB		MCS5	-84 dBm	+/- 3dB
	MCS6	21 dBm	+/- 2dB		MCS6	-78 dBm	+/- 3dB
	MCS7	19 dBm	+/- 2dB		MCS7	-75 dBm	+/- 3dB
	MCS8	25 dBm	+/- 2dB		MCS8	-97 dBm	+/- 3dB
	MCS9	25 dBm	+/- 2dB		MCS9	-98 dBm	+/- 3dB
	MCS10	25 dBm	+/- 2dB		MCS10	-94 dBm	+/- 3dB
	MCS11	24 dBm	+/- 2dB		MCS11	-92 dBm	+/- 3dB
	MCS12	23 dBm	+/- 2dB		MCS12	-88 dBm	+/- 3dB
	MCS13	22 dBm	+/- 2dB		MCS13	-85 dBm	+/- 3dB
	MCS14	21 dBm	+/- 2dB		MCS14	-79 dBm	+/- 3dB
MCS15	19 dBm	+/- 2dB	MCS15	-76 dBm	+/- 3dB		

(UBNT, 2011)

Estos equipos se deben montar cerca a la antena para reducir pérdidas excesivas en un cable un cable demasiado largo que va desde el radio, para eso las tarjetas con los radios se deben instalar en cajas para intemperie que evitan que el agua ingrese y son resistentes a los rayos de solares, el gabinete que se escogió para proteger la board y los radios es la ENC-DC de Tycon power system, esta caja para intemperie es de aluminio y ofrece todas las protecciones necesarias,

además que tiene los orificios necesarios para instalar los conectores e implementos necesarios para el funcionamiento de estos equipos, esta caja se muestra en la figura 24.

Figura 24. Gabinete para intemperie ENC-DC



(Tyconpower, 2010)

Los conectores que van de las tarjetas de radio a el cable que se conecta a la antena son de tipo MMCX en un extremo y N-hembra en el otro, la marca Mikrotik también provee este tipo de conectores y se muestra en la figura 25.

Figura 25. Cable MMCX-N hembra para añadir antenas externas



(Routerboard, s.f.)

Los cables que se encargan de acoplar la antena al conector que se nombro anteriormente, los provee las compañía L-Com, que se encarga de fabricar conectores, antenas, cables coaxiales y accesorios para comunicaciones cableadas e inalámbricas, este cable consta de un conector N-macho en un extremo y RP-SMA en el otro, este último es el tipo de conector necesario para conectorizar las antenas, el cable coaxial utilizado es CA-192, que tiene una atenuación 98.1dB cada 100m con una frecuencia de 5800MHz, la impedancia que maneja este cable como todos los conectores nombrados anteriormente es de 50Ω , el cable que se utilizará para conectar el radio las antenas se muestra en la figura 26.

Figura 26. Conector RP-SMA a N-macho de 2ft marca L-COM



(L-COM, s.f.)

Con todo lo nombrado anteriormente se completa todo el sistema necesario para montar este enlace pero hace falta la alimentación de las board RB800, estos equipos se pueden alimentar a travez del cable Ethernet que lleva los datos, con un sistema llamado POE, este sistema, utiliza los dos pares del cable de red para llevar la corriente hasta el equipo que se encuentra en la torre cercano a la antena, para este caso se utilizaran POE marca Ubiquiti de 48V y 5A de salida, opera con un voltaje de entrada desde 90 a 260V y ofrece supresor de picos, esta fuente de poder se muestra en la figura 27.

Figura 27. POE de 48V de salida marca Ubiquiti



(UBNT, 2011)

Para tener una optima protección de todo el sistema, se utilizará cable Ethernet categoría 5-e blindado, esto con el fin de evitar inducción de campos eléctrico a través de este cable, y así no permitir que los equipos reciban sobre voltaje, para completar la protección este cable debe tener en sus dos extremos conectores blindados que permitan conectar el blindaje del cable al acople a tierra que tiene el POE.

Para el resto de enlaces que se deben realizar en la frecuencia de 5 GHz se utilizará el Groove A-5Hn de Mikrotik, este equipo tiene el radio incluido, además que tiene un conector N-macho para conectarlo directamente a la antena, según dice en Routerboard s.f. el Groove A-5Hn puede alcanzar una taza de transferencia máxima de 125 Mbps Half duplex, este equipos se muestra en la figura 28 y sus características se encuentran en la tabla 15.

Figura 28. Groove A-5Hn



(Routerboard, 2011)

Tabla 15. Especificaciones técnicas del Groove A-5Hn

CPU	Atheros AR7241 400MHz network processor
Memory	64MB DDR SDRAM onboard memory
Boot loader	RouterBOOT
Data storage	64MB onboard NAND memory chip
Ethernet	One 10/100 Mbit/s Fast Ethernet port with Auto-MDI/X, L2MTU
Wireless	Wireless Built-in 5GHz 802.11a/n 1x1 MIMO, N-male connector
Extras	Reset switch, Beeper, Voltage monitor, Temperature monitor
LEDs	5 wireless signal LEDs, ethernet activity LED (configurable)
Power options	Passive 9-30V PoE only. 16KV ESD protection on RF port
Consumption	Up to 0,19A at 24V (4.56W)
Dimensions	177x44x44mm, 193g. Must be mounted with ethernet pointing down
Operating temperature	-30 to +70C
Operating System	MikroTik RouterOS v5, Level4 license (AP, station, or point-to-point)
Package contains	Groove A-5Hn unit, mounting loops, PoE injector, 24V power adapter
RX sensitivity	802.11a: -93 dBm @ 6Mbps to -77 dBm @ 54 Mbps 802.11n: -93 dBm @ MCS0 to -71 dBm @ MCS7
TX power	802.11a: 23dBm @ 6Mbps to 19dBm @ 54 Mbps 802.11n: 22dBm @ MCS0 to 15dBm @ MCS7
Modulations	OFDM: BPSK, QPSK, 16 QAM, 64QAM DSSS: DBPSK, DQPSK, CCK

Routerboard(s.f.)

Para todos estos enlaces se utilizarán antenas grilladas marca Hyperling mostrada en la figura 29, con ganancia de 26 dBi para los enlaces que están en el rango de frecuencias entre 5470 y 5725 MHz, y de 27 dBi para los enlaces que están en el rango de frecuencias entre 5725 y 5825 MHz, estos datos se obtuvieron de la pagina de L-com s.f., las ganancias que se utilizarán son las más aproximadas a las obtenidas con la ecuación 9 para estos enlaces, los dos tipos de antenas tienen conector tipo N-hembra, optimo para conectar el Groove A-5Hn.

Figura 29. Antena Grillada marca Hyperlink



(L-COM, s.f.)

La corriente de estos equipos se suministra de la misma manera que los equipos utilizados para el enlace de Manizales al cerro Guadalupe, el cable UTP que va desde el POE hasta el Groove A-5Hn también es blindado, con sus respectivos conectores blindados también, pero la diferencia es que el voltaje de salida del POE es de 15V.

Los equipos que se utilizarán para el enlace faltante que es el del cerro Guadalupe hasta La Dorada son 2 board Mikrotik RB 433 con tarjetas de radio marca Ubiquiti, como la frecuencia para la que se diseñó este enlace es la de 2.4 GHz se utilizaran radios XR2 con antenas Hypelink de 30 dBi que es la ganancia de antena que se obtuvo con la ecuación 4 para este enlace, esta entena también es una antena grillada y se muestra en la figura 30.

Figura 30. Antena grillada de 30 dBi marca Hyperlink



(L-COM, s.f.)

Esta antena tiene conector tipo N- hembra por lo que el cable que se utilizará para la conexión de la antena a la tarjeta de radio tiene en sus dos extremos conectores tipo N-macho y cable LMR-200 de 2 ft como se muestre en la figura 31.

Figura 31. Conector N-macho a N-macho de 2ft marca L-com



(L-COM, s.f.)

El resto de elementos necesarios para completar este enlace son los mismos que se utilizarán para el enlace que se implementará de Manizales al cerro Guadalupe.

7.2.2.5 Análisis de las estructuras necesarias para implementar las estaciones base

Todos los equipos y antenas nombrados anteriormente deben estar montados en estructuras lo suficientemente altas para lograr una visibilidad absoluta con el lugar a donde se esté apuntando, por eso en cada punto de repetición es necesario construir o alquilar el tipo de estructura necesario, solo en 2 lugares se encontraron torres con posibilidad de ser alquiladas, que fue en el cerro Guadalupe, donde una de las emisoras locales cuenta con una torre de 18m de altura y cuenta con un sitio con un sitio optimo para la ubicación de todos los equipos necesarios para implementación de estos enlaces, además este sitio cuenta con puesta a tierra y corriente eléctrica. Otro punto donde se encontró una torre con posibilidad de ser arrendada es en el municipio de Pensilvania, esta torre tiene 20m de altura y cuenta está ubicada en el lugar donde se ubico el punto de diseño para este municipio, allí también hay corriente eléctrica y puesta a tierra necesaria para la implementación de todos los mecanismos de protección. En el cerro Gualí también se encontró una emisora local, que está dispuesta a alquilar la torre para la ubicación de los equipos que se deben instalar en ese lugar. En la ciudad de Manizales debe ser construida una torre de por lo menos 15m de altura, para sobrepasar estructuras que obstruyen la línea de visión con el cerro Gualí, en la ciudad de Manzanares también debe ser construida una torre de de 18m de altura para optimizar la visión de todo el municipio para obtener una cobertura máxima desde este punto, en la repetidora que transporta el Internet hasta el municipio de Pensilvania también debe ser construida una torre que tenga 20m de altura, esto con el fin de sobrepasar la altura de unos pinos que obstruyen la visión con el cerro Guadalupe y el municipio de Pensilvania, por ultimo en el municipio de La Dorada también debe ser construida una torre de 14m para obtener una línea de visión perfecta con el cerro Guadalupe.

7.2.2.6 Definición de los equipos que se utilizarán para las estaciones base y clientes

Para terminar con esta segunda fase se mostrarán los equipos que se implementaran para repetir la señal hacia los clientes, estos equipos son de marca Ubiquiti y pertenecen a la serie Airmax que utiliza TDMA y tecnología MIMO para lograr hasta 75 usuarios por estación base con una tasa de transferencia máxima de hasta 150 Mbps Half duplex, esta tecnología además tiene una mayor tolerancia a la interferencia, la seria Airmax de Ubiquiti se escogió porque se consigue a un 20% del valor de tecnologías como Motorola o Wavion y ofrece

características similares tanto en las estaciones base como en los equipos cliente, para las estaciones base se utilizarán Rocket M2 mostradas en la figura 32.

Figura 32. Ubiquiti Rocket M2



(UBNT, 2011)

Este equipo trabaja con un rango de frecuencias que va desde 2412 hasta 2462 MHz, se escogió esta frecuencia ya que es menos susceptible a las obstrucciones que la frecuencia de 5 GHz, además es permitido usar 3 veces más ancho de banda que la frecuencia de 900MHz, las características técnicas de la Rocket M2 se muestran en las tablas 16.

Tabla 16. Especificaciones técnicas de la Ubiquiti Rocket M2

Frecuencia de operación 5475 – 5825							
TX SPECIFICATIONS				RX SPECIFICATIONS			
11g	DataRate	Avg.Power	Tolerance	11g	DataRate	Sensitivity	Toleranc
	1-24Mbps	28 dBm	+/- 2dB		1-24Mbps	-97 dBm	+/- 3dB
	36Mbps	26 dBm	+/- 2dB		36Mbps	-80 dBm	+/- 3dB
	48Mbps	25 dBm	+/- 2dB		48Mbps	-77 dBm	+/- 3dB
	54Mbps	24 dBm	+/- 2dB		54Mbps	-75 dBm	+/- 3dB
11n / AirMax	MCS0	28dBm	+/- 2dB	11n / AirMax	MCS0	-96 dBm	+/- 3dB
	MCS1	28 dBm	+/- 2dB		MCS1	-95 dBm	+/- 3dB
	MCS2	28 dBm	+/- 2dB		MCS2	-92 dBm	+/- 3dB
	MCS3	28 dBm	+/- 2dB		MCS3	-90 dBm	+/- 3dB
	MCS4	27 dBm	+/- 2dB		MCS4	-86 dBm	+/- 3dB
	MCS5	25 dBm	+/- 2dB		MCS5	-83 dBm	+/- 3dB
	MCS6	23 dBm	+/- 2dB		MCS6	-77 dBm	+/- 3dB
	MCS7	22 dBm	+/- 2dB		MCS7	-74 dBm	+/- 3dB
	MCS8	28dBm	+/- 2dB		MCS8	-95 dBm	+/- 3dB
	MCS9	28 dBm	+/- 2dB		MCS9	-93 dBm	+/- 3dB
	MCS10	28 dBm	+/- 2dB		MCS10	-90 dBm	+/- 3dB
	MCS11	28 dBm	+/- 2dB		MCS11	-87 dBm	+/- 3dB
	MCS12	27 dBm	+/- 2dB		MCS12	-84 dBm	+/- 3dB
	MCS13	25 dBm	+/- 2dB		MCS13	-79 dBm	+/- 3dB
	MCS14	23 dBm	+/- 2dB		MCS14	-78 dBm	+/- 3dB
MCS15	22 dBm	+/- 2dB	MCS15	-75 dBm	+/- 3dB		

(UBNT, 2011)

Las antenas que se utilizarán con este equipo también son de la serie AIRMAX de UBIQUITI, tienen 90° de apertura horizontal y 16 dBi de ganancia, también tienen doble polarización para aplicaciones MIMO 2x2, esta antena se muestra en la figura 33 y tanto sus características técnicas como patrones de irradiación se encuentran en los anexos B y C.

Figura 33. Antena sectorial Airmax de 90° y 16 dBi de ganancia, marca Ubiquiti



(UBNT, 2011)

Los equipos nombrados anteriormente se implementarán en los tres municipios en la cantidad necesaria para cada uno, dependiendo de la demanda requerida, los equipos que se instalarán a los clientes pueden variar dependiendo de la distancia a la que se encuentren de la estación base, ya que entre más alejados estén se necesitará una mayor potencia de radio y ganancia de la antena, además estos equipos deben ser de la misma marca y serie de las estaciones base, ya que esta tecnología no es compatible con otras tecnologías TDMA, por esto se escogieron 2 tipos de equipos cliente, el de mayor alcance es la Nanostation M2 mostrada en la figura 34.

Figura 34. Nanostation M2



(UBNT, 2011)

El equipo con menor alcance es la Nanostation Loco M2 mostrado en la figura 35, este sería el equipo cliente más usado, dada su economía y su alcance de hasta 3Km con un óptimo nivel de señal, de lo único que se diferencia del equipo nombrado anteriormente es en la potencia del transmisor y la ganancia de la antena, los dos equipos son alimentados por POE y se puede manejar en modo Router o bridge, también cuenta con DHCP cliente y server, además de soportar conexión PPPoE.

Figura 35. Nanostation Loco M2



(UBNT, 2011)

Estos equipos tienen un bajo peso por lo que es sencillo instalarlos en estructuras livianas y de baja altura sin ningún tipo de templetes que eviten su oscilación, las características técnicas de estos dos equipos se mostrarán en los anexos D y E respectivamente.

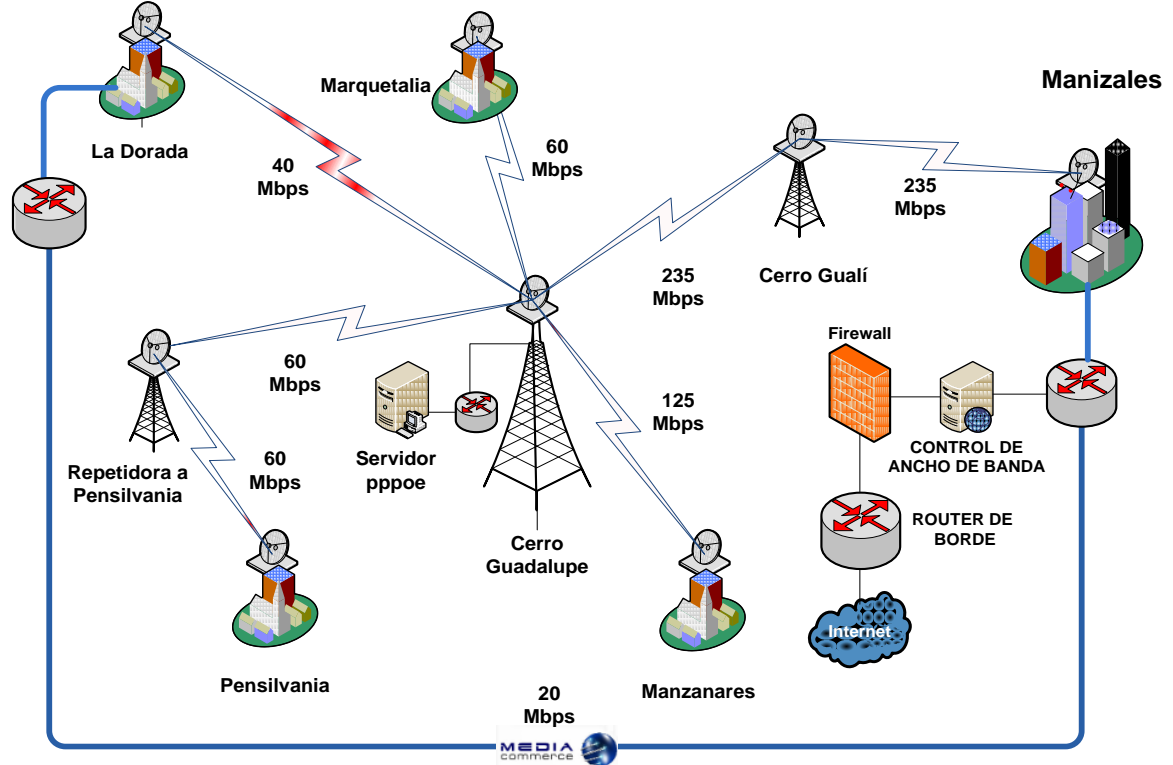
7.3 DISEÑO DE LA PLATAFORMA TECNOLÓGICA

Para obtener una disponibilidad del 99.9% en la red que se debe implementar para transportar el Internet hasta los 3 municipios. No solo es necesario manejar unos equipos confiables, sino también realizar un diseño de red que garantice esta disponibilidad. Además se deben manejar protecciones eléctricas y respaldos de potencia para reducir a 0 los cortes de energía.

7.3.1 Diseño de red

La red que se ha mostrado hasta ahora es una red en estrella, pero el punto de la dorada no solo es para tener un back up de proveedores de Internet sino también para cerrar un anillo con la ciudad de Manizales, esto gracias a la ayuda de una empresa llamada Media Commerce, que presta un servicio de transmisión de datos entre la ciudad de Manizales y La Dorada, lo que permite enlazar estos dos puntos a una tasa de transferencia de 20Mbps Full dúplex, obteniendo así una combinación de una red en anillo con una en estrella como se muestra en la figura 36.

Figura 36. Topología de red



Como se ve en la figura anterior el punto crítico es el cerro Guadalupe, ya que si llegara a ocurrir una falla en el cerro Gualí o en la Dorada, los datos se transferirían por la ruta que esté disponible en ese momento, si en algún momento se llegara a dañar el nodo del cerro Gualí, los clientes experimentarían un servicio de Internet lento, ya que el canal de respaldo que es el que ofrece Media Commerce solo tiene el 8.5% del canal principal, pero gracias a esto los clientes, no tendrían un corte total del servicio.

Mientras los dos canales estén disponibles se utilizarán simultáneamente, usando enrutamiento dinámico con políticas que permitan utilizar los dos canales al mismo tiempo, en las proporciones adecuadas para un funcionamiento eficiente, el protocolo de enrutamiento dinámico que se utilizará es BGP que según dice Pherson en el 2001 es un protocolo por vector de ruta utilizado para transportar información de enrutamiento entre sistemas autónomos (SA), estos fueron creados para proporcionar una vista más estructurada de internet mediante la división de dominios de enrutamiento en administraciones separadas, las cuales tienen políticas de enrutamiento propias, estos SA se ven para el mundo exterior como una única entidad que tiene un único número identificador, que es asignado mediante un registro de Internet, o un proveedor de servicios en el caso de SA privados.

En este caso se utilizarán números de SA en el rango de 65412 a 65535, que pertenecen al rango de números de SA privados, ya que el sistema autónomo que se implementará solo se va a manejar en la red interna y no será visible desde Internet.

7.3.2 Capacidad de la red

Si se obtuviera un rango de direcciones privadas propias, el proveedor que fuera a proporcionar el servicio debería dar a conocer el número de su SA, para que este sea divulgado a la entidad encargada de administrar las IPs y números de SA para Latinoamérica, llamada LACNIC, pero luego de hacer consultas con proveedores de Internet como Telefónica Telecom, TELMEX y Media Commerce, se determinó que no es económicamente viable implementar un sistemas de IPs públicas propias, ya que estas empresas solo proporcionan su número de SA si se tienen contratados servicios de líneas dedicadas, pero estas son aproximadamente 5 veces más costosas que una línea con un reúso de 1 a 8, por lo que se decidió adquirir servicios de la compañía Media Commerce de 20Mbps con rango de IPs de 125 IP, para clientes residenciales y de 29 IP para clientes corporativos, para términos de diseño y estimación de la capacidad de la red, se manejará un reúso de 1 a 15 para clientes residenciales y de 1 a 11 para clientes corporativos, ya que la empresa Media Commerce ofrece un reúso de 1 a 8, el que se manejará para la red interna es la diferencia del reúso que se dio para cada tipo de cliente.

En tabla 17 se muestran las características de los servicios que se ofrecerán en los municipios de Manzanares, Marquetalia y Pensilvania, esto con el fin de establecer el número aproximado de clientes que se pueden manejar con la capacidad que ofrecen los equipos que se sugirieron para la red que se debe implementar.

Tabla 17. Características de planes a ofrecer

Tipo de plan	Velocidad de bajada	Velocidad de subida	reúso
Residencial 1	1Mbps	400Kbps	1 a 15
Residencial 2	2Mbps	400Kbps	1 a 15
Corporativo 1	4Mbps	800Kbps	1 a 11
Corporativo 2	6Mbps	800Kbps	1 a 11

Como se muestra en la figura 17 la velocidad de subida también es un factor a tener en cuenta para el diseño, ya que las velocidades de transferencia de los equipos que se nombraron para los enlaces troncales y repetidores son Half dúplex.

Dadas las encuestas y entrevistas realizadas se determinó que las familias que están dispuestas a pagar entre \$40.000 y \$50.000 son en promedio el 61% el restante 39% pertenece a las familias que prefieren pagar un valor igual o mayor a \$ 50.000, los clientes que adquirirían el plan corporativo 1 en los 3 municipios son aproximadamente 18 y los que adquirirían el plan corporativo 2 son 15.

Con lo anterior se sabe que hay que reservar 54 Mbps velocidad de bajada y 8.8Mbps de subida, para los planes corporativos, con esto se utilizan 62.8Mbps de la suma de los 2 enlaces que pueden alcanzar hasta 255Mbps, por lo cual quedan 192.2Mbps libres para los clientes residenciales, y como a estos se les ofrecerá un reúso de 1 a 7 en la red interna, dando como resultado $192.2\text{Mbps} \times 7 = 1345.4\text{Mbps}$, para estos se tomará el 39% que es el aproximado de clientes que se estima adquieran el servicio de 2Mbps de bajada y 400Kbps de subida, para los cuales se deben reservar 524.7Mbps por esto se podrían manejar 218 clientes, y para el plan residencial 1 se estima que el número de clientes que se alcanzaría a manejar es de 586.

7.3.3 Equipos a utilizar

Para la implementación de toda la plataforma tecnológica se manejará la tecnología Mikrotik ya que ofrece opciones de enrutamiento dinámico BGP, Firewall, servidor PPPoE y sistemas para el control de ancho de banda por árbol de colas jerárquico PCQ, además esta tecnología es la misma que se utilizará en los enlaces troncales, con lo que se logrará obtener compatibilidad entre ellos, estas características también las ofrece la marca CISCO pero es un 200% más costosa. A continuación se muestran los equipos y características técnicas que se utilizarán en cada punto dependiendo de sus requerimientos.

Para La Dorada se utilizará una RB1100, ya que esta solo se encargará de realizar el enrutamiento y en (Routerboard s.f.) se muestra que puede manejar hasta 1488.85 Mbps en esta modalidad. Estos equipos son de montaje en rack y tienen 13 puertos GigaBit, además cuentan con un procesador PowerPc de 800Mhz, dado que estos enrutadores solo se utilizarán para realizar enrutamiento pueden manejar una tasa de transferencia máxima de 1488.85 Mbps en este modo, como dice en (Routerboard, s.f.), este equipo se muestra en la figura 37.

Figura 37. Rb 1100



(RouterBoard, s.f.)

En la ciudad de Manizales se debe implementar un Router de borde, un firewall, un equipo que se encargue de la gestión del ancho de banda y un Router para la red interna, pero todo esto se puede realizar con un solo equipo Mikrotik, claro está, con por lo menos 4 veces la capacidad de procesamiento que el nombrado anteriormente, ya que debe encargarse de realizar varias tareas, el equipo que se implementará allí es el PowerRouter 732 mostrada en la figura 38, el cual tiene un procesador Dual core de 3GHZ, 7 puertos Ethernet Giga bit, fuente de poder y board de tipo industrial, la cual está diseñada para operar 40.000 horas en constante operación, esta información fue obtenida de (Link technologies, 2011).

Figura 38. PowerRouter 732



(Link technologies, 2011).

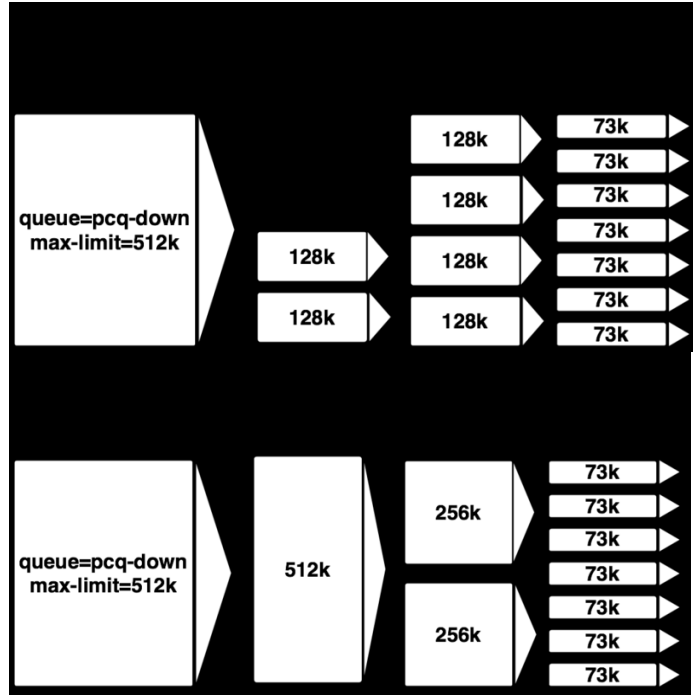
En el cerro Guadalupe se instalará un RB1100AH, ya que ahí se implementará un servidor PPPoE, además de un enrutador que maneje el estándar BGP, la diferencia de este equipo con la RB1100 es que tienen un procesador de 1066Mz, este servidor se encargará de gestionar todos los clientes, además de realizar el reúso de IP's para los clientes residenciales con el servidor PPPoE, asignando IP's públicas, dinámicamente, ya que como se hace un reúso de 1 a 7 para los clientes del plan residencial 1 el máximo de clientes que se manejaran con una línea de 20Mbps es de 140, pero el numero de IP's que se tendrá con esta línea será de 125, para el plan residencial 2 se obtendrán estas mismas líneas pero con un rango de IP's de 61, y para los clientes corporativos se asignaran IP's fijas por cada cliente.

7.3.4 Calidad del servicio

El control de ancho de banda se realizará con el árbol de colas PCQ del Mikrotik, ya que este está hecho para sistemas de calidad de servicio masivo, donde la mayoría de las colas son exactamente iguales, además permite distribuir el ancho de banda equitativamente cuando se llega al límite de la taza de transferencia máxima que tiene la cola total como se muestra en la figura 39, con este tipo de colas también se pueden priorizar servicios que algunos de los clientes requieran,

haciendo de esta solución una buena opción para el tipo de aplicaciones que se utilizará.

Figura 39. Opciones PCQ



(Mikrotik WIKI, 2011)

La función de router de borde se encargará de comunicarse con los equipos del operador Media Commerce para manejar los rangos de IP´s publicas hacia la red interna, además este también hará las veces de router de balanceo con dos líneas de 20Mbps más que pertenecerán a los operadores UNE y Telmex, que servirán como respaldo en caso que el servicio principal falle.

Para realizar la gestión de todos los equipos de la red, se utilizará una aplicación que brinda Mikrotik de forma gratuita llamada The Dude (Mikrotik software s.f.), esta aplicación permite incluir todos los equipos que se estén manejando en la red, inclusive lo que no son de la marca. Se escogió esta aplicación ya que es compatible con la mayoría de equipos que compondrán la red, lo que permite observar muchas de sus funciones críticas en una sola consola, además este programa permite enviar mensajes de texto, e-mails y tiene alertas sonoras para alertar acerca de fallas que deban ser atendidas de una manera rápida.

7.3.5 Características eléctricas

Para garantizar una disponibilidad del 99.9% no solo se debe contar con unos equipos confiables, o tener enlaces de respaldo, sino que tal vez uno de los factores más importantes es el suministro de energía ininterrumpida, esto sin contar las protecciones que se tengan en la entrada de la acometida eléctrica, para evitar daños por picos de corriente.

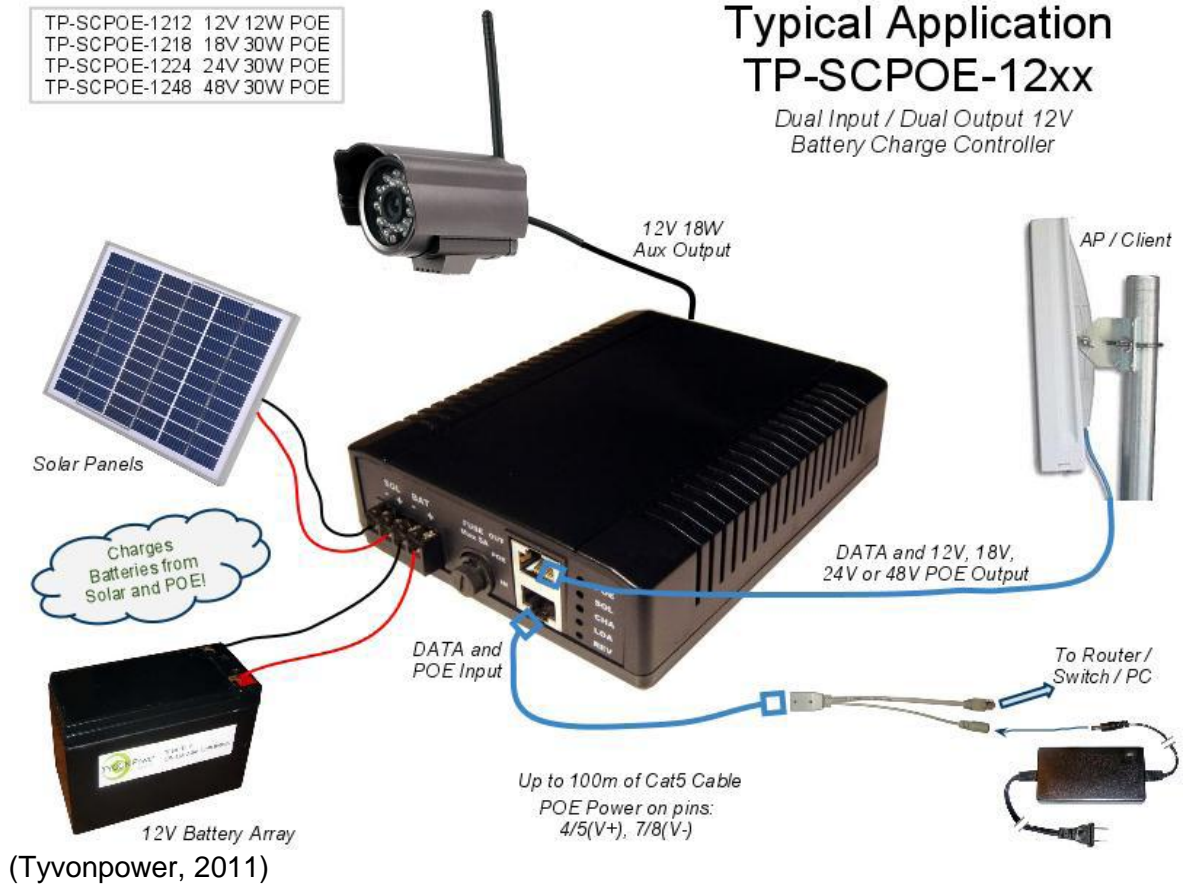
Para garantizar la máxima disponibilidad en los puntos más críticos como, el cerro Guadalupe, la repetidora hacia Pensilvania y el cerro Gualí, se implementarán soluciones de respaldo, que incluyen paneles solares y baterías. En la tabla 18 se mostrará la potencia que consume cada equipo, para así determinar la potencia máxima consumida por estación base.

Tabla 18. Consumo de potencia de equipos

Equipo	Potencia máxima
RB 800	9W sin tarjetas de radio
SR71-15	4W
Grove A-5Hn	4.56W
RB433	3W sin tarjetas de radio
XR2	4.29W
RB1100	25W
RB1100AH	25W
RocketM2	6.5W
PowerRouter 732	85W

En el cerro Guadalupe se implementará una RB800 con una mini PCI SR71-15, 3 Grove A-5Hn, una RB 433 con una mini PCI XR2 y una RB1100AH que es la que se encargará de manejar el servidor PPPoE, estos equipos consumen un total de 58.97 W como máximo. Los equipos que se implementarán para completar el sistema de potencia ininterrumpida son marca Tyconpower, en los cuales se incluye un Switch Gigabit, que incluye los POE que se encargarán de suministrarle la potencia a los equipos que serán instalados cerca a las antenas, el equipo que se encarga de controlar la carga de las baterías es el mismo que recibe la carga de los paneles solares y de la acometida de corriente eléctrica a través de un POE que trabaje entre 36V y 57V con una corriente máxima de 1.3A, el equipo que se escogió para este diseño es el que soporta 24V de entrada para el panel solar y 24V de salida en sus salidas, el esquema de la forma como se conecta este equipo se muestra en la figura 40 (Tyconpower, 2011).

Figura 40. Controlador de carga de doble entrada



Como se dijo anteriormente el equipo que se escogió para esta aplicación permite 24V de entrada del panel solar y maneja 24V tanto en la salida de POE como en la salida auxiliar, la potencia máxima que maneja en la salida del POE es de 25W y en la salida auxiliar es de 37.5W. las baterías que se utilizarán son de la misma marca, como dicen en (Tyconpower, 2011), la carga de las baterías que se debe tener en cuenta es el 50% de la real, por cambios de temperaturas u otros factores que afecten el funcionamiento normal de las baterías. Entonces para el diseño de este sistema de respaldo se tendrán en cuenta dos baterías de 12V y 100AH, las cuales se conectarán en serie para obtener el voltaje de 24V con el cual trabaja el controlador de carga de las baterías, se montarán dos paneles solares de 24V y 120W en paralelo para completar 240W en su máxima potencia de salida. Entonces para la carga total que es de 58.97W más la consumida por el controlador de carga y el switch que se implementará de la misma marca, se tendría un consumo de cerca de 62.97W de todos los equipos que se implementarían en el cerro Guadalupe. A continuación se calculará la autonomía que se tendría con los parámetros de los equipos que se nombraron anteriormente.

Si no se tuviera el respaldo de los paneles solares, la duración de las baterías en caso de un corte en el suministro de corriente, y con los equipos funcionando a la máxima potencia sería de $(100\text{AH} \cdot 24\text{V} / 2) / 62.97\text{W}$ lo cual daría como resultado 19.05 horas de duración, pero con el respaldo de los paneles solares en el peor de los casos, que sería con un día nublado se tendrían 37 horas de autonomía, y con días soleados, se tendrían 500 horas de autonomía, lo cual equivale a casi 20.83 días, estos parámetros se obtuvieron teniendo en cuenta que los paneles solares entregan el 50% de la potencia máxima en días nublados, y también teniendo en cuenta que en un día soleado el promedio de horas en las que brilla el sol es de seis. Los datos de la autonomía con paneles solares se obtuvieron de un software realizado en Microsoft Excel, que estima estos valores y fue desarrollado por Tyconpower en el 2010, si se implementaran unos paneles solares que lleguen a 270W y el promedio de horas en las que brilla el sol es de 6, este sistema no necesitaría de la corriente que provee la empresa electrificadora de caldas.

Para montar el sistema de corriente ininterrumpida en el cerro Gualí se tiene en cuenta que solo se implementará una board RB800 con dos tarjetas de radio mini PCI SR71-15, por lo cual se consumiría una potencia máxima de 17W, en este punto solo se implementaría el controlador de carga de doble entrada, ya que este solo se necesitaría para suministrarle corriente a la RB800, para lo cual se implementarán 2 baterías de 51AH y un panel solar de 24V a 120W, con esto el uso de la corriente suministrada por la empresa de energía local no sería casi necesaria.

Para la repetidora que va hacia Pensilvania, como el consumo de las 2 Grove A-5Hn que se implementarán allí, sería máximo de 9.12W solo es necesario implementar el mismo sistema pero con baterías de 51AH y 2 paneles solares de 24V y 30W, para que el suministro de corriente alterna no sea esencial para el funcionamiento del sistema.

Para las estaciones repetidoras de cada municipio, no se implementará energía solar, ya que estos puntos se encuentran ubicados dentro del casco urbano y la reacción puede ser más oportuna, como en los tres municipios se implementarán un par de RocketM2 para repetirlo a los clientes y un Grove A-5Hn para recibir la señal, la potencia consumida por cada una de estas estaciones repetidoras es de 17.56W por lo que, se necesitarían 2 baterías de 12V y 51AH para obtener una autonomía de 34.9 horas, suficiente para determinar cualquier tipo de problema.

Para La Dorada se implementará el mismo sistema que se nombró anteriormente para las estaciones repetidoras de cada municipio, pero como allí se implementará una RB1100 que consume máximo 25W y una RB433 que su consumo máximo con la mini PCI XR2 es de 7.29W, por lo cual daría un total de 32.29W para todo el

sistema, por esto se implementarán dos baterías de 100AH para que la autonomía sea de unas 37 horas aproximadamente.

En la ciudad de Manizales se implementará un cargador de batería marca Tyconpower el cual puede manejar una potencia máxima de 300W entre la carga de las baterías y el consumo de los equipos, pero como el consumo en este punto es tan alto el banco de baterías debe ser aumentado a 300AH ya que el consumo allí puede llegar a ser de 98W sin contar los equipos que proporcionen los proveedores de Internet, por eso, para la estimación de la autonomía en este punto se tendrá en cuenta un consumo total de 150W, obteniendo como resultado una autonomía de 24 horas con los equipos trabajando a máxima potencia.

Para proteger los equipos de sobre voltajes se deben poner sistemas de puestas a tierra que cumplan con las normas RETIE del 2008, que dicen que para sistemas de tierra se deben usar barras de cobre de mínimo 2.4m además que la resistividad de el sistema no debe sobrepasar los 10Ω para protección contra rayos, además de esto el conductor que va a la barra de tierra no debe ser de menor calibre que el utilizado en el resto de la acometida eléctrica. Además para completar la protección se debe instalar un DPS en la entrada de la acometida eléctrica para evitar daños por sobretensión, ya que este dispositivo se encarga de drenar a tierra el exceso de esta, para escoger el DPS se deben tener en cuenta que la tensión residual debe ser casi igual a la aplicada al equipo que se protegerá, la instalación de estos dispositivos se debe hacer tanto en la fase como en el neutro para que ofrezcan una protección adecuada.

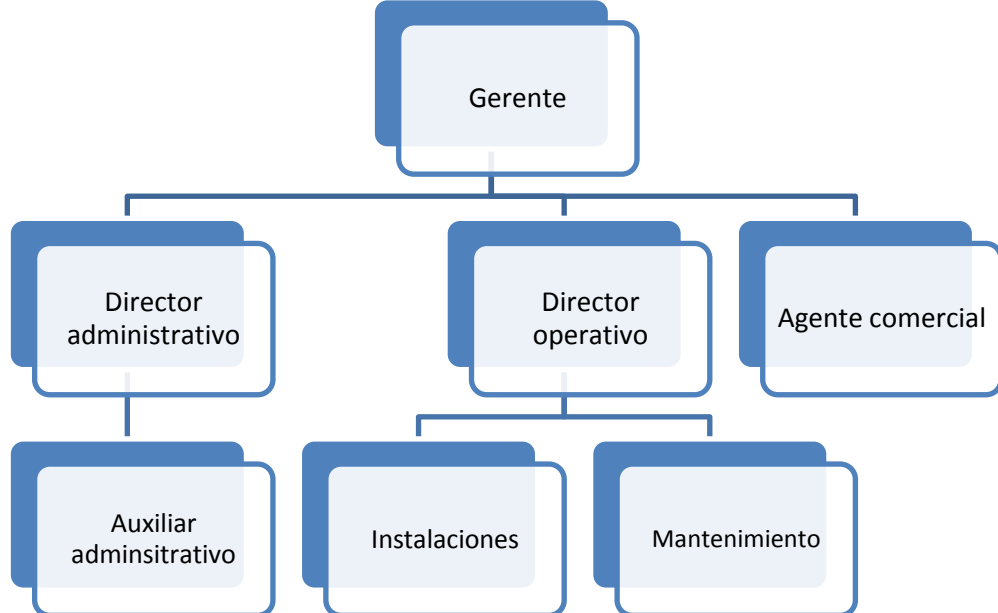
7.4 DISEÑO DEL PLAN ESTRATÉGICO

Anteriormente se definieron los aspectos técnicos y tecnológicos necesarios para poner en funcionamiento la empresa proveedora de servicios de Internet inalámbrico en los municipios de Manizales, Marquetalia y Pensilvania en el departamento de Caldas. Para complementar lo anterior se debe hacer un manejo eficiente de estos recursos, por lo cual se establecerán políticas y metas claras que permitan ofrecer un servicio de Internet, que satisfaga las necesidades de los clientes, tanto en el aspecto técnico como en la atención que reciban.

7.4.1 Estructura organizacional

Para utilizar y administrar los recursos de la empresa proveedora de servicios de Internet inalámbrico, en los tres municipios, se deben especificar las jerarquías y actividades del personal administrativo y técnico, que conformará el equipo de trabajo. En la figura 41 se muestra la estructura organizacional que se propone para la puesta en marcha de esta empresa.

Figura 41. Estructura organizacional



7.4.1.1 Descripción de los cargos

La estructura organizacional se determinó mediante la identificación de las actividades administrativas, operativas y comerciales necesarias para la puesta en marcha de la empresa.

Identificación del cargo: Gerente

Resumen del cargo: Cumplir y hacer cumplir los estatutos de la empresa, representar legalmente la empresa, administrar los recursos físicos, tecnológicos, financieros y humanos del negocio, presentar los informes periódicos a los socios, entre otras.

Relaciones Externas: Con los proveedores de bienes y servicios, con los clientes de la empresa.

Responsabilidades: Controlar y responder por el buen uso de los recursos de la empresa, mantener excelentes relaciones con el personal vinculado a la compañía, con los clientes y proveedores, establecer políticas y estrategias para el éxito del negocio.

Identificación del cargo: Director operativo.

Resumen del cargo: Desarrollar y cumplir los procedimientos y metodologías para llevar a cabo la actividad de la empresa, presentar los informes técnicos a la Gerencia General, entre otras.

Relaciones Externas: Con los proveedores de bienes y servicios, con los clientes de la empresa.

Responsabilidades: Controlar y responder por el buen uso de los recursos de la empresa, mantener excelentes relaciones con el personal vinculado a la compañía, con los clientes y proveedores, estar al tanto de los nuevos adelantos e investigaciones tecnológicas con el fin de establecer los beneficios de incursionar en nuevos servicios o productos.

Identificación del cargo: director administrativo

Resumen del cargo: administrar los recursos económicos de la empresa, presentar los informes contables a la gerencia.

Relaciones Externas: Con los proveedores de bienes y servicios, con los clientes de la empresa.

Responsabilidades: Estar al tanto de mantener la parte contable de la empresa al día, planificar y cumplir con las responsabilidades económicas de la empresa, mantener excelentes relaciones con el personal vinculado a la compañía.

Identificación del cargo: Auxiliar administrativo

Resumen del cargo: Estar al tanto de el correcto manejo de los recursos administrativos de la empresa, conocer y llevar a cavo las actividades relacionadas con la contabilidad de la empresa.

Relaciones Externas: Con los proveedores de bienes y servicios, con los clientes de la empresa.

Responsabilidades: Conocer y llevar a cavo las actividades que tienen que ver con el correcto funcionamiento administrativo de la empresa, mantener excelentes relaciones con el personal vinculado a la compañía.

Identificación del cargo: Técnico de instalación y mantenimiento

Resumen del cargo: Realizar instalaciones y mantenimiento a los clientes que lo requieran, realizar mantenimiento y gestión a la plataforma tecnológica de la empresa.

Relaciones Externas: Con los clientes de la empresa.

Responsabilidades: Controlar y responder por el buen uso de los recursos de la empresa, mantener excelentes relaciones con el personal vinculado a la compañía y con los proveedores.

Identificación del cargo: Agente Comercial

Resumen del cargo: Desarrollar y cumplir las estrategias comerciales del negocio, guiar y dar soporte a los clientes, vender y dar a conocer los servicios que ofrece la empresa.

Relaciones Externas: Con los clientes de la empresa.

Responsabilidades: Mantener un volumen de ventas constante, manejar excelentes relaciones con los clientes.

Luego de tener definidos los roles que van a cumplir las personas que se encargarán de manejar todos los recursos de la empresa, Se deben especificar los sitios donde van a estar ubicados. Teniendo en cuenta esto, se decidió que el punto principal es Manzanares ya que se encuentra a unos 40 minutos de Marquetalia y al mismo tiempo de Pensilvania, por lo tanto, se requerirá una oficina donde se va a ubicar el personal administrativo. Esta oficina debe contar con el espacio necesario para alojar el personal administrativo, además el local debe tener teléfono fijo, que es uno de los medios por los cuales se comunicarán los clientes o potenciales usuarios, también debe contar con todos los servicios públicos para la operación de la oficina, otro requisito que debe cumplir el local, es que debe contar con una bodega para el almacenamiento de equipos y herramienta. En Pensilvania y en Marquetalia se buscarán alianzas con empresas que ya ejerzan una actividad afín con la de la empresa para recibir los pagos, pero en el municipio de Pensilvania se requerirá una bodega para guardar los equipos y herramientas necesarias para realizar instalaciones y mantenimientos en este municipio.

7.4.2 Objetivos y análisis competitivo de la empresa

Luego de tener definidos los lugares donde se va a tener atención al público, en cada municipio, se realiza el análisis DOFA, con el cual se detectan las debilidades, fortalezas, oportunidades y amenazas que tiene la empresa, para así determinar la forma en la que se mejorará y ofrecerá el producto para diferenciarse de los competidores, este análisis se muestra en la tabla 19.

Tabla 19. Análisis DOFA

Aspectos internos	Aspectos externos
<p>Fortalezas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pioneros en banda ancha masiva en la región. • Tecnología confiable. • Despliegue de red propia. • Amplia cobertura en cada municipio. • Posibilidad de aplicación de la red a otros municipios. • Personal calificado 	<p>Oportunidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sin competidores directos en los tres municipios. • Demanda insatisfecha. • Oportunidad de ofrecer otros servicios. • Incremento del uso del Internet.
<p>Debilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interferencia en las frecuencias usadas. • Limitación de ancho de banda. • No se brindan servicios de telefonía fija o televisión. • Sin reconocimiento en el mercado. 	<p>Amenazas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Llegada de empresas reconocidas a ofrecer el mismo servicio. • Bajos precios ofrecidos por servicios similares. • Bajo poder adquisitivo de clientes potenciales

Luego de tener definido el análisis DOFA se especifican los objetivos y metas que se tienen con la empresa, para tener claras, sus actividades y hasta donde se quiere llegar con ella.

- Visión

Luego de un año de operación, ser la empresa proveedora de servicios de telecomunicaciones con mayor reconocimiento en el departamento de Caldas y sus alrededores, por su calidad en los servicios que presta, competitividad y calidad humana de sus empleados.

- Misión

Somos una empresa proveedora de servicios de Internet inalámbrico, que opera en los municipios de Manzanares, Marquetalia y Pensilvania, en el oriente de Caldas. Estamos enfocados en proveer servicio de Internet a clientes corporativos y residenciales, brindándoles una excelente calidad en el servicio y soporte personalizado, teniendo como fin, suplir las necesidades de conectividad de la región, contribuyendo así con el desarrollo tecnológico de los lugares donde se tenga presencia.

7.4.3 Plan de acción para la puesta en marcha de la empresa

Luego de tener definidos los objetivos y razón de ser de la empresa, se crea un plan de acción que permite, establecer los tiempos en los que se realizaran las actividades necesarias para la implementación técnica, jurídica y administrativa, para así tener claro el momento en que se puede empezar a operar.

Para empezar se debe constituir la empresa como se indica en el marco legal de este documento, para esto es necesario tener definida la persona que se encargara de cumplir con el cargo de Gerente. Luego se debe solicitar la habilitación general que expide el ministerio de tecnologías de la información y las comunicaciones, para que cuando se tenga implementada la red, se pueda empezar a operar inmediatamente. En el primer mes siguiente a la constitución de la empresa, se hará la instalación de las cuatro torres que hacen falta para empezar a montar todos los equipos y antenas necesarias para implementar la red inalámbrica, esto incluye protecciones y puestas a tierra. En los 20 días siguientes a la construcción de las torres, se instalarán y pondrán a punto todos los equipos y antenas necesarios, incluyendo sistemas de potencia ininterrumpida, con esto se completarán los enlaces inalámbricos que componen toda la red. En los 15 días siguientes a la instalación de los enlaces inalámbricos se instalarán y configurarán los equipos necesarios para completar toda la plataforma tecnológica, necesaria

para completar la funcionalidad de la red, después de esto se realizarán pruebas por dos semanas para afinar toda la plataforma, con el fin de garantizar un servicio que satisfaga las necesidades de los clientes desde el primer día. Luego de tener toda la plataforma técnica y tecnológica implementada, se debe comenzar a realizar la campaña publicitaria para dar a conocer la empresa, y empezar a realizar la mayor cantidad de ventas posibles, esto teniendo en cuenta que se deben tener por lo menos 300 equipos cliente en stock.

7.5 DISEÑO DEL PLAN DE MERCADEO

Luego de tener definida la organización, tanto técnica como administrativa de la empresa, además del plan para la puesta en marcha, es necesario diseñar un plan de mercadeo, para impulsar el servicio de Internet en los 3 municipios, y crear recordación en sus habitantes. Por eso se realizó un plan de mercadeo para ofrecer servicio de Internet en los municipios de Manzanares, Marquetalia y Pensilvania en el departamento de Caldas. Para esto se define un nombre un logo y un slogan, con los cuales se identificará la empresa.

7.5.1 Definición de nombre, sigla y logo

Para empezar se definió el nombre de la empresa como **Caldas Data Company**, del cual se obtiene la sigla **CADCOM**, para facilitar la recordación en las personas. El logo que se muestra en la figura 42.

Figura 42. Logo CADCOM



Teniendo esto, el paso a seguir es diseñar el plan de mercadeo, para este caso es una estrategia de lanzamiento, ya que la empresa no es reconocida por ningún habitante de estos tres municipios. A continuación se muestra la forma como se pretende promocionar la empresa y los servicios que ofrece:

7.5.2 Estrategia de lanzamiento CADCOM (Caldas Data Company)

- Presentación de la empresa

CADCOM es una compañía que tiene como actividad principal proveer servicio de internet a las poblaciones de Manzanares, Marquetalia y Pensilvania en el departamento de Caldas, destacándose por calidad en el servicio, precios cómodos, y soporte personalizado tanto en hogares como en empresas.

- Objetivo general

Dar a conocer a CADCOM como un nuevo proveedor de servicio de Internet de banda ancha **ilimitado** en los municipios de Manzanares, Marquetalia y Pensilvania, en el Departamento de Caldas, Colombia.

- Competencia

La competencia para los clientes residenciales es el servicio de Internet móvil de banda ancha limitada de las empresas Comcel y Movistar, para los clientes corporativos, son las líneas dedicadas de Telefónica TELECOM y servicios de VSAT como AXESAT, COMPARTEL, SKYNET entre otros.

- Objetivo de comunicación

A través de diferentes acciones de mercadeo y publicidad se comunicará al público objetivo el nuevo servicio de Internet ilimitado de CADCOM.

- Público (s) objetivo (s)
 - **Primario:** familias, de nivel socio económico medio a medio alto, ubicadas dentro del casco urbano de los municipios, con al menos un computador.
 - **Secundario:** empresas públicas y privadas.

Beneficios a comunicar

- **Principal:** servicio ilimitado en cantidad y volumen de descargas y estable.
- **Secundarios:** velocidad (ancho de banda 1MB, 2MB, 4MB, 6MB), soporte, costo razonable y fijo, sin cláusulas de permanencia.

Razón del ¿por qué? de los beneficios

CADCOM puede ofrecer amplia cobertura y confiabilidad gracias a la tecnología inalámbrica con la que suministra el servicio, además garantiza que el costo de la factura no tendrá variaciones, agregando un servicio y soporte personalizado a las empresas.

Acciones

Para la campaña de lanzamiento de CADCOM se realizarán acciones de divulgación para el público objetivo primario y secundario, tanto en medios masivos y no masivos.

- Público objetivo primario: familias

- **Medios no masivos:**

Evento de lanzamiento del servicio en el espacio principal del casco urbano (plaza principal), a través de una demostración en un "kiosco" o estand con equipos, en los que el público en general pueda acceder a Internet y de esa manera conocer el servicio que se presta (velocidad, conectividad, etc.). Todo apoyado con personal de soporte y ventas, el cual dará la información necesaria, realizará la venta y/o recolectará los datos de las personas (levantamiento de base de datos) para contactos posteriores. El diseño del stand se muestra en la figura 43.

Figura 43. Estand para evento de lanzamiento de CADCOM



Envíos personalizados de cupones de descuento dentro de las facturas del servicio de energía de los municipios, a las familias residentes en el casco urbano, la muestra del cupón se muestra en la figura 44.

Figura 44. Cupón de descuento



- **medios masivos:**

Cuñas radiales en las principales emisoras locales comunicando el nuevo servicio y sus beneficios.

Afiches que serán ubicados en sitios de alto tráfico de clientes potenciales, reforzando la imagen y los beneficios del servicio.

- Público objetivo secundario: empresas públicas y privadas

- **medios no masivos:**

Visitas personalizadas a las empresas para dar a conocer el servicio, ofreciendo la posibilidad de un periodo de prueba dentro de la institución. Esto apoyado por material de *merchandising* (lapiceros, libretas, calendarios, etc.) para generar recordación, en la figura 45 se muestra un posible estilo de lapicero con publicidad de la empresa.

Figura 45. Muestra de lapicero con publicidad de CADCOM



- **medios masivos:**

Cuñas radiales en las principales emisoras locales comunicando el nuevo servicio y sus beneficios.

Afiches que serán ubicados en sitios de alto tráfico de clientes potenciales, reforzando la imagen y los beneficios del servicio.

Como otro medio de divulgación de la empresa se construirá una página WEB, la cual permitirá dar a conocer la empresa, los servicios que presta, la cobertura y los recursos con los que cuenta, para crear una imagen corporativa que cree confianza entre los habitantes de la región.

7.6 ANÁLISIS FINANCIERO

Luego de tener identificado el mercado, definir el funcionamiento técnico, tecnológico, administrativo y comercial. Se debe realizar un análisis de la inversión económica necesaria, para poner en marcha esta empresa. Esto con el fin, de estimar el número de usuarios que se deben tener para encontrar el punto donde la empresa se hace sostenible y empieza a generar rentabilidad.

7.6.1 Requerimientos y necesidades

A continuación se realiza la definición de los requerimientos necesarios para destinar el monto económico, necesario para la preparación, montaje y puesta en marcha de la empresa.

- Para el estudio de mercado, en el cual se realizaron encuestas, entrevistas, investigación de la competencia y búsqueda de los posibles proveedores. Fue necesario hacer un desplazamiento hacia los tres municipios y ciudades cercanas. Con el fin de realizar las encuestas se contrataron dos personas que se encargaron de cumplir con esta actividad. El costo que tuvo la ejecución de estos estudios fue de \$1'000.000, que correspondió a gastos de transporte, alojamiento, alimentación y remuneración de las personas que colaboraron.
- Con el fin de implementar los enlaces troncales y la plataforma tecnológica necesaria para proporcionar una disponibilidad del 99.9%. Se definieron tanto los equipos como las estructuras necesarias para realizar la implementación de la red completa. Los costos se muestran a en la tabla 20.

Tabla 20. Precios equipos red troncal

Tipo de equipo	Cantidad	Precio uni en dólares	Precio Total en dólares	Peso(g) uni	peso total (g)
Equipos					
RB800	4	297,55	1190,2	285	1140
RB433	3	78,95	236,85	137	411
SR71-15	6	79	474		0
Grove A-5Hn	9	82	738	193	1737
XR2	3	99,95	299,85		0
RB1100	2	389	778	375	750

RB1100AH	2	395	790	365	730
Rocket M2	8	89	712	500	4000
PowerRouter 732	2	1299	2598	9000	18000
Antenas					
Rocket dish 5G 34 dBi	2	339	678	20000	40000
Rocket dish 30 5G dBi	2	159	318	9800	19600
grillada 5G 27dBi I-Com	8	49,95	399,6	2400	19200
grilla 34 dBi 2.4G I-Com	2	468,79	937,58	16000	32000
Airmax sector 90° 2.4G	6	149	894	3900	23400
Cables					
MMCX a N-hembra	12	12,49	149,88		0
N-macho a RPA-SMA	6	8,75	52,5		0
N-Macho a N-macho	4	8,95	35,8		0
Potencia					
TP-SCPOE-2424	8	59,95	479,6	312	2496
TP-SW5G-24	5	249,95	1249,75	383	1915
TP-BC24-300	2	299,95	599,9		0
Poe 48V 150W+poe	3	56,95	170,85	709	2127
poe 48V 50W	6	48	288	300	1800
panel solar 24V 120W	2	639	1278	11700	23400
panel solar 24v30w	3	169	507	3500	10500
Total precio en U\$			15855,36	Total peso en g	203206
Total envío (\$4.950) por libra					2011739,4
Total equipos en pesos					30125184
Total equipos + 16% IVA + 10% arancel +envío					\$39.969.471,24
Suministros no importados					
Tipo de equipo	Cantidad	Precio uni en pesos	Precio Total en pesos		
Baterías 100AH GEL	10	\$ 400.000	\$ 4.000.000		\$ 4.000.000
Baterías 40AH	10	\$ 200.000	\$ 2.000.000		\$ 2.000.000
Torres ventadas de 20m, incluyendo puesta a tierra y cimentación	4	2600000	\$ 10.400.000		\$ 10.400.000
			Total equipos y estructuras		\$ 56.369.471

(Flytec, 2011; streakwave, 2011; ZONE, 2011)

Los precios de los equipos mostrados en la tabla 20 se obtuvieron de páginas Estadounidenses, ya que ahí se encuentran todos los equipos necesarios para la implementación de la red. Los precios de envío e impuestos se obtuvieron de la

página de la empresa encargada de realizar los envíos, llamada ABE cargo express s.f.

- Se contratará un contador, quien se encargara de llevar la contabilidad de la empresa mensualmente, y cobra unos honorarios de \$200.000 mensuales.
- Para la estructura organizacional, se tiene presupuestado contratar el personal a la medida que se va necesitando, el gerente y el director operativo son contratados en el primer mes, para constitución, diseño técnico y análisis de viabilidad de la red. Para el segundo y tercer mes es necesario contratar el equipo de cuatro instaladores, para realizar la instalación de equipos, enlaces troncales, puesta en marcha y afinamiento de la plataforma tecnológica. Para el siguiente mes se contratara el resto del equipo que conformará la parte administrativa de la empresa, completando así el personal que seguirá trabajando en la empresa. Los sueldos sugeridos para cada uno de los empleados se muestra en la tabla 21.

Tabla 21. Salarios por cargo

Cargo	Salario
Gerente	\$2'200.000
Director operativo	\$2'000.000
Director administrativo	\$1'200.000
Auxiliar administrativo, Técnico de instalaciones, Agente comercial	\$920.000

El salario del auxiliar administrativo, técnico de instalaciones y Agente comercial, corresponde al salario mínimo mensual legal vigente, con todas las prestaciones de que exige el código sustantivo del trabajo, para el resto de funcionarios se estima un salario integral.

- En cuanto al mobiliario y equipamiento de la empresa. Se tiene en cuenta que cada grupo de instaladores, debe tener un computador portátil, además para la oficina es necesario adquirir 4 computadores de escritorio, en cuanto al mobiliario son necesarios 4 escritorios para alojar al personal administrativo y un mueble de recepción. También se deben comprar 6 estantes, para el área de bodega con el fin de acomodar los equipos y herramienta, el presupuesto estimado para esto es discriminado en la tabla 22.

Tabla 22. Presupuesto mobiliario y herramienta.

Ítem	Cantidad	Precio un	Precio total
PC portátil ThinkPad® Edge E420	2	\$1'445.000	\$2'890.000
PC escritorio ThinkCentre A70z Intel Dual Core E5700, 2GB, 320GB	4	\$1'250.000	\$5'000.000
Mobiliario, escalera 7.4m fibra vidrio		\$4'000.000	\$4'000.000
Herramienta		\$1'000.000	\$1'000.000
Impresora HP Officejet J4575	1	\$235.000	\$235.000
		Total	\$13'125.000

(Makrocomputo s.f.)

- En el municipio de Manzanares se tomará en arriendo un local de 120 m², el cual se encuentra ubicado a media cuadra del parque principal, este dispone de un área exclusiva para la bodega, además de contar con un espacio suficiente para ubicar el mobiliario para el área administrativa. El costo mensual del local es de \$250.000, el servicio de agua y energía eléctrica se deben pagar por aparte. Se estima que el valor de estos dos servicios es de \$100.000, ya que los dueños de Mencha comunicaciones, ubicado en frente de este, y con unas características similares, pagan aproximadamente este valor mensualmente por estos mismos servicios. El servicio de telefonía fija debe ser instalado, y tiene un costo de \$55.000 mensuales.
- Para Pensilvania se alquilará una bodega con un área de 40 m², la cual tiene un costo mensual de \$100.000, los servicios de luz y agua tienen en promedio, un costo de \$60.000. Esta bodega se encuentra ubicada a dos cuadras del parque principal, vía arboleda.
- Para los municipios de Marquetalia y Pensilvania, se asignarán como puntos de pago, los café Internet Telemarc y Meganet, respectivamente, los dos se encuentran ubicados una cuadra del parque principal. El administrador de cada uno de estos negocios cobra \$100.000 mensual por prestar el servicio de recaudo.
- En la ciudad de Manizales se tomará en arriendo un apartamento con patio para ubicar la torre, el costo mensual de este, es de \$400.000 mensuales, lo que incluye servicios públicos.
- En el municipio de la dorada se alquilará un patio de una casa para ubicar la torre, el costo de este arrendamiento es de \$ 200.000 incluyendo el consumo de energía eléctrica.

- En Manzanares se ubicará la torre, en una finca que se encuentra en el punto escogido para la implementación de la estación base de este municipio. El costo del alquiler de ese punto es de \$150.000, este valor incluye el suministro de energía eléctrica.
- La torre que se alquilará en el cerro Guadalupe, es propiedad de la emisora Voces FM, el valor que se debe pagar por el uso de esta torre es de \$180.000. Este valor incluye el espacio para ubicar los equipos y el suministro de fluido eléctrico.
- En los municipios de Marquetalia y Pensilvania, el costo del alquiler de las torres con suministro de fluido eléctrico y espacio para ubicar los equipos es de \$100.000 cada una.
- En el lugar donde se construirá la torre donde se ubicarán los equipos que repetirán la señal hacia Pensilvania desde el cerro Guadalupe, tiene un contrato de arrendamiento mensual de \$150.000, este valor incluye el suministro de corriente eléctrica.
- En el cerro Gualí el costo mensual, del alquiler de la torre que alojará los equipos repetidores, es de \$180.000, este valor incluye el consumo de corriente eléctrica.
- Las primeras líneas de Internet se instalarán a partir del tercer mes para empezar a realizar pruebas sobre la plataforma tecnológica ya montada. Se instalará una línea de media Commerce de 20Mbps con un reuso de 1 a 8 y un rango de 125 IP's, con un costo mensual de \$1'750.000. También se instalará una línea de fibra óptica de UNE de 20Mbps de bajada y 10Mbps de subida con un valor mensual de \$529.900, esto con el fin de poner a prueba el respaldo hacia Internet, el resto de líneas se irán adquiriendo a medida que se necesiten.
- La papelería, necesaria para la actividad propia de la empresa, correspondiente a facturas y demás, tendrá un costo de \$450.000 cada dos meses.
- Para desplazarse entre municipios y realizar mantenimientos e instalaciones a clientes, es necesario rentar un vehículo tipo campero o camioneta, que cuente con parrilla, para transportar la escalera, y demás objetos que no se puedan introducir dentro de la carrocería. Para esto se rentará un Chevrolet N200 modelo 2010 el cual tiene un costo de \$1'400.000 mensuales, Fuera de costos de mantenimiento. El valor estimado del gasto de combustible desplazándose

diez veces al municipio de Marquetalia, cinco al de Pensilvania y tres hacia la ciudad de Manizales mensualmente, además del desplazamiento que se haga dentro del municipio de Manizales, es de \$350.000.

- A los empleados y personal administrativo que tenga que desplazarse, a lugares donde no sea su lugar de residencia, se le asignaran \$25.000 de viáticos diarios por persona, el valor estimado considerando que generalmente se desplazarían de a dos personas, teniendo en cuenta que la cantidad de desplazamientos fuera la nombrada anteriormente, el valor aproximado mensual de viáticos sería de \$900.000.
- Para la campaña publicitaria, en donde se harán bolígrafos promocionales, cupones, cuñas radiales y un evento de lanzamiento en cada municipio. El precio aproximado de cada uno de estos ítems se muestra en la tabla 23.

Tabla 23. Precios campaña publicitaria

ítem	Precio un	Cantidad	Precio total
Bolígrafos Glam	\$2.116	100	\$211.600
Cupones x 5000	\$130.000	1	\$130.000
stand	\$1'300.000	1	\$1'300.000
Cuñas radiales emisoras locales	\$1'000.000	1	\$1'000.000

(Proyectat, 2011)

Los bolígrafos se mandarían a hacer una vez. Los cupones se distribuirían los primeros 3 meses, para el evento de lanzamiento donde se pondrá un kiosco para mostrar el servicio de forma gratuita, se utilizarán 3 de los computadores adquiridos para el área administrativa y los técnicos. Las cuñas radiales se mantendrán mensualmente, para crear recordación en las personas de esta región y mantener el volumen de ventas.

7.6.2 Capital de trabajo

Al tener definidos los gastos fijos y variables que se generarán en cada mes se calculará el capital de trabajo, definiendo a partir de qué mes, después de iniciado el proyecto se iniciará cada gasto. En la tabla 24 se muestra el capital de trabajo necesario para la implementación de esta empresa.

Tabla 24. Capital de trabajo

Costos directos			
Mano de obra			
	Gerente	\$ 2.200.000,00	Mensual a partir del primer mes
	director operativo	\$ 2.000.000,00	Mensual a partir del primer mes
	director administrativo	\$ 1.200.000,00	Mensual a Tercer del segundo mes
Otros gastos indirectos			
Papelería		\$ 450.000,00	Bimestral
alquiler vehículo		\$ 1.400.000,00	Mensual
gastos vehículo		\$ 350.000,00	Mensual
viáticos		\$ 900.000,00	Mensual
Servicios públicos		\$ 215.000,00	Mensual
Arriendos		\$ 1.910.000,00	Mensual
cuñas radiales		\$ 1.000.000,00	Mensual
Lineas de Internet		\$ 2.279.900,00	Mensual a partir del tercer mes
Gastos administrativos			
Sueldos			
	auxiliar administrativo	\$ 920.000,00	Mensual a partir del tercer mes
	Honorarios Contador	\$ 200.000,00	Mensual a partir del Tercer mes
Instalaciones y Mantenimiento			
	4 empleados	\$ 3.680.000,00	Mensual a partir del segundo mes
Agente comercial		\$ 920.000,00	Mensual a partir del tercer mes

Luego de analizar el valor de los gastos aproximados que se tendrán mensualmente, se determina el capital de trabajo para costear el funcionamiento de la empresa por cuatro meses y parte del quinto mes. Este es el tiempo que se estima, no se tendrán ventas, o se alcanzará a costear del todo el funcionamiento de la empresa, el número de equipos cliente, que se deben adquirir para que la empresa sea sostenible con este número de clientes. Dado que se supone que a los clientes corporativos se les dará prioridad por el valor que deben pagar, se estima gracias al estudio de mercado realizado, que sea a los primeros que se les instale el servicio, para el plan Corporativo 1, que tendrá un valor de \$ 570.000, se proyecta que el número aproximado de clientes será de 8. Para el plan Corporativo 2, que tendrá un costo de \$380.000, se estiman un total de 15 clientes. El número de instalaciones por día que se supone es de 4 por equipo de trabajo, ósea que serían 8 por día, por lo tanto la capacidad del equipo completo, es de 192 instalaciones por mes, contando con que se trabajarán los sábados, y

suponiendo que se instalará ese número de equipos descontando los corporativos. Queda un total de clientes a instalar de 169, si el 20% de estos adquirieran el plan Residencial 1 que tendrá un costo de \$65.000, restarían 136 clientes que adquirirían el plan residencial 2, con un costo de \$47.000. Además de esto cada instalación tendrá un costo de por lo menos el promedio del valor de cable instalado a cada cliente que se estima sea de 20m a un costo de \$500 por metro, y también el 25% del costo del equipo instalado en cada cliente, que es aproximadamente de \$120.000 como se muestra en la tabla 23, ósea que el total del costo de instalación será de \$40.000. Con estos valores de instalación y mensualidad que debe pagar cada cliente, se calcula el valor de equipos clientes que se debe incluir en los costos de inversión. La cantidad de estos equipos, es de 580, que es la cantidad de clientes de todos los panes, que se estima se deben tener para que la empresa sea sostenible, y genere ganancias, para qué parte de estas sea reinvertida, con el fin de adquirir 100 equipos cliente mensualmente. Además de estos equipos clientes se debe estimar la cantidad de cable, conectores RJ45, tubos de aluminio y anclajes, necesarios para hacer las instalaciones de cada cliente, se estima que en promedio se pondrán 2m de tubo por cada cliente, se necesitarán 20m de cable y se utilizarán 4 conectores RJ45. Tanto los equipos cliente como los materiales de instalación se entregarán en comodato, por lo cual todos los gastos de instalación y de equipos cliente se asumirán en un 75%. Con esto se estima el valor de estos implementos y equipos necesarios para poner en marcha la empresa proveedora de Internet en los tres municipios. En la tabla 25 se encuentra discriminado cada uno de estos ítems.

Tabla 25. Equipos clientes y materiales para instalaciones

NanolocoM2	
Cantidad	580
valor envío	\$ 1.033.560,00
precio en pesos	\$ 54.566.400,00
Importación	\$ 14.187.264,00
Total	\$ 69.787.224,00
Materiales	
38 cajas de cable UTP	\$ 5.704.918,03
2320 Conectores Rj45	\$ 928.000,00
1 Carrete de cable blindado	\$ 600.000,00
193 tubos de aluminio 1"	\$ 1.160.000,00
anclajes materiales	\$ 400.000,00
Total	\$ 8.792.918,03

(Flytec, 2011)

- Al tener claros los activos con los que se conformará la empresa, se estima el precio del valor de la matrícula mercantil ante la Cámara de Comercio de Manizales. Según la tabla de valores de registro mercantil que se obtiene desde la pagina de (CCM, s.f) el valor del registro para unos activos de \$148.074.613,03 es de \$ 770.000.

Ya obtenidos estos valores, se puede estimar el presupuesto de inversión y los costos de constitución. En la tabla 26 se muestra el capital de inversión necesario para la creación de esta empresa.

Tabla 26. Presupuesto de inversión.

<u>Inversiones Fijas</u>	
equipos plataforma tecnológica e infraestructura	\$ 56.369.471,00
materiales instalación	\$ 8.792.918,03
equipos clientes primeros meses	\$ 69.787.224,00
muebles y enseres	\$ 13.125.000,00
Total inversiones fijas	\$ 148.074.613,03
<u>Inversiones Diferidas</u>	
Estudio de mercado	\$ 1.000.000,00
Gastos de constitución	\$ 770.000,00
Total inversiones diferidas	\$ 1.770.000,00
<u>Capital de trabajo</u>	
costos directos	\$ 18.000.000,00
costos indirectos	\$ 19.254.900,00
Gastos administrativos	\$ 9.400.000,00
intereses	\$ 6.263.471,31
Total capital de trabajo	\$ 52.918.371,31
Total presupuesto de inversión	\$ 202.762.984,35

Como se ve en la tabla 26, el presupuesto de inversión es de **\$ 202.762.984**, de este valor se cuenta con \$ 65'000.000 de capital propio, por lo cual es necesario adquirir un préstamo de \$ 137.762.984. Para este préstamo se asigna, hasta el 2.3% de interés mes vencido, para pagar en 5 años, el flujo de efectivo del inversionista, teniendo en cuenta estos datos, sería como se muestra en la tabla 27, donde está incluido el valor del préstamo, el monto de la cuota que se debe pagar mensualmente, el interés y la amortización que se tendrá mes a mes para el primer año.

Tabla 27. Flujo de efectivo inversionista primer año

Inversión Total	\$ 202.762.984,35			
Crédito Inversionista	\$ 137.762.984,35			
Aportes	\$ 65.000.000,00			
Valor cuota	\$ 4.256.180,82			
# Periodo	Saldo	Interés	Cuota	Amortización
0	\$ 137.762.984,35			
MES 1	\$ 136.675.352,17	\$ 3.168.548,64	\$ 4.256.180,82	\$ 1.087.632,18
MES 2	\$ 135.562.704,45	\$ 3.143.533,10	\$ 4.256.180,82	\$ 1.112.647,72
MES 3	\$ 134.424.465,84	\$ 3.117.942,20	\$ 4.256.180,82	\$ 1.138.238,61
MES 4	\$ 133.260.047,74	\$ 3.091.762,71	\$ 4.256.180,82	\$ 1.164.418,10
MES 5	\$ 132.068.848,02	\$ 3.064.981,10	\$ 4.256.180,82	\$ 1.191.199,72
MES 6	\$ 130.850.250,71	\$ 3.037.583,50	\$ 4.256.180,82	\$ 1.218.597,31
MES 7	\$ 129.603.625,66	\$ 3.009.555,77	\$ 4.256.180,82	\$ 1.246.625,05
MES 8	\$ 128.328.328,23	\$ 2.980.883,39	\$ 4.256.180,82	\$ 1.275.297,43
MES 9	\$ 127.023.698,97	\$ 2.951.551,55	\$ 4.256.180,82	\$ 1.304.629,27
MES 10	\$ 125.689.063,23	\$ 2.921.545,08	\$ 4.256.180,82	\$ 1.334.635,74
MES 11	\$ 124.323.730,86	\$ 2.890.848,45	\$ 4.256.180,82	\$ 1.365.332,36
MES 12	\$ 122.926.995,86	\$ 2.859.445,81	\$ 4.256.180,82	\$ 1.396.735,01

Para los cuatro años restantes, se muestra un acumulado del flujo de efectivo del inversionista, de cada año, lo único que cambia es que para la columna de saldo se muestra el saldo restante al finalizar cada año. Estos datos se muestran en la tabla 28.

Tabla 28. Flujo de caja inversionista año a año

# Periodo	Saldo	Interés	Cuota	Amortización
Año 2	\$ 103.436.445,96	\$ 31.583.619,90	\$ 51.074.169,80	\$ 19.490.549,90
Año 3	\$ 77.831.038,17	\$ 25.468.762,00	\$ 51.074.169,80	\$ 25.605.407,79
Año 4	\$ 44.192.330,61	\$ 17.435.462,23	\$ 51.074.169,80	\$ 33.638.707,56
Año 5	\$ 0,00	\$ 6.881.839,19	\$ 51.074.169,80	\$ 44.192.330,61

Al tener estos valores, se estima el presupuesto de ventas para poder completar el flujo de caja anual. Para este presupuesto de ventas, se tiene en cuenta que hay dos grupos de instaladores, que pueden hacer en promedio, cuatro instalaciones cada uno, además se debe tener en cuenta que el cobro de la mensualidad de cada cliente depende del día que se le instala, por lo que se cobra proporcional al número de días que el cliente tenga el servicio instalado.

Con base en los valores en el presupuesto de ventas de cada mes que se obtuvo el presupuesto de ventas en el año, teniendo en cuenta que en los primeros meses se instalarán todos los clientes corporativos, y la cantidad de instalaciones rebajarán un 41.6% en el tercer mes, dado a que en ese punto, solo se tiene presupuestado adquirir 70 equipos cliente, por el presupuesto disponible, en ese punto del desarrollo del proyecto. En la tabla 29 se muestra el presupuesto de ventas y número de clientes por mes.

Tabla 29. Presupuesto de ventas en un año.

Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	total clientes por plan
Clientes instalados meses antes						\$ 13.061.000	\$ 26.108.000	\$ 34.853.000	\$ 38.503.000	\$ 42.153.000	\$ 45.803.000	\$ 49.453.000	
Mes anterior mas instalación					\$ 14.787.467	\$ 14.578.667	\$ 12.179.000	\$ 5.010.000	\$ 5.010.000	\$ 5.010.000	\$ 5.010.000	\$ 5.010.000	
Total mes					\$ 14.787.467	\$ 27.639.667	\$ 38.287.000	\$ 39.863.000	\$ 43.513.000	\$ 47.163.000	\$ 50.813.000	\$ 54.463.000	
Número de clientes por plan													
plan corporativo 1					4	4	0	0	0	0	0	0	8
plan corporativo 2					6	8	4	0	0	0	0	0	18
plan residencial 1					31	29	25	20	20	20	20	20	185
plan residencial 2					138	126	120	50	50	50	50	50	634
Total												Total clientes	845

Luego de tener el presupuesto de ventas, se calcula el flujo de caja esperado. Teniendo en cuenta todos los valores obtenidos en el presupuesto de inversión, y el flujo de efectivo que tendrá el inversionista, además se tiene en cuenta el momento en que se realiza cada inversión para que el pago de intereses solo se reduzca a un mes antes de empezar a recibir pagos de clientes.

Para esto se empezará a construir la infraestructura con el capital propio, además que se contratarán los 4 técnicos instaladores, en el segundo mes, y se cubrirán los gastos necesarios hasta el tercer mes, que es donde entrará el capital dispuesto por el inversionista, a partir de ese mes se instalarán y pondrán a punto tanto los enlaces inalámbricos, como también la plataforma tecnológica que controlará toda la red. Para probar todo el sistema instalado, se adquirirán dos líneas de internet, necesarias para probar el back up y funcionamiento continuo. a partir del cuarto mes se contratará todo el personal que requiere la empresa para realizar su actividad, como el agente comercial para empezar a realizar la campaña publicitaria y adquirir base de datos para realizar las ventas, además de realizar todos los contratos de arrendamiento.

Las líneas de internet se adquirirán a medida que se realicen instalaciones de clientes, estas se instalara una en el mes cinco, otra en el mes siete, otra en el mes nueve, otra en el 11 y la ultima en el mes 12, en este mes ya se espera que la capacidad de la red este copada, con el número de clientes que se espera. Por lo que no se espera vender más hasta ese momento, por eso no se realizara inversiones quipos cliente en el mes 12. Como la capacidad de las estaciones base que se proponen para la instalación inicial de cada municipio no soportan la cantidad de clientes de toda la red, en el mes nueve se debe realizar una inversión adicional, de dos estaciones base por municipio, para que se puedan alojar todos los clientes que se tienen presupuestados. En la tabla 30 se muestra el flujo de caja esperado para el desarrollo de esta empresa.

Tabla 30. Flujo de caja primer año

FLUJO DE CAJA PRIMER AÑO												
Ingresos												
Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
CREDITO BANCARIO	\$ 0	\$ 0	\$ 142.695.884	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
VENTAS MENSUALES	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 14.787.467	\$ 27.639.667	\$ 38.287.000	\$ 39.863.000	\$ 43.513.000	\$ 47.163.000	\$ 50.813.000	\$ 54.463.000
Capital aportado	\$ 65.000.000	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
TOTAL INGRESOS	\$ 65.000.000	\$ 0	\$ 137.762.984	\$ 0	\$ 14.787.467	\$ 27.639.667	\$ 38.287.000	\$ 39.863.000	\$ 43.513.000	\$ 47.163.000	\$ 50.813.000	\$ 54.463.000
Egresos												
Personal Administrativo	\$ 4.200.000	\$ 4.200.000	\$ 4.200.000	\$ 5.400.000	\$ 5.400.000	\$ 5.400.000	\$ 5.400.000	\$ 5.400.000	\$ 5.400.000	\$ 5.400.000	\$ 5.400.000	\$ 5.400.000
Otros gastos indirectos												
Servicios Públicos	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 215.000	\$ 215.000	\$ 215.000	\$ 215.000	\$ 215.000	\$ 215.000	\$ 215.000	\$ 215.000	\$ 215.000
Arriendo vehiculo mantenimiento vehiculo	\$ 1.400.000	\$ 1.400.000	\$ 1.400.000	\$ 1.400.000	\$ 1.400.000	\$ 1.400.000	\$ 1.400.000	\$ 1.400.000	\$ 1.400.000	\$ 1.400.000	\$ 1.400.000	\$ 1.400.000
viáticos	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000
viáticos	\$ 900.000	\$ 900.000	\$ 900.000	\$ 900.000	\$ 900.000	\$ 900.000	\$ 900.000	\$ 900.000	\$ 900.000	\$ 900.000	\$ 900.000	\$ 900.000
Otros												
Arriendos		\$ 0	\$ 0	\$ 1.910.000	\$ 1.910.000	\$ 1.910.000	\$ 1.910.000	\$ 1.910.000	\$ 1.910.000	\$ 1.910.000	\$ 1.910.000	\$ 1.910.000
Papelería	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 450.000	\$ 0	\$ 450.000	\$ 0	\$ 450.000	\$ 0	\$ 450.000	\$ 0	\$ 450.000
Publicidad en radio	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000
Líneas Internet	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 4.079.900	\$ 5.849.900	\$ 5.849.900	\$ 7.319.900	\$ 7.319.900	\$ 9.089.900	\$ 9.089.900	\$ 10.859.900	\$ 12.629.900
Gastos administrativos												
Auxiliar administrativo	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 920.000	\$ 920.000	\$ 920.000	\$ 920.000	\$ 920.000	\$ 920.000	\$ 920.000	\$ 920.000	\$ 920.000
Honorarios Contador	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000
Sueldos instaladores	\$ 0	\$ 0	\$ 3.680.000	\$ 3.680.000	\$ 3.680.000	\$ 3.680.000	\$ 3.680.000	\$ 3.680.000	\$ 3.680.000	\$ 3.680.000	\$ 3.680.000	\$ 3.680.000
sueldo agente comercial	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 920.000	\$ 920.000	\$ 920.000	\$ 920.000	\$ 920.000	\$ 920.000	\$ 920.000	\$ 920.000	\$ 920.000
Amortización del crédito	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1.087.632	\$ 1.112.648	\$ 1.138.239	\$ 1.164.418	\$ 1.191.200	\$ 1.218.597	\$ 1.246.625	\$ 1.275.297	\$ 1.304.629
intereses	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 3.168.549	\$ 3.143.533	\$ 3.117.942	\$ 3.091.763	\$ 3.064.981	\$ 3.037.584	\$ 3.009.556	\$ 2.980.883	\$ 2.951.552
Otros costos												
Inversiones Fijas	\$ 0	\$ 10.400.000	\$ 126.973.904	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 9.513.121	\$ 9.513.121	\$ 13.669.616	\$ 9.513.121	\$ 9.513.121	\$ 0
Inversiones Diferidas	\$ 1.000.000	\$ 0	\$ 770.000	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
TOTAL EGRESOS	\$ 7.850.000	\$ 17.250.000	\$ 137.674.613	\$ 25.681.081	\$ 27.001.081	\$ 27.451.081	\$ 37.984.201	\$ 38.434.201	\$ 43.910.696	\$ 40.204.201	\$ 41.524.201	\$ 34.231.081
FLUJO DE CAJA	\$ 57.150.000	(\$ 17.250.000)	\$ 88.371	(\$ 25.681.081)	(\$ 12.213.614)	\$ 188.586	\$ 302.799	\$ 1.428.799	(\$ 397.696)	\$ 6.958.799	\$ 9.288.799	\$ 20.231.919
Liquidez		\$ 39.900.000	\$ 39.988.371	\$ 14.307.290	\$ 2.093.676	\$ 2.282.262	\$ 2.585.061	\$ 4.013.859	\$ 3.616.163	\$ 10.574.962	\$ 19.863.760	\$ 40.095.679

Como se ve en la tabla 30 la empresa se sostendría por si sola a partir del sexto mes, ya que la cantidad de recursos económicos necesarios para su funcionamiento, llegan a \$ 27.700.000 en este mes, pero en el mes 9 tendría un déficit, ya que para ese mes sería necesario aumentar la capacidad de clientes en cada municipio, por lo que sería necesario comprar 8 RocketM2 con sus respectivas antenas. Esto tendría un valor de \$4.156.495, además para ese mes ya se debería aumentar en tres, las líneas de Internet, con un valor de \$ 1'770.000 cada una, también sería necesario realizar una reinversión de \$9.513.120 a partir del mes 7, con el fin de adquirir 70 equipos cliente cada mes, para realizar la instalación de nuevos clientes al mes siguiente.

Si luego del mes 12, no se instalaran nuevos clientes, y solo se mantuvieran los que están, se lograría una rentabilidad aproximada de \$25'040.999 mensuales, lo que corresponde a una tasa interna de retorno (TIR) del 12.37%, esto representa al interés mensual del capital invertido en esta empresa. Pero la mejor opción sería aumentar la cobertura de la red a municipios y corregimientos cercanos, para así llegar a ser una importante empresa prestadora de servicios de Internet en el departamento de caldas y sus alrededores.

8. PRUEBAS Y RESULTADOS

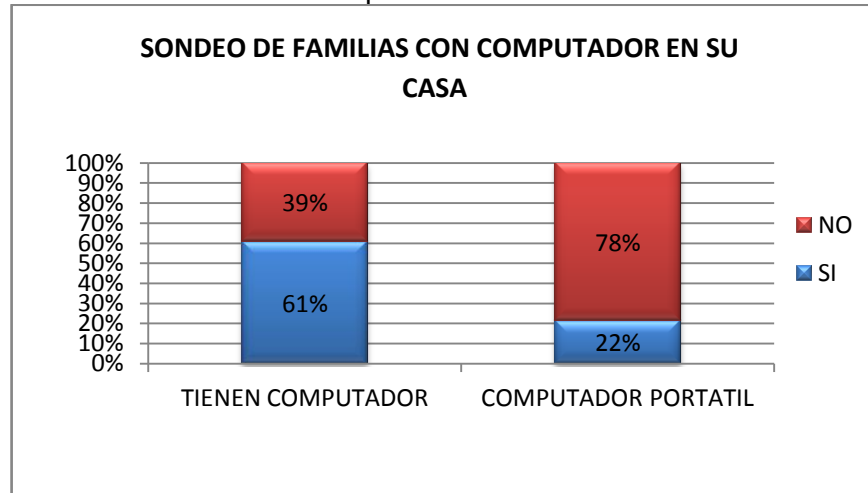
8.1 RESULTADO DE ENCUESTAS

A continuación se mostrará el resultado de las encuestas en cada municipio seguido de un análisis de cada resultado además de un análisis de las encuestas realizadas en todos los municipios.

8.1.1 Resultado encuestas realizadas en Manzanares

El número de encuestas realizadas en el municipio de Manzanares Caldas es de 177, a continuación se mostrarán los resultados de estas encuestas realizadas en el mes de Abril.

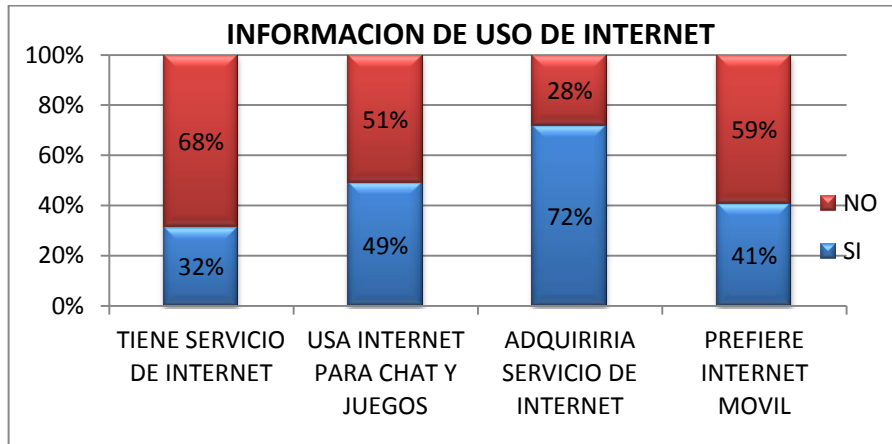
Figura 46. Sondeo de familias con computador en su casa



En la figura 46 se ve que el 61% de las familias encuestadas tienen computador y el 22% de estas familias tienen computador portátil, lo cual indica que más de la mitad de las familias encuestadas cuentan con un computador en su casa y es un posible cliente, lo que indica el porcentaje de computadores portátiles es el tipo de equipos que se deben manejar para que las personas que tengan este tipo de computador puedan utilizar el servicio sin cables en su casa.

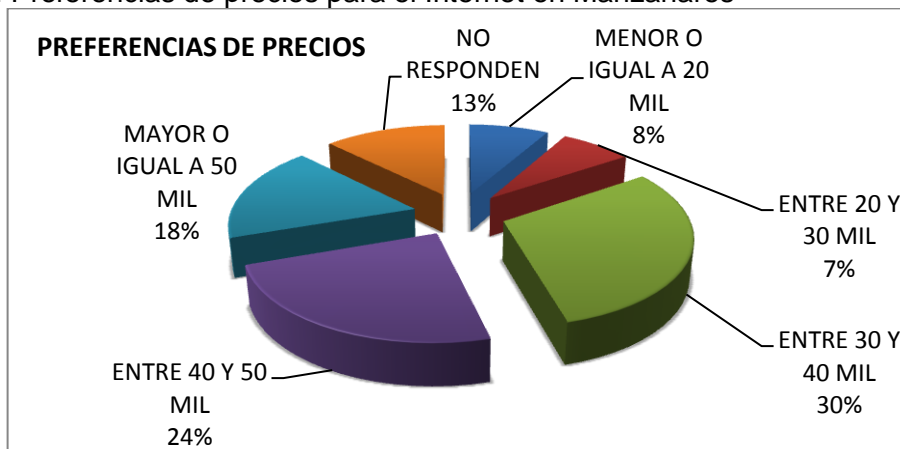
La figura 47 muestra que el 32% de las familias encuestadas tiene actualmente un servicio de internet, el 49% usa el internet para chat y juegos, el 72% de estas familias están dispuestas a adquirir servicio de internet pero el 41% de estas familias prefieren el internet móvil.

Figura 47. Información sobre el uso de Internet en Manzanares



Como se muestra en la figura 47 el potencial de clientes es alto, ya que en esta población no hay proveedores de internet banda ancha, el número de familias que tienen Internet actualmente es Internet móvil, pero el porcentaje de las personas que tomarían el servicio de internet totalmente ilimitado es mucho mayor, lo que indica que algunas de las familias que tienen internet actualmente se cambiarían a este servicio, el porcentaje de personas que prefieren Internet móvil es bajo por lo que el Internet no debe ser necesariamente de este tipo, pero se puede considerar.

Figura 48. Preferencias de precios para el Internet en Manzanares



La preferencia de precios para el servicio de Internet que predomina en el municipio de Manzanares es entre \$30.000 y \$40.000, seguida de un precio entre \$40.000 y \$50.000.

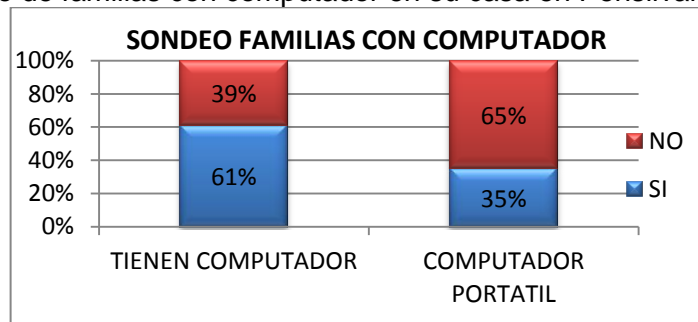
En la figura 48 se ve la preferencia de un precio entre \$30.000 y \$50.000 que es aceptada por la mayor parte de las familias encuestadas lo cual da un indicador del precio que debería tener el servicio para obtener la mayor cantidad de clientes.

Teniendo en cuenta que las encuestas arrojan un 72% de clientes potenciales y como se tomó una muestra basada en el 20% del total de los hogares de Manzanares, el número de clientes que tomarían el servicio de Internet en el municipio de Manzanares es aproximadamente de 448 familias, que corresponde al 14% del total de hogares en el área urbana de este municipio.

8.1.2 Resultado de encuestas realizadas en Pensilvania

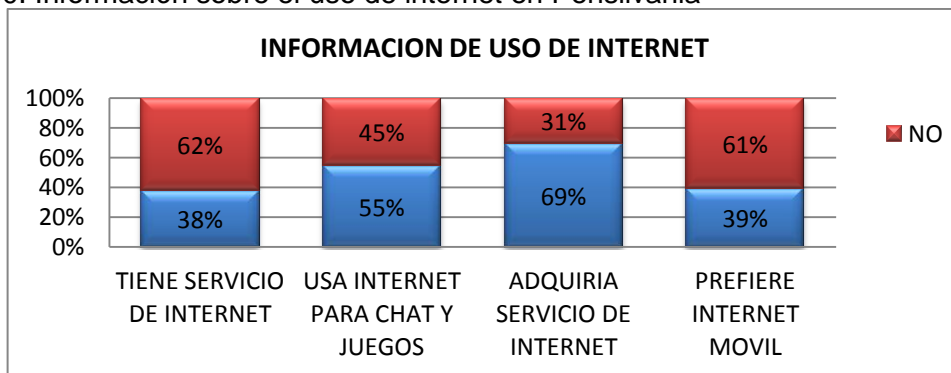
El número de encuestas realizadas en el municipio de Pensilvania es de 162, a continuación se mostrarán los resultados que arrojaron estas encuestas.

Figura 49. Sondeo de familias con computador en su casa en Pensilvania



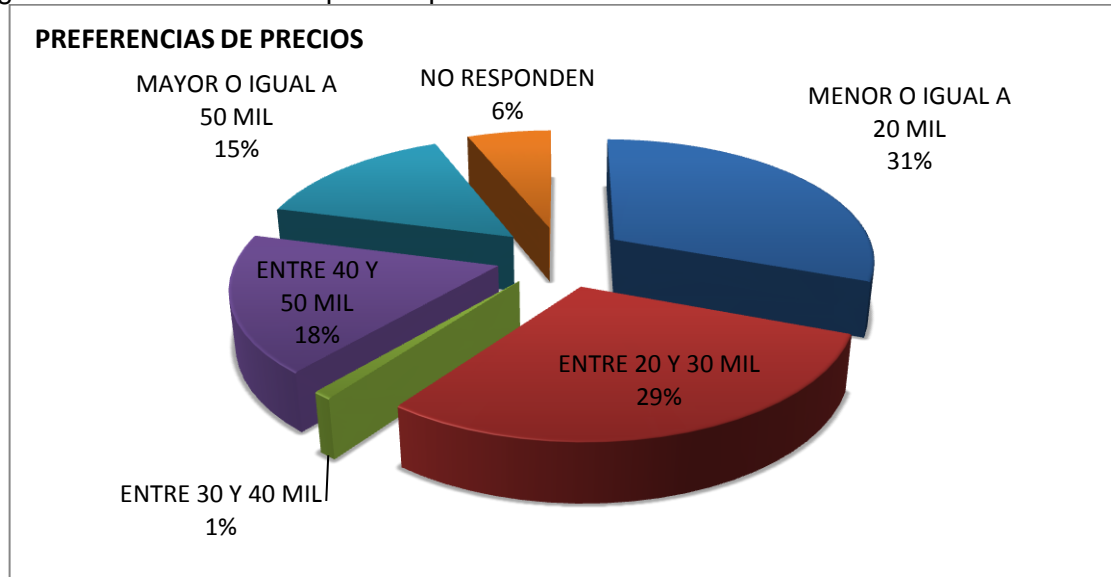
En la figura 49 se ve que el 61% de las familias entrevistadas tienen computador en su casa y el 35% de estas familias encuestadas tienen computador portátil, esto indica que casi la mitad de las familias que tienen computador en su casa, tienen computador portátil.

Figura 50. Información sobre el uso de internet en Pensilvania



En la figura 50 se muestra que el 38% de las familias encuestadas cuentan con servicio de Internet actualmente, el 55% de las familias utilizan el Internet para chat y juegos, que el 69% de las familias encuestadas están dispuestas a obtener un servicio de Internet totalmente ilimitado pero el 39% prefiere el internet móvil.

Figura 51. Preferencias de precios para Internet en Pensilvania



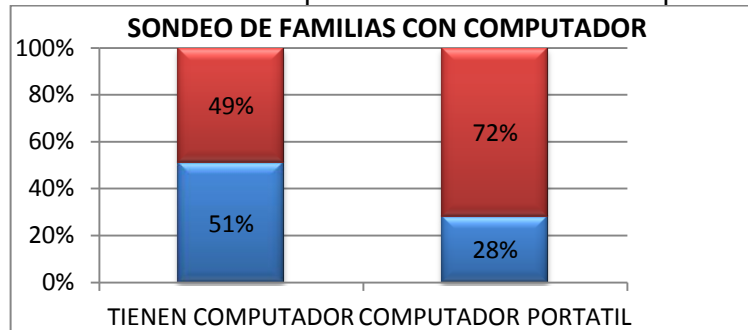
En la figura 51 se evidencia que las familias prefieren pagar un precio menor o igual a \$20000 por el servicio de internet, en Pensilvania las familias encuestadas prefieren un precio que va desde un valor inferior a los \$20.000 hasta \$30.000, lo cual indica una preferencia que en este municipio hay una menor capacidad económica de las familias.

Con referencia en las encuestas realizadas en el municipio de Pensilvania, el potencial de clientes del servicio de Internet es del 69% de las familias encuestadas, teniendo en cuenta que la muestra se tomó basada en el 20% del total de casas proyectadas por el DANE para el año 2010 en este municipio, el número aproximado de clientes potenciales en la población de Pensilvania Caldas es aproximadamente de 326 familias, lo que comprende un 14% del número total de hogares ubicados en la cabecera municipal.

8.1.3 Resultado de encuestas en Marquetalia

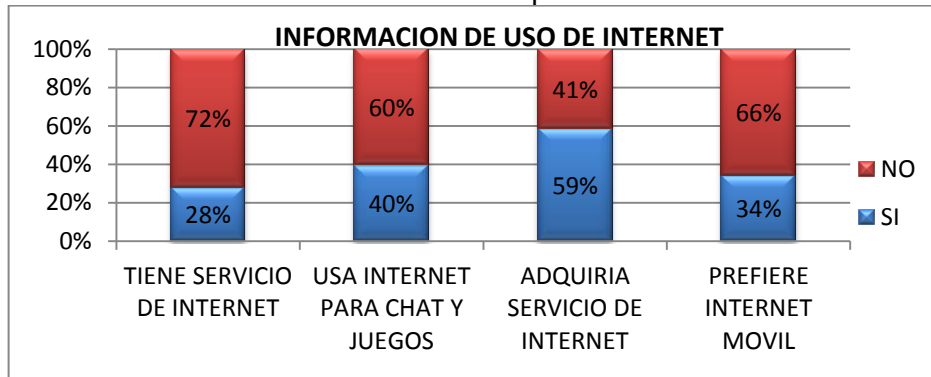
El número de encuestas realizadas en el municipio de Marquetalia fue de 146, a continuación se mostrarán los resultados de estas.

Figura 52. Sondeo de familias con computador en su casa en Marquetalia



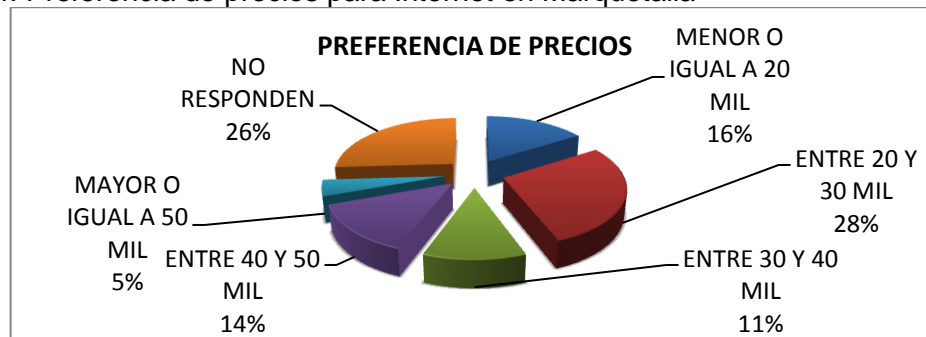
En la figura 52 se muestra que en el 51% de los hogares encuestados tienen computador y el 28 de estas familias encuestadas tienen computador portátil.

Figura 53. Información de uso de internet en Marquetalia.



La figura 53 muestra que el 28% de las familias encuestadas cuenta con servicio de Internet actualmente, el 40% usa el Internet para chat y juegos, el 59% de las familias encuestadas están dispuestas a adquirir un servicio de Internet pero el 34% de estas familias prefieren Internet móvil.

Figura 54. Preferencia de precios para Internet en Marquetalia



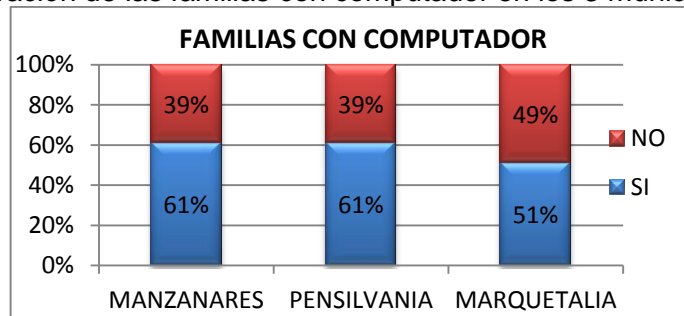
En la figura 54 se ve que el precio preferido para un internet totalmente ilimitado es entre \$20.000 y \$30.000, el cual predomina con un 28% de las familias encuestadas.

El resultado de las encuestas realizadas en Marquetalia evidencia que el 59% de las familias encuestadas están dispuestas a adquirir un servicio de Internet totalmente ilimitado, teniendo en cuenta que para la muestra se tomó el 20% del número total de casas proyectado para el 2010 por el censo realizado por el DANE en el año 2005, en número aproximado de clientes potenciales es de para el servicio de internet en el municipio de Marquetalia Caldas es de 249 que equivale al 12% del número total de casas ubicadas en la cabecera municipal.

8.1.4 Comparación de encuestas en los 3 municipios.

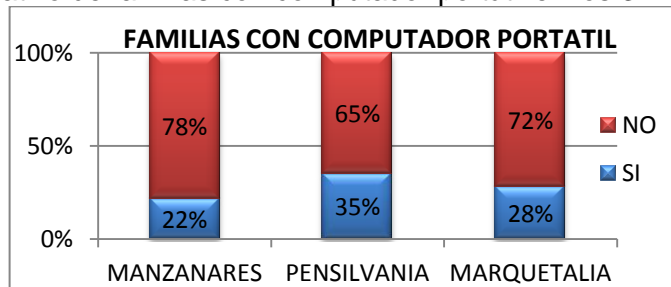
A continuación se mostrará el análisis de la comparación de cada una de las preguntas realizadas en las encuestas.

Figura 55. Comparación de las familias con computador en los 3 municipios



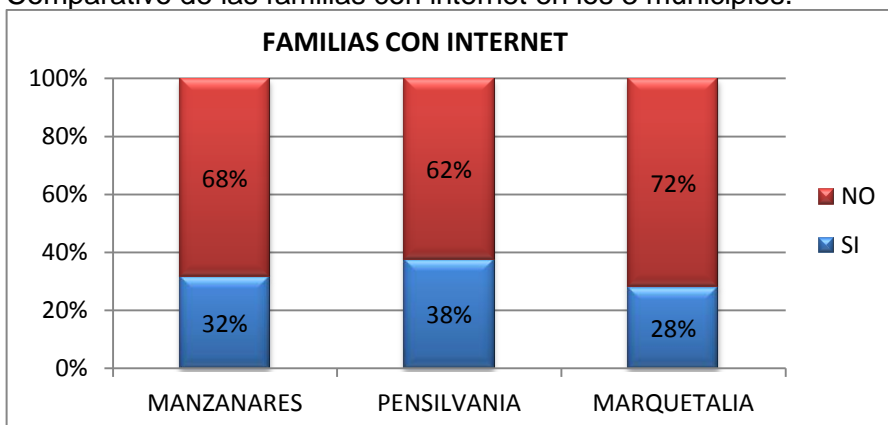
En la figura 55 se muestra el comparativo de las familias que tienen computador en los municipios de Manzanares Marquetalia y Pensilvania en el departamento de Caldas, se ve que tanto en Manzanares como en Pensilvania el 61% de las familias encuestadas cuentan con un computador en su casa. Y en Marquetalia el 51% de las familias encuestadas cuentan con computador en su casa.

Figura 56. Comparativo de familias con computador portátil en los 3 municipios



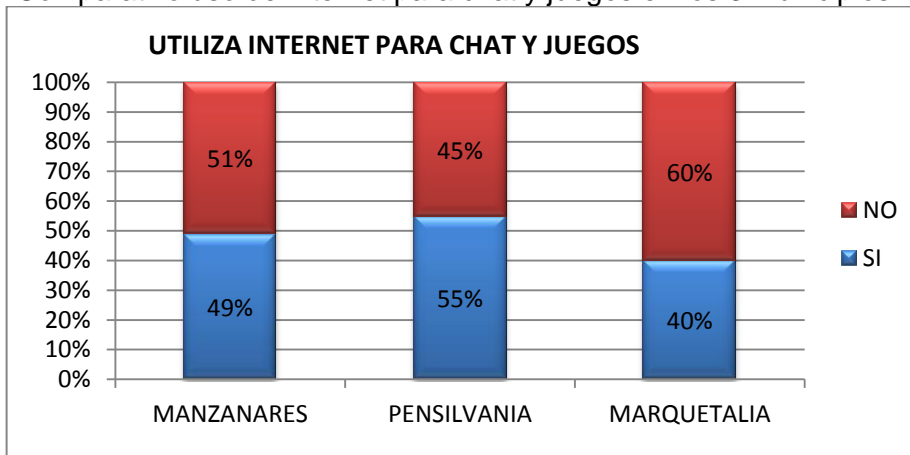
En la figura 56 se ve que el 22% de las familias encuestadas en Manzanares tienen computador portátil mientras que en Pensilvania un 35% de las familias encuestadas tienen computador portátil y en Marquetalia un 28%.

Figura 57. Comparativo de las familias con internet en los 3 municipios.



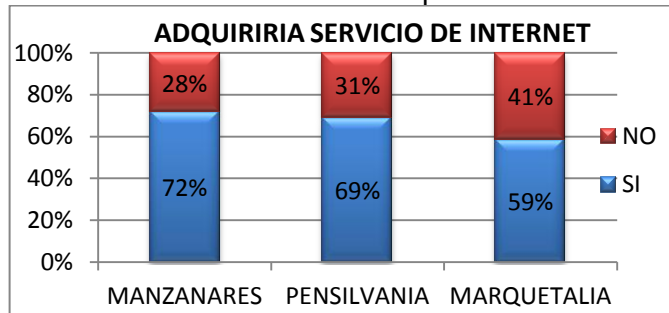
En la figura 57 se ve que el menor porcentaje de familias con Internet está en Marquetalia con un 28%, esto se debe a una menor cultura de las tecnologías de la información además de una menor capacidad económica de las familias que habitan en este municipio, ya que de los tres es el de menor número de habitantes y el más dependiente del café, que en la región no está en su mejor momento.

Figura 58. Comparativo uso de Internet para chat y juegos en los 3 municipios.



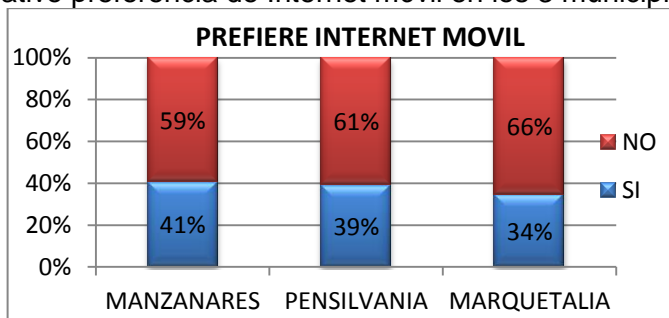
En la figura 58 se muestra que en promedio la mitad de la población encuestada en los tres municipios utiliza el Internet como forma de entretenimiento con el chat y los juegos.

Figura 59. Comparativo familias interesadas en adquirir el servicio.



Como se analizó en la figura 59 en el municipio de Marquetalia hay un menor porcentaje de personas interesadas en adquirir un servicio de Internet totalmente ilimitado, Ya que hay una menor capacidad económica de las familias además de tener la menor población entre los 3 municipios estudiados.

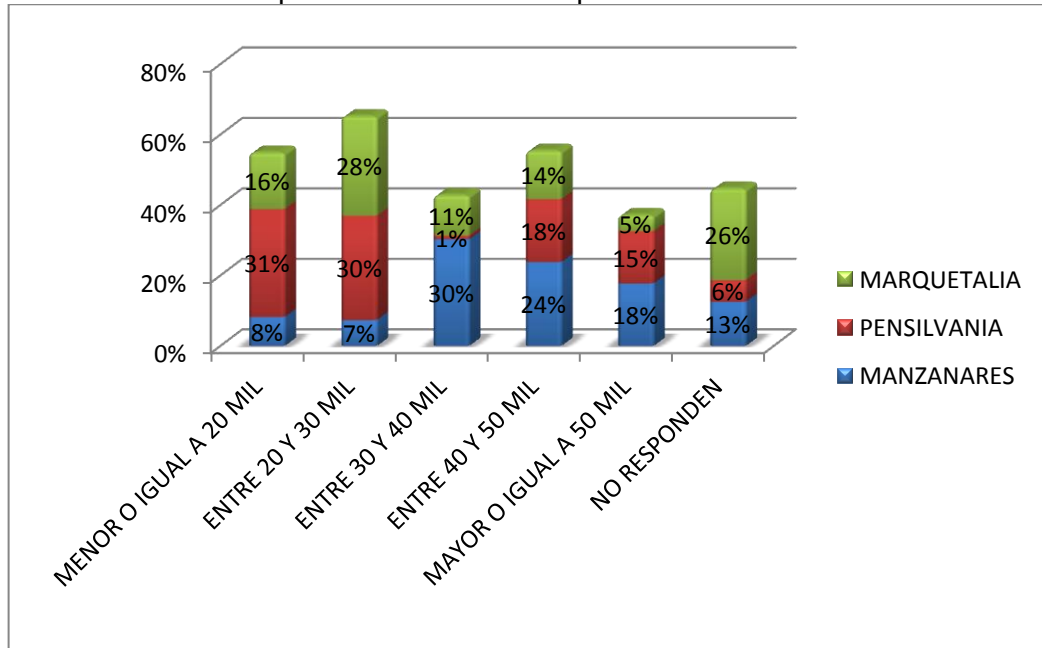
Figura 60. Comparativo preferencia de Internet móvil en los 3 municipios.



Como se muestra en la figura 60 en promedio un 38% de las familias encuestadas en los 3 municipios prefieren internet móvil lo cual debe ser tomado en cuenta a la hora de promocionar el servicio y diseño de la red.

En la figura 61 se ve que en general el precio con mayor aceptación entre todas las familias encuestadas en los municipios de Manzanares, Marquetalia y Pensilvania en el departamento de Caldas es entre \$20000 y \$30000 seguido por los precios entre \$40000 y \$50000, también se evidencia que el mayor porcentaje de aceptación de precios de internet totalmente ilimitado se encontró en Pensilvania con un 31% para un valor menor o igual a \$20000 que es un valor muy bajo lo cual indica que este porcentaje de familias encuestadas no estarían dispuestas a invertir mucho dinero en un servicio de Internet.

Figura 61. Preferencia de precios en los 3 municipios.



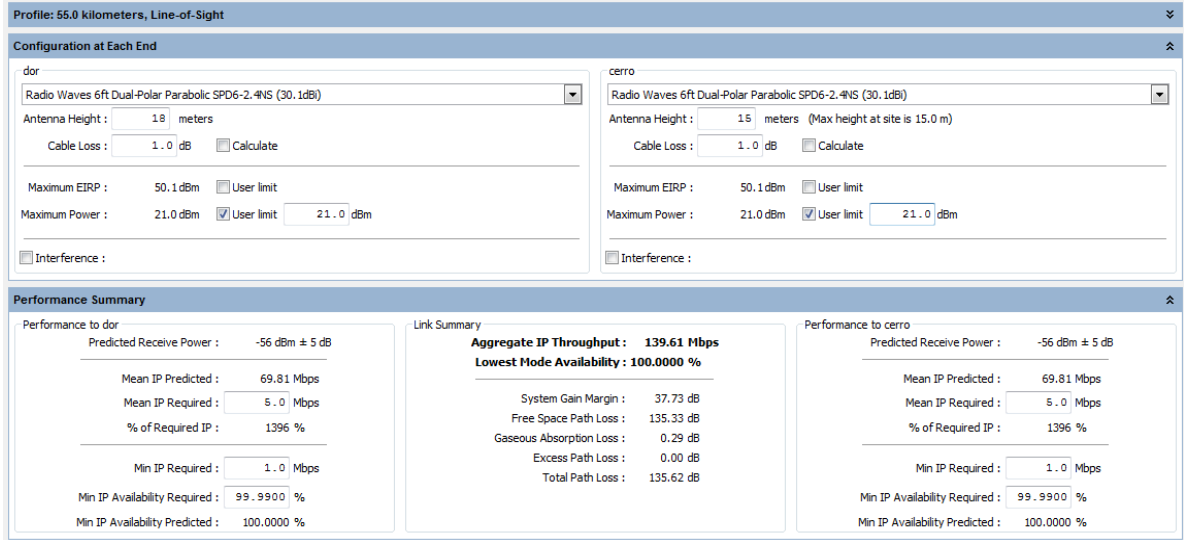
En general se ve que los indicadores por pregunta en los tres municipios son muy parejos lo que da una mayor confiabilidad a las encuestas realizadas, esto es debido a que las características de cada municipio son similares dada su cercanía y a su principal actividad económica en común que es la producción de café.

8.2 SIMULACIÓN DE ENLACES TRONCALES

Para verificar si los enlaces troncales son realizables, y corroborar si los cálculos realizados para cada enlace, son los correctos, se realizaron simulaciones de cada uno de estos enlaces para observar su comportamiento. Estas simulaciones se realizaron con programa, PTP link planner de Motorola, que fue el mismo que se utilizó para obtener los perfiles del terreno de cada uno de los enlaces.

En la figura 62 se muestra la simulación del enlace más largo que corresponde al que se realizará del cerro Guadalupe al municipio de La Dorada en el departamento de caldas, los parámetros obtenidos con los cálculos teóricos para el rango de frecuencias que va desde 2400 a 2483.5 MHz, fueron unas antenas de 30dBi, perdidas por cables y conectores de 1dBm en cada punto y una potencia de la tarjeta de radio de 21 dBm. Estos parámetros se introdujeron en el simulador, para observar el comportamiento de este enlace.

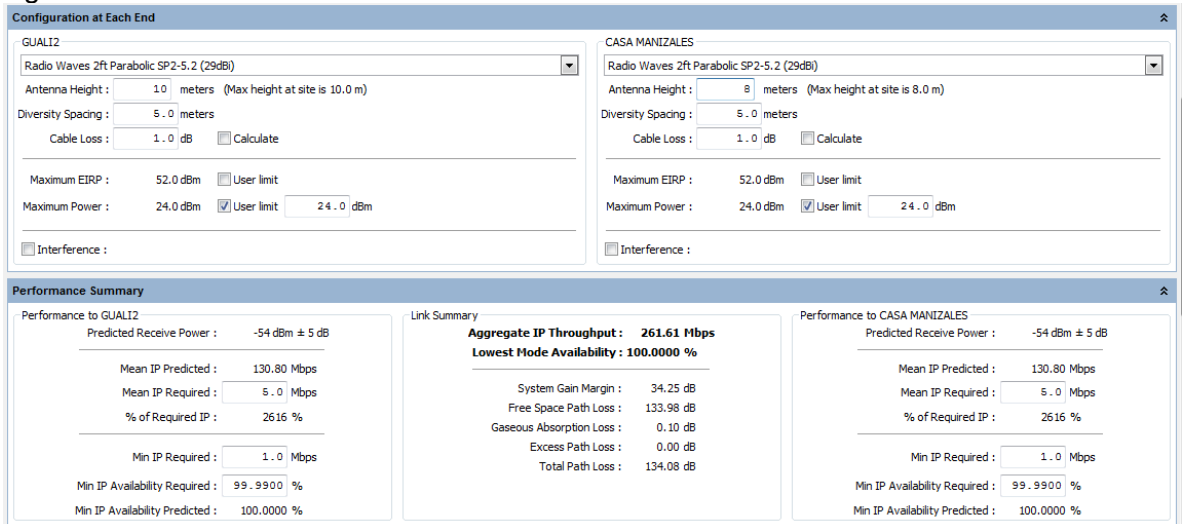
Figura 62. Simulación enlace de Guadalupe a La Dorada



Como se ve en la figura 62 la señal de recepción sería de -56 dBm, muy cercana a la señal de recepción que se obtuvo con los cálculos teóricos, que fue de -54 dBm, por lo cual se evidencia que, el enlace es factible, y se acerca a los cálculos obtenidos teóricamente.

Para el siguiente enlace que se simuló, el cual funciona en el rango de frecuencias que va de 5725 a 5825 MHz, y es el que va de la ciudad de Manizales al cerro Gualí, se obtuvo una ganancia de antena de 29dBi y una potencia máxima de 24 dBm, con esto se observaron los resultados que se muestran en la figura 63.

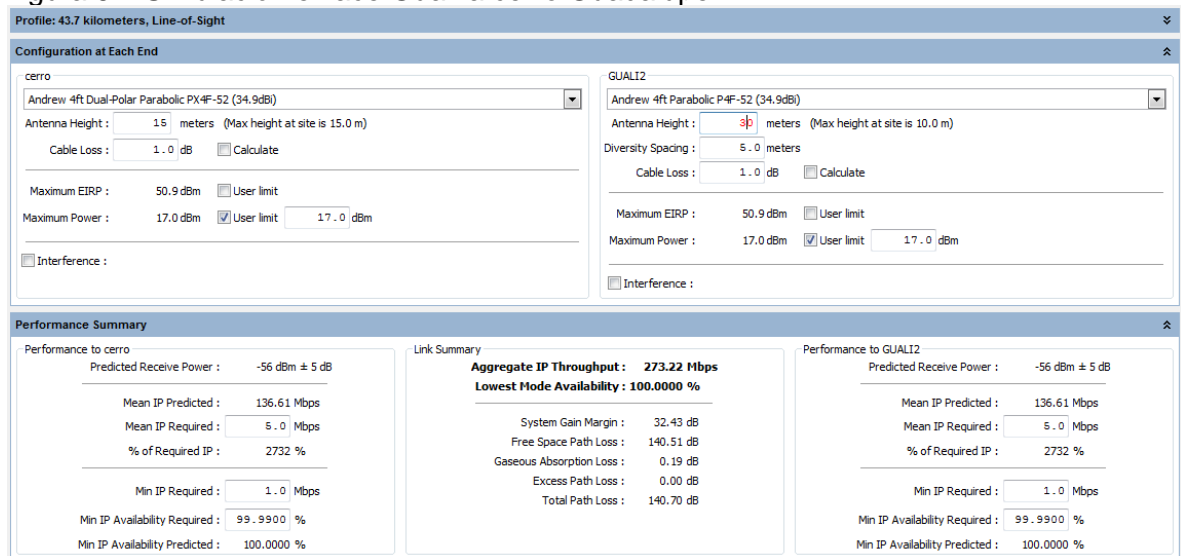
Figura 63. Simulación enlace de Manizales a cerro Gualí



Como se ve en la figura 63 la señal de recepción con los parámetros que se obtuvieron en el diseño del enlace es de -54 dBm, igual que la señal obtenida con la ecuación 9, lo que indica que el enlace tiene una alta probabilidad de funcionar correctamente.

Para el enlace que se realizará del cerro Gualí a el cerro Guadalupe se utiliza el mismo rango de frecuencias que va desde 5725 a 5825 MHz, el valor de antena que se obtuvo para este enlace es de 35 dBi, y la potencia máxima de transmisión es de 17 dBm. En la figura 64 se muestra la simulación de este enlace.

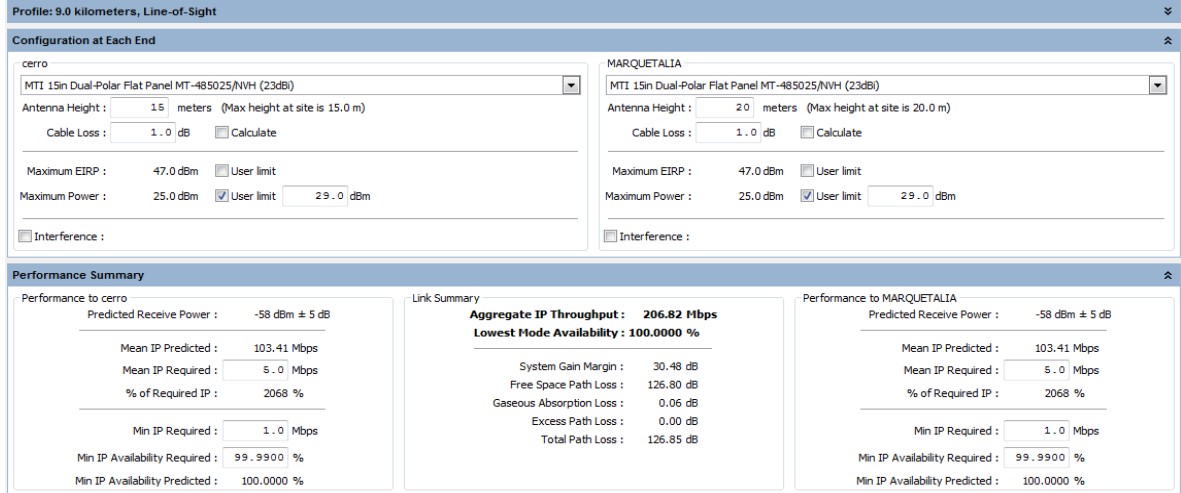
Figura 64. Simulación enlace Gualí a cerro Guadalupe



Como se ve en la simulación que se muestra en la figura 64 el valor de la señal de recepción en cada punto es de -56 dBm la cual es solo 2 dBm por encima de la obtenida como la ecuación 9. Lo que indica que los parámetros obtenidos teóricamente son óptimos para realizar este enlace y son corroborados por la simulación.

Para el enlace que va del cerro Guadalupe al municipio de Marquetalia también se utilizo a la ecuación 9, ya que utiliza el mismo rango de frecuencias que los dos enlaces nombrados anteriormente. Para este enlace se obtuvo una ganancia para la antena, de 23dBi, con una potencia máxima del transmisor de 29 dBm, pero como este simulador trabaja con la potencia de los equipos propios de la marca, solo se puede poner la potencia máximo a 25 dBm, por esto se espera que la potencia que recibida en cada uno de los puntos se reduzca en 4 dBm. Esta simulación se muestra en la figura 65.

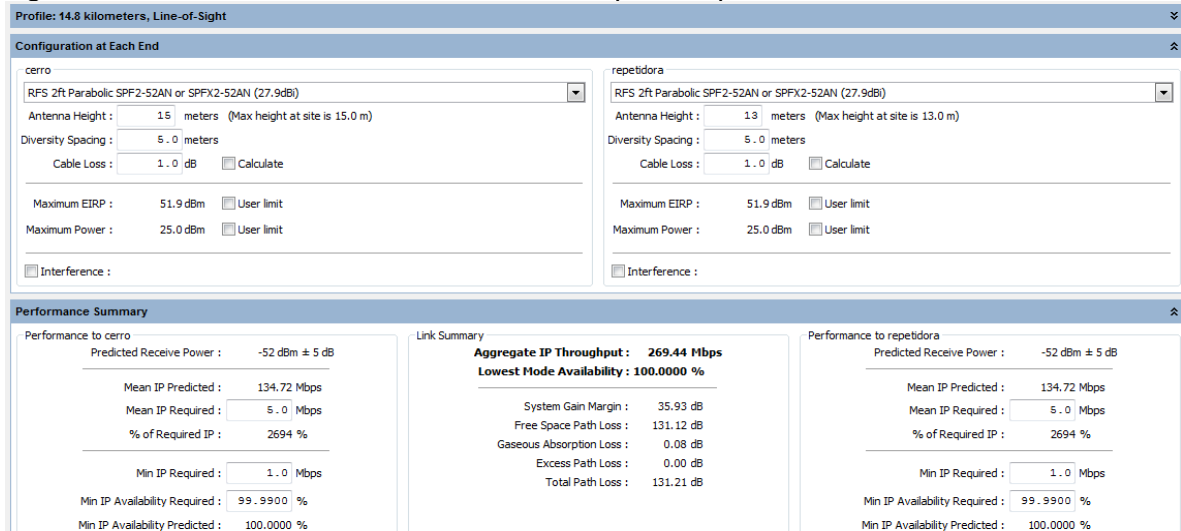
Figura 65. Simulación enlace cerro Guadalupe a Marquetalia



Como se ve en la figura 65 la potencia obtenida en cada punto, es de -58 dm, lo cual confirma que se obtiene una potencia de 4 dBm menos que la potencia de recepción, que se obtuvo con la ecuación 9 para este enlace, esto confirma que este enlace es realizable y los parámetros que se obtuvieron teóricamente, pueden ser muy aproximados al implementar este enlace.

El cuarto enlace que utiliza este mismo rango de frecuencias es el que va del cerro Guadalupe a la repetidora hacia Pensilvania, para este se obtuvo una ganancia de antenas, aproximadamente de 26 dBi, y una potencia máxima del transmisor de 26dBm. Para esta simulación, tampoco es posible introducir los datos exactos, por lo que se pone una antena de 27.9 dBi a cada lado, y una potencia de 25 dBm. Los valores obtenidos con esta simulación se muestran en la figura 66.

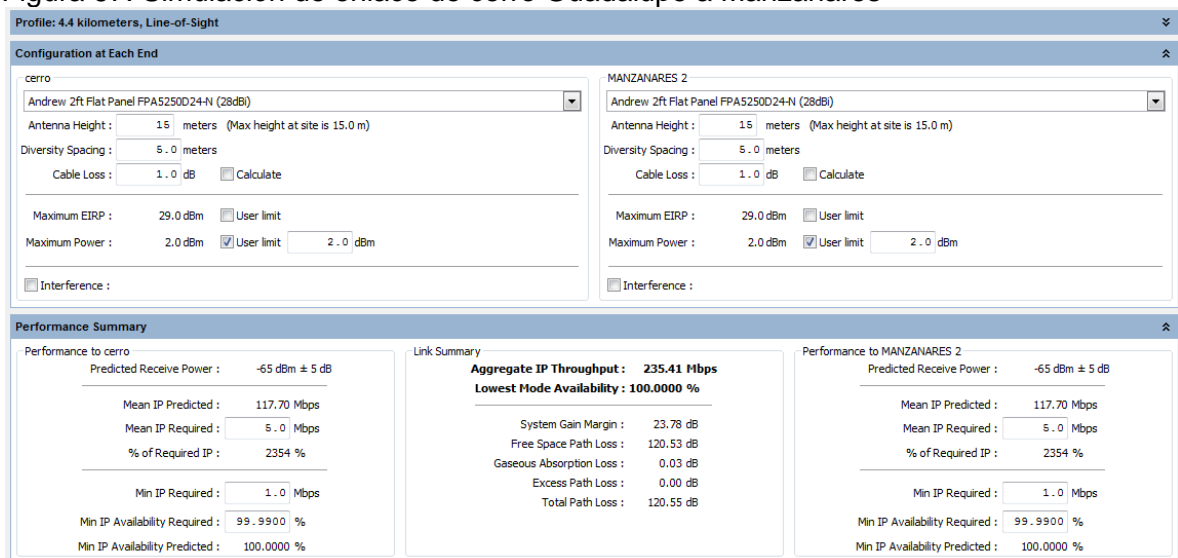
Figura 66. Simulación enlace de cerro Guadalupe a Repetidora Pensilvania



Como se ve en la figura 66 la potencia de recepción a cada lado es de -52 dBm, 2 dBm menor que el parámetro obtenido con la ecuación 9, pero en esta simulación se introdujo un valor de antena 1.9 dBi mayor que al obtenido con esta misma ecuación, esto demuestra que los valores que se obtuvieron con la ecuación 9 se acercarían a los obtenidos si el enlaces se llevara a cavo.

Los dos enlaces restantes que son los que van del cerro Guadalupe, al municipio de Manzanares y de la repetidora a Pensilvania, hacia Pensilvania, trabajarán a una frecuencia que está en el rango de 5470 y 5725 MHz, y tienen una distancia aproximada de 4.5 Km. La entena que se calculo con la ecuación 8 para estos enlaces es de 28 dBi aproximadamente, con una potencia aproximada de 2 dBm. En la figura 67 se muestra el resultado de la simulación de estos enlaces con estos parámetros.

Figura 67. Simulación de enlace de cerro Guadalupe a Manzanares



Como se muestra en la figura 67 la señal de recepción de cada estación base, sería de -65 dBm, lo que se acerca a la señal de -64 dBm obtenida con los cálculos obtenidos con la ecuación 8, esto demuestra que los enlaces se podrían realizar, obteniendo una señal optima para el funcionamiento adecuado de estos enlaces inalámbricos.

Los resultados de estas simulaciones, también se obtienen cuando se realizan los estudios de perfil de cada uno de los enlaces que se deben realizar, por lo que el nivel de señal demuestra que no hay ningún obstáculo entre los dos puntos que componen cada enlace, confirmando así la viabilidad de cada uno de esos sistemas.

9. CONCLUSIONES

- Dada la cantidad de personas y funcionarios de empresas que toman con gran aceptación, la posibilidad de adquirir un servicio de Internet asequible, se determina que la implementación de esta empresa sería de una gran acogida en los tres municipios.
- Con el resultado de las encuestas y entrevistas, es evidente que en estos municipios se requiere un servicio de Internet que satisfaga las necesidades actuales de los clientes corporativos y residenciales.
- Dado el estudio de las normas que rigen el uso de las frecuencias libres, es evidente que no todos los rangos de estas frecuencias se pueden utilizar para cualquier tipo de aplicación, ya que hay unas que no se pueden utilizar para enlaces punto a punto de larga distancia.
- El diseño de la topología de red, debió ser diseñado con una combinación de red en anillo y estrella, para ofrecer el 99.9% de disponibilidad del servicio a los clientes, ya que de este depende el correcto funcionamiento de toda la red, y de este el buen nombre de la empresa.
- Los equipos necesarios para poner en funcionamiento una red de estas proporciones, no deben ser necesariamente de marcas reconocidas, ya que en el mercado se encuentran equipos que prestan las mismas disposiciones a unos precios más bajos.
- Es necesario implementar un sistema de potencia ininterrumpida, con respaldo de paneles solares en cada estación base, ya que el corte prolongado de electricidad en uno solo de estos puntos puede ocasionar graves interrupciones del servicio.
- Los sistemas de puesta a tierra de las estaciones base deben cumplir con las normas establecidas, para así evitar daños en los equipos por descargas eléctricas ocurridas en sitios cercanos.
- Esta empresa generará aproximadamente ocho empleos directos y unos ocho indirectos, lo que hace que el capital de trabajo sea elevado, por lo que puede ser sensible a rebajas en la cantidad de ventas.
- El plan de mercadeo necesario para impulsar rápidamente las ventas de la empresa, debe tener recurrencia en medios masivos, para generar una

recordación en los habitantes de estos municipios, generando así un costo mensual, pero de la inversión de este capital depende el éxito de las ventas.

- La implementación de esta empresa, tiene un presupuesto de inversión asequible, con relación a la calidad de los enlaces y equipos que se instalarán, además se dispondrá de una red que recorre unos 155 km de esta región.
- Esta empresa podría ser económicamente sostenible, a partir del séptimo mes, es posible realizar reinversiones, para aumentar la base de clientes, y así también las ganancias que se obtendrán en los meses siguientes.
- Dada la extensión de la red que se debe desplegar, es posible aumentar la cobertura de esta, ya que desde La Dorada, hay línea de vista directa con el municipio de Samaná y dos corregimientos de este mismo municipio.
- Si a partir del mes 13 no se realizan reinversiones, la ganancia neta sería de \$25.000.000 mensuales aproximadamente, lo que permitiría recuperar la inversión completa en el mes 19.

10. RECOMENDACIONES

- Si se llega a implementar esta red, debería considerarse aumentar la cobertura, a otros municipios y corregimientos cercanos, ya que después de desplegar esta red, sería más sencillo implementar enlaces que lleguen hasta estos sitios.
- Al desplegar una red de las dimensiones que se propone, sería recomendable implementar servicios de valor agregado, para clientes corporativos, que permitan interconectar sus redes internas por medio de VPN's, y así, reducir el riesgo de perder estos clientes en el caso que llegue algún tipo de competencia.

GLOSARIO

- BGP: Es un protocolo de enrutamiento de puerta de enlace externa utilizado por los ISP para conectarse con la red de Internet (Pherson, 2001).
- DHCP: Es utilizado para facilitar la distribución de direcciones IP en una red, y traduce protocolo de configuración dinámica de host por sus siglas en inglés, (Mikrotik WIKI, 2011).
- Firewall: firewall es un elemento de seguridad que se implementa entre redes, permitiendo o denegando algunos tipos de transmisiones de datos, (Mikrotik WIKI, 2011).
- IEEE: Es una entidad dedicada a la estandarización y traduce instituto de ingenieros eléctricos y electrónicos por sus siglas en inglés.
- Latencia: Es el tiempo que tarda un paquete de datos en ir de un lugar a otro en una red.
- MAC: es la sigla que traduce control de acceso al medio (Ruiz, 2009).
- MIMO: Método de recepción de señal en el estándar 802.11n que utiliza varias antenas y traduce Múltiple entrada Múltiple salida por sus siglas en inglés.
- NAT: traduce las direcciones IP no conocidas de una red interna a Direcciones IP conocidas para redes externas como el Internet.
- OFDM: es una técnica de modulación utilizada por las comunicaciones inalámbricas que traduce multiplexación por división de frecuencia por sus siglas en inglés, (Gamboa,).
- OSPF: ES un protocolo de enrutamiento jerárquico para redes internas, utilizados por los ISP para distribuir rutas de su red interna, (Pherson, 2001).
- PCQ: es un tipo de cola para hacer priorización de tráfico, (Mikrotik WIKI, 2011).
- POE: es un sistema de alimentación sobre cable de red, para equipos que estén alejados de un punto de conexión eléctrica.

- PPPoE: Es un protocolo de red para encapsulamiento PPP sobre capa Ethernet, que es utilizado mayormente por los ISP para el control de usuarios, (Mikrotik WIKI, 2011).
- TDMA: Tecnología utilizada por transmisiones inalámbricas que traduce, acceso múltiple por división de tiempo, por sus siglas en inglés (UBNT, s.f.).
- Throughput: cantidad de datos por unidad de tiempo que se entregan de forma física o lógica en un entorno de red.
- WI-FI: nombre comercial para la familia de estándares inalámbricos IEEE 802.11, quiere decir (Wireless Fidelity), que traduce fidelidad inalámbrica.
- WIMAX: nombre comercial para la familia de estándares IEEE 802.16, (Gamboa, 208).
- WiSP: siglas para Proveedor de servicios de internet inalámbrico, (Ruiz, 2009).

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, R. E., Guerrero, M. B., y Rendón, R. O. (2004). Diseño de un proveedor de servicios de Internet inalámbrico usando la tecnología de spread spectrum para la ciudad de Machala. (Proyecto de tópico de graduación, escuela politécnica del ejército) Recuperado de <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/3291/1/5810.pdf>
- CCM (s.f.). Pasos para la creación, legalización y formalización de empresas en Manizales. Recuperado el 23 de marzo de 2011, desde http://www.ccm.org.co/publicaciones/336/Tramites_para_crear_empresa_en_Manizales_-_Resumen.pdf.
- Cernevskis, u. (2010), New Wireless Features on RouterOS v5, recuperado el 20 de septiembre de 2011, desde <http://wiki.mikrotik.com/images/6/62/Uldis.pdf>.
- Comcel (2011), internet móvil postpago, recuperado el 10 de julio de 2011, desde <http://www.comcel.com.co/1131/8219/internet-movil-postpago/>.
- Compartel. (s.f.). ¿Qué es compartel?, Recuperado el 21 de Marzo de 2011, desde <http://archivo.mintic.gov.co/mincom/faces/index.jsp?id=9810>.
- Condornet. (2008). Madrid implementa internet inalambrico a bajo costo, Recuperado el 21 de Febrero de 2011, desde <http://www.condornet.net/newsDetail.asp?newsid=32>.
- DANE (2005). Boletín censo general 2005 perfil Manzanares Caldas, recuperado de http://www.dane.gov.co/files/censo2005/PERFIL_PDF_CG2005/17433T7T000.PDF.
- DANE (2005). Boletín censo general perfil Marquetalia Caldas. Recuperado de http://www.dane.gov.co/files/censo2005/PERFIL_PDF_CG2005/17541T7T000.PDF.
- DANE (2005). Boletín censo general perfil Pensilvania Caldas, recuperado de http://www.dane.gov.co/files/censo2005/PERFIL_PDF_CG2005/17541T7T000.PDF.

- DANE (2009). Indicadores Básicos de Tecnologías de la Información y la Comunicación TIC. Año 2009, recuperado desde http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/tic/bol_tic_2009.pdf
- Elizalde, F. M. y Matute, D. A. (2008). Estudio de factibilidad para implementar un sistema para proveedor de servicio de internet para la universidad Politécnica Salesiana en la ciudad de Cuenca. (Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniero Electrónico). Recuperada desde <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/164/1/Indice.pdf>.
- Escudero, A. (2007), TRICAIAR, (Materiales de capacitación técnica), recuperado de http://www.wilac.net/index_pdf.html.
- Flytecomputers, (2011), L-Com, recuperado el 21 de septiembre de 2011, desde <http://www.flytecomputers.com/manuf.cfm?wid=6&widn=L%2Dcom>.
- Flytecomputers, (2011), Mikrotik, recuperado el 21 de septiembre de 2011, desde <http://www.flytecomputers.com/manuf.cfm?wid=2&widn=Mikrotik>.
- Flytecomputers, (2011), Ticon Power Systems, recuperado el 21 de septiembre de 2011, desde <http://www.flytecomputers.com/manuf.cfm?wid=17&widn=Tycon%20Power%20Systems>.
- Flytecomputers, (2011), Ubiquiti, recuperado el 21 de septiembre de 2011, desde <http://www.flytecomputers.com/manuf.cfm?wid=4&widn=Ubiquiti>.
- Gamboa, O. I. (2008). Estudio y diseño para la implementación de WIMAX en el municipio de Restrepo (meta). Monografía de grado no publicada, Fundación universitaria San Martín, Bogotá, Colombia.
- Halabi, S., McPherson, d. (2001), Arquitectura De Enrutamiento En Internet 2ª edición. España: Pearson Educación.
- Herrera, E., Díaz, A. y Calafate, C. T. (s.f.), Desarrollando el estándar IEEE 802.11n, un paso adelante en WLAN, recuperado de <http://cachanilla.itmexicali.edu.mx/~adiaz/Publicaciones/Estandar80211.pdf>.
- Interlans Comunicaciones, (s.f.). Interlans Comunicaciones s.a.s. Recuperado el 1 de Marzo de 2011, desde http://www.interlanscomunicaciones.com/index.php?option=com_content&view=article&id=2&Itemid=3.

- L-Com, (s.f), antenas, recuperado el 21 de septiembre de 2011, desde <http://www.l-com.com/productcenter.aspx?id=2005>.
- L-Com, (s.f.), Bulk Coaxial cable, recuperado el 21 de septiembre, desde <http://www.l-com.com/producttype.aspx?Type=Bulk%20Cable>.
- Manzanares (2010). Información general. Recuperado el 6 de mayo de 2011, desde <http://manzanares-caldas.gov.co/nuestromunicipio.shtml?apc=mlxx-1-&m=f>.
- Marquetalia (2011). Información general. Recuperado el 6 de mayo de 2011, desde <http://pensilvania-caldas.gov.co/sitio.shtml?apc=B-xx1-&x=1683203>.
- Mayatel, (s.f.). Caldas primera ciudad digital de Colombia. Recuperado el 2 de Marzo de 2011, desde <http://www.enlace3d.com/tv/caldas.html>.
- Medina, M. G. y Arequipa E. F. (2010). Implementación de un proveedor de servicios de internet inalámbrico en la ciudad de Nueva Loja. (Proyecto previo a la obtención del título de tecnólogo en electrónica y telecomunicaciones), recuperado desde <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2216/1/CD-2968.pdf>.
- Mikrotik software, (s.f.), The dude, recuperado el 20 de septiembre de 2011, desde <http://www.mikrotik.com/thedude.php>.
- Mikrotik WIKI, (2011), Manual Queues - PCQ, recuperado el 20 de septiembre de 2011, desde http://wiki.mikrotik.com/wiki/Manual:Queues_-_PCQ.
- Mikrotik, (2010), protocolo Nv2 TDMA, vol. 27, pag. 2, desde <http://download.mikrotik.com/newsletter27.pdf>.
- Ministerio de Telecomunicaciones (2004), Resolución 689 del 21 de abril de 2004, obtenido el 15 de agosto de 2011 desde <http://www.mintic.gov.co/index.php/normatividad-plano>.
- MINTIC, (2010), Resolución 000290 de 26 de Marzo de 2010, obtenido el 15 de agosto de 2011 desde <http://www.mintic.gov.co/index.php/normatividadplano>.
- Netkrom, (s.f.). Wireless ISP. Recuperado el 5 de Marzo de 2011, desde http://www.netkrom.com/es/sol_wisp.html.

- Pensilvania (2010). Información general. Recuperado el 6 de mayo de 2011, desde <http://marquetalia-caldas.gov.co/nuestromunicipio.shtml?apc=mmxx-6-&m=f>.
- RouterBoard, (s.f.), Products, recuperado el 18 de Septiembre de 2011, desde <http://routerboard.com/>.
- Ruiz, L. C. (2009). Diseño de un proveedor de servicio de internet utilizando el estándar IEEE 802.11n para el área urbana de la ciudad Ibarra. (Proyecto de grado, escuela politécnica del ejército), recuperado desde, <http://www3.espe.edu.ec:8700/handle/21000/352>.
- S3 Wireless, (s.f.). Nuestra compañía. Recuperado el 21 de marzo de 2011, desde <http://www.s3wireless.net.co/compania.htm>.
- Tyconpower, (2010), Learning Center, recuperado el 20 de septiembre de 2011, desde http://tyconpower.com/learning_center/learning_center.htm
- Tyconpower, (2010), POE /Solar Charge Controllers, recuperado el 20 de septiembre de 2011, desde http://tyconpower.com/products/files/TP-SCPOE_Charge_Controller_Spec_Sheet.pdf.
- Ubiquiti Networks, (2011), products, recuperado el 21 de septiembre de 2011 desde <http://www.ubnt.com/products>.
- Ubiquiti Networks. (2009), airmax, vol. 14, pag. 1, recuperado desde <http://www.ubnt.com/company/newsletter/0114.html>.
- Velasco, M. R. (2009). Diseño de un WISP (Wireless Internet Service Provider) en el campus de la universidad técnica del norte para proveer servicios de internet inalámbrico utilizando un esquema Wireless Mesh con tecnología wi-fi. (Proyecto previo a la obtención del título de ingeniero en electrónica y telecomunicaciones, Escuela Politécnica Nacional), recuperado desde <http://bieec.epn.edu.ec:8180/dspace/handle/123456789/1432>.
- Webster, A. (2001), Estadística aplicada a los negocios y la economía. Bogotá: McGraw-Hill.
- Weinberger, K. (2009). Plan de negocios: Herramienta para evaluar la viabilidad de un negocio. Perú: Eduardo Lastra.

ANEXOS

ANEXO A. Formato para entrevistas semiestructurada.

Nombre de la empresa

Cargo que desempeña en la empresa

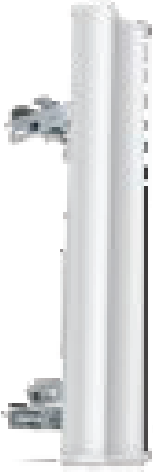
¿Posee servicio de internet actualmente?

¿Qué operador de internet le presta este servicio?

¿Qué uso le dan al servicio de internet en la empresa?

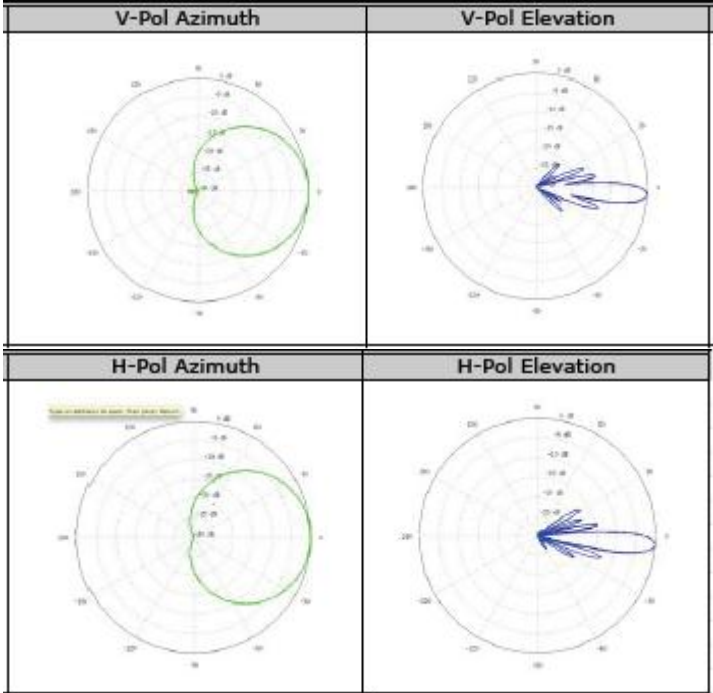
¿Qué precio que tiene el servicio de internet con el que cuenta actualmente?

ANEXO B. Características técnicas de antena sectorial Ubiquiti.

Hi-Gain Airmax Sector 2G-90-16		
Antenna and Electrical Characteristics		
	Frequency Range	2.3-2.7GHz
	Gain	16.0-17.0dBi
	Polarization	Dual Linear
	Cross-pol Isolation	28dB min.
	Max VSWR	1.5:1
	Hpol Beamwidth (6dB)	91 deg.
	Vpol Beamwidth (6dB)	90 deg.
	Elevation Beamwidth	9 deg.
	Electrical Downtilt	4 deg.
	ETSI Specification	EN 302 326 DN2
	Dimensions	700x145x79mm
	Weight	3.9 kg
	Windloading	160 mph

(UBNT, 2011)

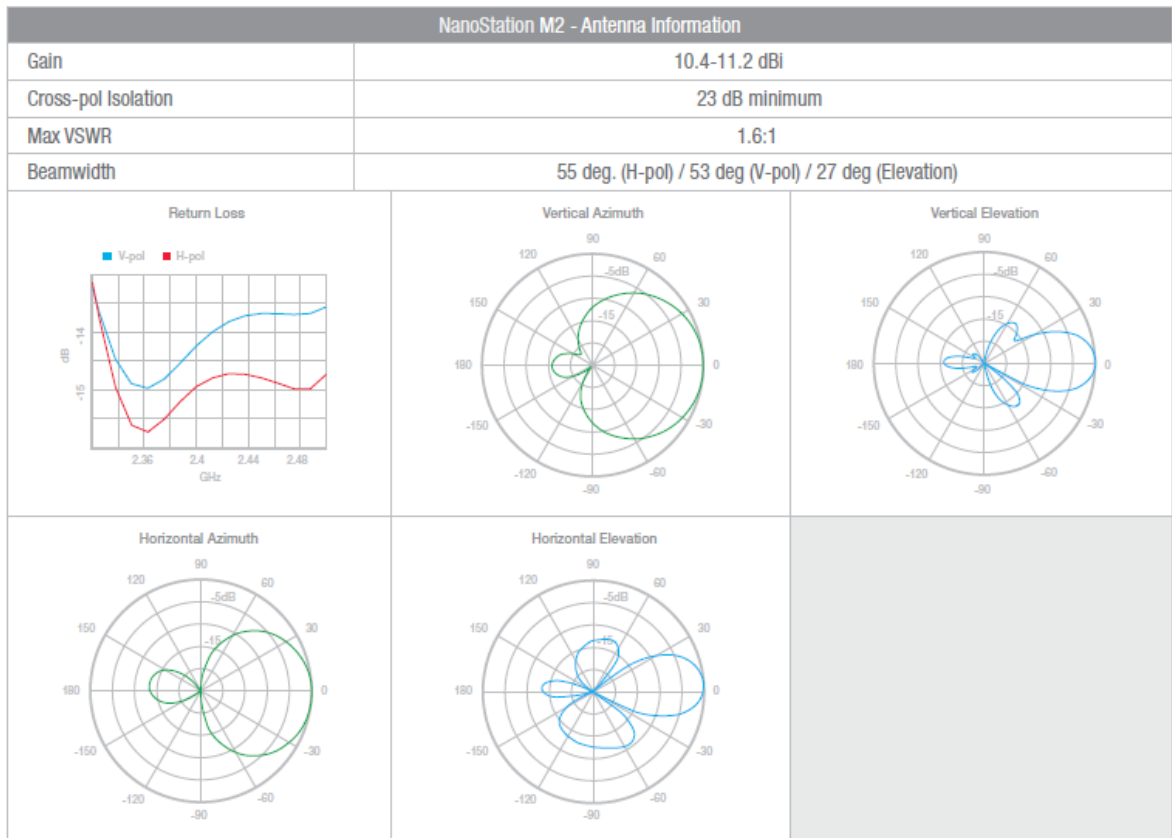
ANEXO C. Patrón de irradiación de antena sectorial Ubiquiti.



(UBNT, 2011)

ANEXO D. Características técnicas de la Nanostation M2

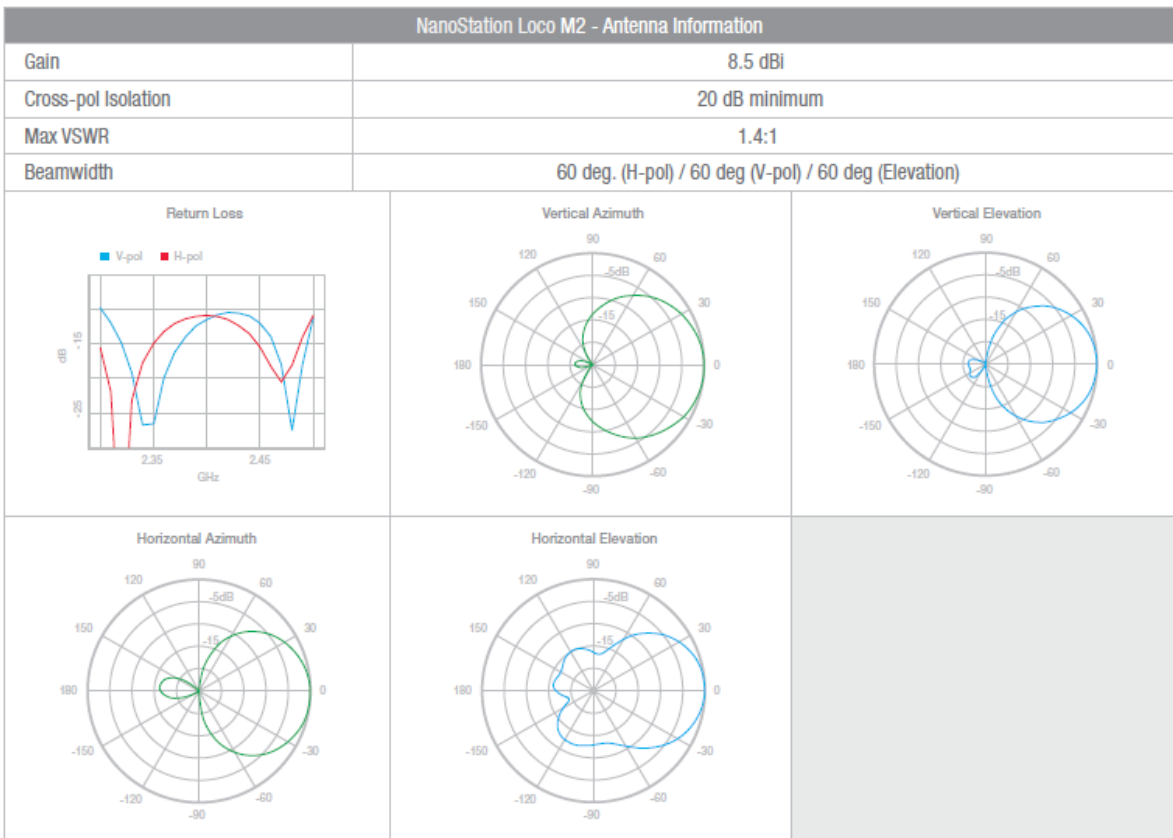
NanoStation M2 - Operating Frequency 2412-2462 MHz							
OUTPUT POWER: 28 dBm							
2.4 GHz TX POWER SPECIFICATIONS				2.4 GHz RX POWER SPECIFICATIONS			
11b / g	DataRate	Avg. TX	Tolerance	11b / g	DataRate	Avg. TX	Tolerance
		1-24 Mbps	28 dBm		+/- 2 dB		1-24 Mbps
	36 Mbps	26 dBm	+/- 2 dB		36 Mbps	-80 dBm	+/- 2 dB
	48 Mbps	25 dBm	+/- 2 dB		48 Mbps	-77 dBm	+/- 2 dB
	54 Mbps	24 dBm	+/- 2 dB		54 Mbps	-75 dBm	+/- 2 dB
11n / AirMax	MCS0	28 dBm	+/- 2 dB	11n / AirMax	MCS0	-96 dBm	+/- 2 dB
	MCS1	28 dBm	+/- 2 dB		MCS1	-95 dBm	+/- 2 dB
	MCS2	28 dBm	+/- 2 dB		MCS2	-92 dBm	+/- 2 dB
	MCS3	28 dBm	+/- 2 dB		MCS3	-90 dBm	+/- 2 dB
	MCS4	27 dBm	+/- 2 dB		MCS4	-86 dBm	+/- 2 dB
	MCS5	25 dBm	+/- 2 dB		MCS5	-83 dBm	+/- 2 dB
	MCS6	23 dBm	+/- 2 dB		MCS6	-77 dBm	+/- 2 dB
	MCS7	22 dBm	+/- 2 dB		MCS7	-74 dBm	+/- 2 dB
	MCS8	28 dBm	+/- 2 dB		MCS8	-95 dBm	+/- 2 dB
	MCS9	28 dBm	+/- 2 dB		MCS9	-93 dBm	+/- 2 dB
	MCS10	28 dBm	+/- 2 dB		MCS10	-90 dBm	+/- 2 dB
	MCS11	28 dBm	+/- 2 dB		MCS11	-87 dBm	+/- 2 dB
	MCS12	27 dBm	+/- 2 dB		MCS12	-84 dBm	+/- 2 dB
	MCS13	25 dBm	+/- 2 dB		MCS13	-79 dBm	+/- 2 dB
	MCS14	23 dBm	+/- 2 dB		MCS14	-78 dBm	+/- 2 dB
MCS15	22 dBm	+/- 2 dB	MCS15	-75 dBm	+/- 2 dB		



(UBNT, 2011)

ANEXO E. Características técnicas de la Nanostation Loco M2

NanoStation Loco M2 - Operating Frequency 2412-2462 MHz							
OUTPUT POWER: 23 dBm							
2.4 GHz TX POWER SPECIFICATIONS				2.4 GHz RX POWER SPECIFICATIONS			
11b/g	DataRate	Avg. TX	Tolerance	11b/g	DataRate	Avg. TX	Tolerance
	1-24 Mbps	23 dBm	+/- 2 dB		1-24 Mbps	-83 dBm	+/- 2 dB
	36 Mbps	21 dBm	+/- 2 dB		36 Mbps	-80 dBm	+/- 2 dB
	48 Mbps	19 dBm	+/- 2 dB		48 Mbps	-77 dBm	+/- 2 dB
	54 Mbps	18 dBm	+/- 2 dB	54 Mbps	-75 dBm	+/- 2 dB	
11n/AirMax	MCS0	23 dBm	+/- 2 dB	11n/AirMax	MCS0	-96 dBm	+/- 2 dB
	MCS1	23 dBm	+/- 2 dB		MCS1	-95 dBm	+/- 2 dB
	MCS2	23 dBm	+/- 2 dB		MCS2	-92 dBm	+/- 2 dB
	MCS3	23 dBm	+/- 2 dB		MCS3	-90 dBm	+/- 2 dB
	MCS4	22 dBm	+/- 2 dB		MCS4	-86 dBm	+/- 2 dB
	MCS5	20 dBm	+/- 2 dB		MCS5	-83 dBm	+/- 2 dB
	MCS6	18 dBm	+/- 2 dB		MCS6	-77 dBm	+/- 2 dB
	MCS7	17 dBm	+/- 2 dB		MCS7	-74 dBm	+/- 2 dB
	MCS8	23 dBm	+/- 2 dB		MCS8	-95 dBm	+/- 2 dB
	MCS9	23 dBm	+/- 2 dB		MCS9	-93 dBm	+/- 2 dB
	MCS10	23 dBm	+/- 2 dB		MCS10	-90 dBm	+/- 2 dB
	MCS11	23 dBm	+/- 2 dB		MCS11	-87 dBm	+/- 2 dB
	MCS12	22 dBm	+/- 2 dB		MCS12	-84 dBm	+/- 2 dB
	MCS13	20 dBm	+/- 2 dB		MCS13	-79 dBm	+/- 2 dB
	MCS14	18 dBm	+/- 2 dB		MCS14	-78 dBm	+/- 2 dB
MCS15	17 dBm	+/- 2 dB	MCS15	-75 dBm	+/- 2 dB		



(UBNT, 2011)