	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	Código F-AC-DBL-007	Fecha 10-04-2012	Revisión A
Dependencia DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	Aprobado SUBDIRECTOR ACADEMICO		Pág. 1(108)	

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	JOAN ESNEIDER ASCANIO SANCHEZ SERGIO ANDRES BOHORQUEZ MENDOZA		
FACULTAD	INGENIERÍAS		
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERÍA DE SISTEMAS		
DIRECTOR	FABIÁN CUESTA QUINTERO		
TÍTULO DE LA TESIS	ANÁLISIS Y DISEÑO DE UNA RED METROPOLITANA QUE INTERCONECTE EL SISTEMA DE ACUEDUCTO DEL RIO ALGODONAL DE LA EMPRESA ESPO S.A DE OCAÑA NORTE DE SANTANDER		
RESUMEN (70 palabras aproximadamente)			
<p>Este proyecto tiene como objetivo adaptar, en el aspecto tecnológico y de las telecomunicaciones, a la empresa ESPO S.A. del municipio de Ocaña, para agilizar procesos y de esa manera ser un punto de partida para migrar la empresa hacia la era tecnológica. En la actualidad las técnicas de comunicación entre las personas se ha ido mejorando, la meta es poder transmitir grandes cantidades de información ya sea de voz, datos o video.</p>			
CARACTERÍSTICAS			
PÁGINAS: 108	PLANOS:	ILUSTRACIONES: 25	CD-ROM: 1



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



**ANÁLISIS Y DISEÑO DE UNA RED METROPOLITANA QUE INTERCONECTE
EL SISTEMA DE ACUEDUCTO DEL RÍO ALGODONAL DE LA EMPRESA
ESPO S.A DE OCAÑA NORTE DE SANTANDER**

**JOAN ESNEIDER ASCANIO SANCHEZ
SERGIO ANDRES BOHORQUEZ MENDOZA**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
INGENIERIA DE SISTEMAS
OCAÑA
2014**

**ANALISIS Y DISEÑO DE UNA RED METROPOLITANA QUE INTERCONECTE
EL SISTEMA DE ACUEDUCTO DEL RIO ALGODONAL DE LA EMPRESA
ESPO S.A DE OCAÑA NORTE DE SANTANDER**

**JOAN ESNEIDER ASCANIO SANCHEZ
SERGIO ANDRES BOHORQUEZ MENDOZA**

**Trabajo de grado presentado como requisito para obtener el título de
Ingeniero de Sistemas**

**Director
FABIÁN CUESTA QUINTERO
Ingeniero de Sistemas**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
INGENIERIA DE SISTEMAS
OCAÑA
2014**

CONTENIDO

	Pag.
INTRODUCCION	14
1. TITULO	15
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION	15
1.2.1 General.	15
1.2.2 Específicos.	15
1.3 JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION	16
1.4 DELIMITACION Y ALCANCES	17
1.4.1 Temática.	17
1.4.2 Espacial.	17
1.4.3 Temporales.	17
1.4.4 Geográfica.	17
2. MARCO REFERENCIAL	18
2.1 ANTECEDENTES	18
2.1.1 Reseña Histórica de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.	18
2.1.2 Reseña Histórica de las Redes Inalámbricas.	18
2.1.3 A nivel Mundial.	19
2.1.4 A nivel Nacional.	19
2.1.5 A nivel Local.	20
2.2 MARCO TEORICO	20
2.2.1 Red WLAN.	20
2.2.2 Componentes básicos de las redes.	21
2.2.3 Software.	21
2.2.4 Sistema operativo de red.	21
2.2.5 Software de aplicación.	21
2.2.6 Hardware.	22
2.2.7 Servidores.	23
2.2.8 J2EE.	23
2.2.9 Almacenamiento en red.	23
2.2.10 Dispositivos de red.	24
2.2.11 Red de área local, o LAN (Local Área Network).	24
2.2.12 Red de área metropolitana (metropolitan área network o MAN).	24
2.2.13 Red de área local virtual, o VLAN (Virtual LAN).	24
2.2.14 Protocolo.	25
2.3 MARCO CONCEPTUAL	27
2.3.1 Radio Enlace.	27
2.3.2 Internet.	28
2.3.3 Onda electromagnética.	28
2.3.4 Antenas.	29

2.3.5 Tipos de antenas.	29
2.3.6 Proveedor de servicio de internet (ISP).	30
2.3.7 IEEE 802.11a.	31
2.3.8 Fibra Óptica	31
2.3.9 Tipos de fibras ópticas.	33
2.3.10 Canal de voz.	34
2.3.11 Cámaras de vigilancia o cámaras de seguridad.	34
2.3.12 Tipos de cámaras de vigilancia.	34
2.3.13 Legalidad de las cámaras de vigilancia.	35
2.3.14 Sensores de medición de nivel.	35
2.3.15 Redes Inalámbricas	36
2.4 MARCO LEGAL	36
3. DISEÑO METODOLÓGICO	38
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	38
3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	38
3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA	38
3.3.1 Población.	38
3.3.2 Muestra.	38
3.4 TÉCNICAS DE INSTRUMENTACIÓN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	38
3.5 METODOLOGIA	39
4. DISEÑO DE LA RED LAN DE ESPO S.A. PARA EL PROYECTO	41
4.1 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIONES E INFRAESTRUCTURA FÍSICA.	41
4.1.1 Topología.	41
4.1.2 Tecnología.	41
4.1.3 Distribución de Rack y cableado.	42
4.2 IDENTIFICACION DE USUSARIOS.	43
4.2.1 Grupo de usuarios.	43
4.2.2 Rotulado de los puntos de datos.	43
4.3 CANTIDAD Y DESCRIPCION DE LOS ELEMENTOS ACTIVOS Y PASIVOS	44
4.3.1 Elementos activos.	44
4.3.2 Elementos pasivos.	44
4.4 DIRECCIONAMIENTO DE RED	47
4.5 DOCUMENTACION DE LA RED DEL AREA LOCAL	48
4.5.1 Esquema de identificación o rotulados de los puntos de datos y voz.	48
4.6 DIAGRAMA FISICO DE ELEMENTOS ACTIVOS Y PASIVOS DE LA RED LAN PROPUESTOS.	50
4.6.1 Ren LAN Propuesta.	50
5. ANALISIS Y DISEÑO DE LA RED MAN DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO RIO ALGODONAL	51

5.1 OBJETIVO DE LA MAN	51
5.2 RECOLECCION DE INFORMACION	51
5.3 DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LOS PUNTOS	51
5.4 DESCRIPCION DEL SISTEMA DE ACUENDUTO RIO ALGODONAL	52
5.5 COMPARACION DE TECNOLOGIAS MAN	66
5.6 ALTERNATIVAS MAN.	70
5.7 DISEÑO DE LA RED MAN	70
5.7.1 Ubicación geográfica de los puntos.	70
5.7.2 Determinación de la Lista de visita	71
5.7.3 Tipos de Antenas utilizadas en Redes Inalámbricas.	74
5.7.4 Patrón de radiación de las antenas.	77
5.7.5 Cálculo de los enlaces para la red MAN.	81
5.7.6 Elección de antenas de comunicaciones.	90
5.7.7 Determinación de la altura a la que debe estar las antenas en las torres	91
5.8 PRESUPUESTO DEL PROYECTO.	94
6. CONCLUSIONES	95
7. RECOMENDACIONES	96
BIBLIOGRAFÍA	97
REFERENCIAS ELECTRÓNICAS	98
ANEXOS	100

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Red WLAN	21
Figura 2. Hardware	22
Figura 3. Servidor	23
Figura 5. Comunicación entre un navegador y el servidor.	25
Figura 6. Radio Enlace	27
Figura 7. Campos involucrados en las ondas electromagnéticas	28
Figura 8. Ondas Electromagnéticas	29
Figura 9. Radiación de Antenas	30
Figura 10. Proveedor de servicio de internet	31
Figura 11. Fibra óptica.	32
Figura 12. Mapa Físico.	43
Figura 13. Diagrama lógico de la red propuesta.	50
Figura 14. Vista satelital.	51
Figura 15. Zona fresnel	72
Figura 16. Patrón de radiación antena vertical.	75
Figura 17. Patrón de radiación antena yagi.	75
Figura 18. Patrón de radiación antena parabólica	76
Figura 19. Patrón de radiación antena dipolo	77
Figura 20. Antena grillada semiparabolica.	77
Figura 21. Antena parabólica.	78
Figura 22. Antena yagi.	78
Figura 23. Antena de panel.	79

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Metodología.	39
Cuadro 2. Elementos activos.	44
Cuadro 3. Elementos pasivos.	45
Cuadro 4. Direccionamiento de red.	47
Cuadro 5. Abreviatura de oficinas involucradas en este proyecto.	48
Cuadro 6. Esquema de distribución CC.	48
Cuadro 7. Plan de Distribución CC.	48
Cuadro 8. Rotulado de los elementos activos en el Centro de cableado	49
Cuadro 9. Esquema del rotulado desde la W.A.	49
Cuadro 10. Plan Distribución WA	49
Cuadro 11. Cantidad de cable por	50
Cuadro 12. Tanque Bajo Buenavista.	58
Cuadro 13. Tanque Alto Buenavista	59
Cuadro 14. Tanque Cristo Rey	60
Cuadro 15. Tanque la laguna	61
Cuadro 16. Tanque 12 de octubre.	63
Cuadro 17. Tanque san Fermín	64
Cuadro 18. Tanque santa cruz.	65
Cuadro 19. Tanque Adamiuain.	66
Cuadro 20. Tecnologías MAN.	67
Cuadro 21. Coordenadas geográficas.	71
Cuadro 22. Estaciones de telecomunicaciones cercanas a cada uno de los nodos.	74
Cuadro 23. Antenas direccionales.	79
Cuadro 23. Antenas sectoriales.	80
Cuadro 24. Antenas omnidireccionales.	80
Cuadro 25. Adamiuain-Cristo rey	81
Cuadro 26. San Fermín - Cristo Rey	82
Cuadro 27. Cristo Rey – Santa Cruz	83
Cuadro 28. El Llanito – Santa Cruz	84
Cuadro 29. 12 de Octubre – Santa Cruz	85
Cuadro 30. La Laguna – Santa Cruz	86
Cuadro 31. Santa Cruz – Sede Administrativa.	87
Cuadro 32. Bajo Buenavista – Alto Buenavista	88
Cuadro 33. Algodonal – Alto Buenavista.	89
Cuadro 34. Alto Buenavista – Santa Cruz	90

LISTA DE FOTOS

	Pág.
Foto 1. Presa vertedora de derivación.	52
Foto 2. Canal de adecuación.	53
Foto 3. Desarenador.	53
Foto 4. Motobombas.	54
Foto 5. Canaleta parshall.	54
Foto 6. Mezcla rápida.	55
Foto 7. Canal de aproximación.	55
Foto 8. Flocuradores.	56
Foto 9. Sedimentadores.	56
Foto 10. Filtros.	57
Foto 11. Bala de cloro gaseoso.	57
Foto 12. Macro medidor.	58
Foto 13. Tanque Bajo Buenavista..	59
Foto 14. Tanque Alto Buenavista.	60
Foto 15. Tanque cristo rey..	61
Foto 16. Tanque la laguna.	62
Foto 17. Planta de tratamiento el Llanito.	62
Foto 18. Tanque 12 de Octubre.	63
Foto 19. Tanque san Fermín.	64
Foto 20. Santa Cruz.	65
Foto 21. Tanque Adamiuain.	66
Foto 22. Puntos visibles desde Tanque Alto Buenavista.	72
Foto 23. Puntos visibles desde Tanque Cristo Rey	73
Foto 24. Puntos visibles desde Tanque Santa Cruz	73

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Ubicación de los tanques, plantas de tratamiento y sede administrativa en el mapa de Ocaña	101
Anexo B. Esquema de distribución de antenas	102
Anexo C. línea de vista Adamiuain - Cristo Rey Y Algodonal - Alto Buenavista Línea de vista Algodonal - Alto Buenavista	103
Anexo D. línea de vista Alto Buenavista - Bajo Buenavista Y Alto Buenavista – Santa Cruz Línea de vista Alto Buenavista – Santa Cruz	104
Anexo E. línea de vista Cristo Rey – Santa Cruz Y La Laguna – Santa Cruz Línea de vista La Laguna – Santa Cruz	105
Anexo F. Línea de vista Llanito – 12 Octubre Y San Fermín – Cristo Rey Línea de vista San Fermín – Cristo Rey	106
Anexo G. Línea de vista San Cruz– 12 Octubre Y San Cruz– Sede Espo SA Línea de vista San Cruz– Sede Espo SA	107
Anexo H. Vista Panorámica En Google Earth#	108

RESUMEN

Debido a la gran necesidad del siglo XXI que es la migración de procesos manuales a procesos sistematizados; la empresa de servicios públicos ESPO S.A. no cuenta con una estructura adecuada para el manejo de la información suministrada por las dos plantas de tratamiento y sus ocho tanques de almacenamiento, esto se debe a la gran distancia existente entre cada uno de los lugares, además estos procesos actualmente se realizan de forma manual y no hay una persona directamente encargada de administrarlos, por tal motivo muchas veces se pierden. Por otra parte el acceso a algunos de los tanques es tedioso, así mismo los que se encuentran en lugares distantes no cuentan con una supervisión constante.

Para desarrollar el proyecto, se plantearon una serie de objetivos que fueron desarrollados de la siguiente manera: Se diagnosticó las necesidades actuales de la empresa ESPO S.A en lo referente a la recolección de la información de los tanques de almacenamiento, plantas de tratamiento y tener una información veraz y confiable que permita realizar de forma correcta el diseño de la red metropolitana MAN. Se analizó la información recolectada y las diferentes alternativas existentes en la actualidad para el desarrollo de una red de área metropolitana, buscando la solución más óptima e idónea para la infraestructura de la empresa; y, se determinó la mejor solución en entornos MAN de acuerdo a la relación costo/beneficio en el establecimiento de la conexión de todos los tanques, plantas de tratamiento y sede administrativa de la empresa ESPO de la ciudad Ocaña.

INTRODUCCION

Durante los últimos años se ha producido una gran convergencia de las computadoras y las comunicaciones, dando así un tremendo ímpetu al crecimiento de las redes de computadoras. En una red de computadoras, dos o más computadoras y otros dispositivos están interconectados y son capaces de comunicarse unos con otros. Entre los beneficios que aportan las redes en general son: la confiabilidad, compartimiento de datos y recursos, incremento en rentabilidad, mejor soporte al usuario, mejor uso de métodos electrónicos de comunicación y mayor acceso desde múltiples ubicaciones.

Entre las mencionadas redes existen unas denominadas Redes de Área Metropolitana (Metropolitan Area Networks, MAN). Este tipo de redes es una versión más grande que la LAN y que normalmente se basa en una tecnología similar a esta; Las redes MAN se aplican en las empresas cuya infraestructura física está ubicada en distintos lugares de una ciudad o municipio.

Ante esta situación, la EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE OCAÑA ESPO S.A. desea de mantener la calidad que la ha caracterizado quiere prestar especial atención al manejo que se le da a la información emitida por cada uno de los tanques de almacenamiento y sus plantas de tratamiento y así tener un mayor control para poder evitar la pérdida de datos.

Este proyecto quiere brindarle a la empresa la posibilidad de tener un mejor flujo de información de forma constante. Por eso se realizó un análisis minucioso para obtener el diseño de una red MAN optimo y que sin duda permitiría que la empresa migrara a una mejor infraestructura, en cuanto a manejo de datos de refiere.

1. TITULO

ANÁLISIS Y DISEÑO DE UNA RED METROPOLITANA QUE INTERCONECTE EL SISTEMA DE ACUEDUCTO DEL RIO ALGODONAL DE LA EMPRESA ESPO S.A. DE OCAÑA NORTE DE SANTANDER.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE OCAÑA ESPO S.A. tiene como misión prestar los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo a la comunidad de Ocaña. Nació en el año de 1994, debido a dificultades de orden económico, operativo y laboral por las que atravesaba la entonces llamada Empresa Municipal de Servicios Públicos de Ocaña.

Debido a la gran necesidad del siglo XXI que es la migración de procesos manuales a procesos sistematizados; la empresa de servicios públicos ESPO S.A. no cuenta con una estructura adecuada para el manejo de la información suministrada por las dos plantas de tratamiento y sus ocho tanques de almacenamiento, esto se debe a la gran distancia existente entre cada uno de los lugares, además estos procesos actualmente se realizan de forma manual y no hay una persona directamente encargada de administrarlos, por tal motivo muchas veces se pierden. Por otra parte el acceso a algunos de los tanques es tedioso, así mismo los que se encuentran en lugares distantes no cuentan con una supervisión constante.

1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

1.2.1 General. Analizar y diseñar una red metropolitana que interconecte el sistema de acueducto del rio algodonal de la empresa ESPO S.A. de Ocaña norte de Santander.

1.2.2 Específicos. Diagnosticar las necesidades actuales de la empresa ESPO S.A en lo referente a la recolección de la información de los tanques de almacenamiento, plantas de tratamiento y tener una información veraz y confiable que permita realizar de forma correcta el diseño de la red metropolitana MAN.

Analizar la información recolectada y las diferentes alternativas existentes en la actualidad para el desarrollo de una red de área metropolitana, buscando la solución más óptima e idónea para la infraestructura de la empresa.

Determinar la mejor solución en entornos MAN de acuerdo a la relación costo/beneficio en el establecimiento de la conexión de todos los tanques, plantas de tratamiento y sede administrativa de la empresa ESPO de la ciudad Ocaña.

1.3 JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION

Es de destacar que en la actualidad ESPO S.A. "E.S.P." Ocaña, presta de manera continua y eficiente los Servicios Públicos Domiciliarios de Acueducto, Alcantarillado y Aseo.

Este proyecto nace de la necesidad de adaptar, en el aspecto tecnológico y de las telecomunicaciones, a la empresa ESPO S.A. del municipio de Ocaña, para agilizar procesos y de esa manera ser un punto de partida para migrar la empresa hacia la era tecnológica. En la actualidad las técnicas de comunicación entre las personas se ha ido mejorando e inclusive se han desarrollado nuevos métodos de comunicación, la meta es poder transmitir grandes cantidades de información ya sea de voz, datos o video.

Considerando que las TICs agregan valor a las actividades operacionales y de gestión empresarial en general y permite a las empresas obtener ventajas competitivas, permanecer en el mercado y centrarse en su negocio. En pocas palabras, las TICs tratan sobre el empleo de computadoras y aplicaciones informáticas para transformar, almacenar, gestionar, proteger, difundir y localizar la información necesaria para cualquier actividad humana.

En las empresas, es imposible hoy día ignorar el potencial de las TICs y especialmente el de internet. Con el paso de un mundo hecho de átomos a otro hecho de bits, asistimos a la aparición de la sociedad de la información y a su expansión mediante el desarrollo de redes informáticas que permiten que los ciudadanos tengan acceso a fuentes de información inmensas, consolidándose no solamente como consumidores de información y conocimiento, sino también como creadores de fuentes de información y conocimiento mismo.

Teniendo en cuenta todo lo dicho anteriormente, se quiere proponer una solución luego de un análisis minucioso en el cual determinamos que lo más viable es diseñar una red de área metropolitana en la empresa, o lo que es lo mismo una red que maneje datos, voz y video; que permita interconectar las dos plantas de almacenamiento (Algodonal y Llanito), los ocho tanques de almacenamiento (Santa Cruz, Buena Vista parte alta, Buena Vista parte baja, San Fermín, Cristo Rey, Doce de Octubre, La Laguna y Adamiuain) y las oficinas de operaciones ubicadas en el barrio La Primavera.

Se considera que por la ubicación geográfica y la gran distancia existente entre los tanques de almacenamiento y la sede administrativa es la solución más óptima porque el recurso humano se puede emplear en otras tareas que en la actualidad se reducen en tiempo, debido a que los operarios tienen que destinar del mismo para recolectar los datos de cada uno de los tanques.

Si se habla de contratar personal para que este supervisando y enviando la información constantemente a través de equipos de cómputo implica un aumento en el coste de la empresa, pues habría que contratar más personal, comprar equipos, y el transporte hacia algunos de los tanques que se encuentran muy retirados además de ser de difícil acceso

pues se encuentran ubicados en sectores donde los empleados arriesgan su integridad física. Además se tendrán que hacer mejoras en la estructura física de algunos tanques para crear un ambiente adecuado de trabajo.

Al implementar una red de área metropolitana la empresa tendrá que hacer una inversión que será a largo plazo pues los equipos a utilizar son de alta resistencia y durabilidad, adaptados para este tipo de infraestructura como el que presenta la empresa ESPO S.A.

Además conociendo experiencias donde ya se han implementado las redes de área metropolitana en empresas que prestan el mismo servicio de ESPO S.A. como es el caso de AGUAS KPITAL CUCUTA S.A E.S.P. donde se ha notado el rendimiento y la mejora en la recolección de la información además de la disminución en las pérdidas que la empresa venía presentando.

Por todo esto se quiere buscar la solución óptima y adaptada a nuestro entorno geográfico y a la infraestructura de la empresa ESPO S.A.

La Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña quiere brindar soluciones a la comunidad ocañera, motivando a sus estudiantes a que interactúen con las empresas y así aportar a que sean más competitivas.

1.4 DELIMITACION Y ALCANCES

1.4.1 Temática. Mediante la investigación se tendrá en cuenta un compendio de términos relacionados con el tema tales como: tanque, procesamiento, ubicación geográfica, datos, redes, red de comunicación de datos o informática, ondas electromagnéticas, impulsos eléctricos, IEEE, red de área metropolitana, puntos de acceso (AP), área de servicio básico, límites de la red, protocolos 802.11, cableado estructurado, radio enlaces, antenas, zona Fresnel, topologías inalámbricas, tecnologías.

1.4.2 Espacial. La base principal de esta investigación será los lineamientos de este proyecto. Se contará con la colaboración de la empresa de servicios públicos ESPO S.A. quienes aportaran información de la infraestructura y de cuál es el tratamiento del agua en cada uno de los tanques.

1.4.3 Temporales. Este proyecto se realizara en un lapso de tiempo de 3 meses, tal cual como se establezca en el cronograma de actividades.

1.4.4 Geográfica. La realización de los estudios especificados en este proyecto tiene como zona geográfica el casco urbano y sus alrededores de la ciudad de Ocaña.

2. MARCO REFERENCIAL

2.1 ANTECEDENTES

2.1.1 Reseña Histórica de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. “Alma Mater” de la zona del Catatumbo y Nororiente colombiano, nace como una opción de Educación Superior, para los estudiantes de la provincia de Ocaña y su zona de influencia (Sur del Cesar y Sur de Bolívar) a partir del Acuerdo N° 03 del 18 de julio de 1974, por parte del Consejo Superior de la Universidad Francisco de Paula Santander Cúcuta (UFPS).

La UFPSO, como Universidad del estado, ha asumido su responsabilidad ante la nación, liderando la formación de las comunidades académicas de su región; frente al desarrollo nacional, ha sido consciente de su papel de integrar elementos humanos competitivos, bajo una perspectiva de equidad nacional. Nuestra Institución, se encuentra enclavada en una zona considerada de extrema pobreza, especialmente en lo que hace referencia al Sur del Cesar, Bolívar y la Provincia de Ocaña, lo que trae consigo problemas de orden social y la presencia en la región de grupos armados al margen de la Ley, que aprovechan estas condiciones para montar sus feudos. Más allá de éste controvertido mundo de penurias económicas y de carácter social, la Universidad, sigue buscando cada día poder cumplir con sus funciones tanto individuales como sociales; las individuales hacen referencia a la fundamentación de sus estudiantes, mirando sus responsabilidades directas con sus necesidades de socialización, transmisión de la cultura, desarrollo de su personalidad, formación para el trabajo y preparación para la ciencia y la tecnología. En lo atinente a las sociales, es más su compromiso con el Estado, puesto que mira el papel que sobre el valor estratégico tiene la educación para el desarrollo económico, la identidad y construcción del sentido de nación y la equidad y superación de la pobreza.

2.1.2 Reseña Histórica de las Redes Inalámbricas. El origen de las redes inalámbricas se remonta a la publicación en 1979 de los resultados de un experimento realizado por ingenieros de IBM en Suiza, consistente en utilizar enlaces infrarrojos para crear una red local en una fábrica. Estos resultados, pueden considerarse como el punto de partida en línea evolutiva de esta tecnología.

Las investigaciones siguieron adelante tanto con infrarrojos como con microondas. En mayo de 1985 el FCC (Federal Communications Commission) asignó las bandas IMS (industrial, Scientific and Medical) 902-928 MHz, 2.400-24835 GHz. 5.725, 850 GHz a las redes inalámbricas basadas en espectro electromagnético.

La asignación de una banda de frecuencias propició una mayor actividad en el seno de la industria: ese respaldo hizo que las WLAN empezaran a dejar ya el laboratorio para iniciar el camino hacia el mercado, desde 1985 hasta 1990 se siguió trabajando ya más en la fase de desarrollo, hasta que en mayo de 1991 se publicaron varios trabajos referentes a las WLAN operativas que superaban la velocidad de 1 Mbps. El mínimo establecido por el IEEE 802 para que la red sea considerada realmente una LAN.

Hasta ese momento las WLAN habían tenido una aceptación marginal en el mercado por dos razones fundamentales: falta de un estándar y los precios elevados de una solución inalámbrica¹.

2.1.3 A nivel Mundial. A continuación se plantean algunos proyectos desarrollados a nivel mundial, relacionados con el presente proyecto:

VON QUEDNOW MANCILLA, Edgar Alfredo, diseño e implementación de una red inalámbrica de área metropolitana, para distribución de internet en medios suburbanos, utilizando el protocolo IEEE 802.11b, Republica de Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, noviembre de 2006.

SILVA, Rodrigo, diseño de una red metropolitana Ethernet en la ciudad de Quito. República del Ecuador, 2006.

2.1.4 A nivel Nacional. Con relación al presente trabajo se cuenta con los siguientes referentes nacionales:

MILLÁN, Andrés F., DAZA Ronald., CAMPIÑO, James. Estudio de los puntos de acceso inalámbricos 802.11 en la ciudad de Cali usando las técnicas WAR-X [CD-ROM], Santiago de Cali. SISTEMAS & TELEMÁTICA, marzo 2006.

El grupo de investigación COMBA I+D, consciente de la necesidad de promover entre los usuarios colombianos una cultura hacia la seguridad inalámbrica, realizó un estudio de los puntos de acceso inalámbricos Wi-Fi en la ciudad de Cali utilizando las técnicas de War-X, con el propósito de conocer el estado actual, cantidad, localización y seguridad de los puntos de acceso inalámbricos existentes. War-X hace relación a un conjunto de técnicas pasivas de detección de redes Wi-Fi.

Las técnicas War-X explotan la emisión repetitiva de mensajes de broadcast enviados por los puntos de acceso inalámbricos. Aunque estas técnicas son utilizadas por hackers para buscar redes Wi-Fi vulnerables, el objetivo de este estudio no era aprovecharse de dichas vulnerabilidades mediante ataques activos, sino simplemente conocer específicamente el estado actual de la seguridad de dichos nodos de red Wi-Fi. El grupo investigador decidió utilizar la técnica de WarDriving para cubrir de manera rápida el área de detección seleccionada. En países como Chile, Argentina, España y Japón se han realizados estudios exploratorios, que indican la utilización de dichas técnicas, incluso en Colombia (Medellín y Bogotá) aunque no ha sido a fondo si investigación.

MADRID MOLINA, Juna Manuel. Análisis Seguridad en redes inalámbricas 802.11, Universidad Icesi. SISTEMAS & TELEMÁTICA. 2004.

¹ TANENBAUM, Andrew S. Redes de computadoras. 4ª edición. España: Pearson. 2003. ISBN 9789702601623. p. 8.

Este estudio hace referencia de las tecnologías existentes para mejorar el nivel de seguridad en las redes inalámbricas de la IEEE 802.11x, destacando el conjunto de técnicas pasivas de detección de redes Wi-Fi. 25. Las redes inalámbricas de área local (WLAN) tienen un papel cada vez más importante en las comunicaciones del mundo de hoy.

Debido a su facilidad de instalación y conexión, se han convertido en una excelente alternativa para ofrecer conectividad en lugares donde resulta imposible brindar servicio con una red alamburada, es así que por medio de dichas técnicas se ha logrado determinar la seguridad, cobertura y disponibilidad de los puntos de acceso, determinado en primera instancia el grado de complejidad en la red.

2.1.5 A nivel Local. Ocaña no es la excepción en acoger las nuevas tecnologías, como lo son las Redes Inalámbricas, ya son más notables las estructuras que soportan radio enlaces en la ciudad, se pueden evidenciar a los proveedores de servicios de internet como TV San Jorge, Emsitel LTDA, Funtic, ETB y la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña a través del proyecto de extensión Norte de Santander Vive Digital.

2.2 MARCO TEORICO

Es importante destacar que con una red MAN es posible compartir e intercambiar todo tipo de datos (textos, videos, audios, etc.) mediante fibra óptica o cable de par trenzado. Este tipo de red supone una evolución de las redes LAN (Local Área Network o Red de Área Local), ya que favorece la interconexión en una región más amplia, cubriendo una mayor superficie.

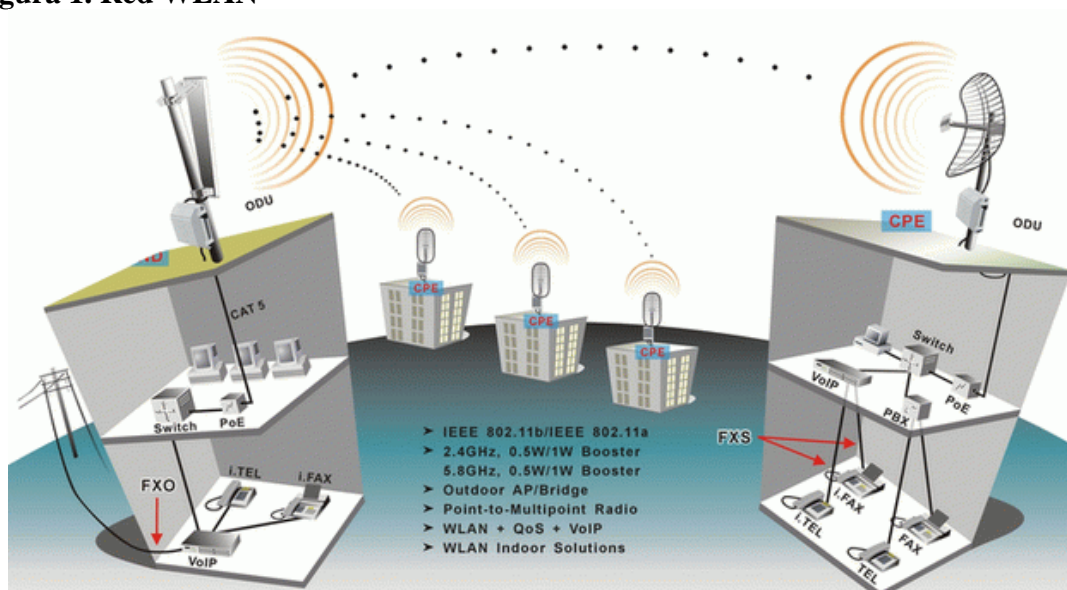
Las redes MAN pueden ser públicas o privadas. Estas redes se desarrollan con dos buses unidireccionales, lo que quiere decir que cada uno actúa independientemente del otro respecto a la transferencia de datos.

Entre los usos de las redes MAN, puede mencionarse la interconexión de oficinas dispersas en una ciudad pero pertenecientes a una misma corporación, el despliegue de servicios de VoIP y el desarrollo de un sistema de video vigilancia municipal.

2.2.1 Red WLAN. Una red WLAN usa ondas de radio para transmitir datos y conectar dispositivos tanto a Internet como a la red y aplicaciones. Las LAN inalámbricas permiten que los equipos puedan enviar y recibir datos dentro de un edificio y fuera del mismo, en cualquier parte que esté dentro del rango de una estación inalámbrica base. Para poder utilizar las LAN inalámbricas, su equipo debe estar configurado con una radio con certificación Wi-Fi, tal como una tarjeta PC o un dispositivo inalámbrico incorporado².

² <http://www.cisco.com/web/LA/soluciones/la/wlan/index.html>

Figura 1. Red WLAN



Fuente. <http://www.domotelsa.com/servicios/redes-wlan-wifi.html>

2.2.2 Componentes básicos de las redes. Los componentes utilizados para establecer una red de área local (LAN) tienen diferentes funciones. El elemento común unificador entre ellos es que facilitan la comunicación entre dos o más computadoras. Los componentes de LAN se pueden configurar en una variedad de maneras, pero una LAN requiere siempre los mismos componentes básicos³.

2.2.3 Software. Es el conjunto de los programas de cómputo, procedimientos, reglas, documentación y datos asociados, que forman parte de las operaciones de un sistema de computación⁴.

2.2.4 Sistema operativo de red. Son aquellos sistemas que tienen a dos o más equipos unidos a través de algún medio de comunicación (físico o no), con el objetivo primordial de poder compartir los diferentes recursos hardware y software.

Al igual que un equipo no puede trabajar sin un sistema operativo, una red de equipos no puede funcionar sin un sistema operativo de red. Si no se dispone de ningún equipo que monte un sistema operativo de red, no existirá una gestión centralizada de recursos, por lo que la red se convertirá en lo que hemos denominado grupo de trabajo⁵.

2.2.5 Software de aplicación. Son una serie de programas que cooperan con los usuarios para hacer una o varias tareas específicas, como por ejemplo redactar un texto. Existen

³ http://www.ehowenespanol.com/componentes-red-lan-lista_74510/

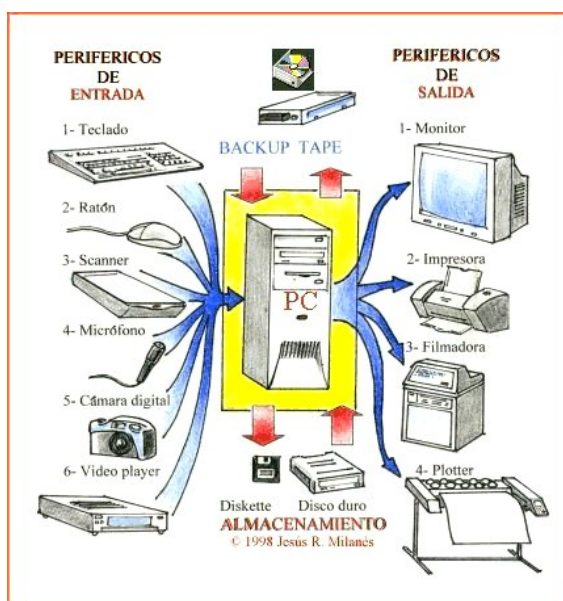
⁴ Extraído del estándar 729 del IEEE⁵

⁵ <http://www.mcgraw-hill.es/bcv/guide/capitulo/8448169468.pdf>

varios tipos de software de aplicación entre ellos hojas de cálculo, graficador, administrador de base de datos, procesador de palabras, etc.⁶

2.2.6 Hardware. Lo componen todas las partes físicas y tangibles que componen todo el sistema que hace posible el funcionamiento del proceso de datos. Entre las partes más importantes que componen el hardware de un ordenador se encuentra el procesador o microprocesador, antiguamente conocido como CPU (Unidad Central de Procesamiento), que es el cerebro o corazón del sistema, por el cual pasan todos los datos, la placa base, o placa madre, que contiene todos los circuitos que interconectan los componentes del hardware⁷.

Figura 2. Hardware



Fuente. <http://hardware2011b.blogspot.com/2011/02/perifericos.html>

Los componentes y dispositivos del Hardware se dividen en Hardware Básico y Hardware Complementario.

- **Hardware Básico.** Son las piezas fundamentales e imprescindibles para que la computadora funcione como son: Placa base, monitor, teclado y mouse⁸.
- **Hardware Complementario.** Son todos aquellos dispositivos adicionales no esenciales como pueden ser: impresora, escáner, cámara de vídeo digital, webcam, etc.⁹

⁶ <http://www.tiposde.org/informatica/515-tipos-de-software-de-aplicacion/>

⁷ <http://www.ihardware.es/>

⁸ <http://www.masadelante.com/faqs/software-hardware>

⁹ <http://www.masadelante.com/faqs/software-hardware>

2.2.7 Servidores. Es un tipo de software que realiza ciertas tareas en nombre de los usuarios. El término servidor ahora también se utiliza para referirse al ordenador físico en el cual funciona ese software, una máquina cuyo propósito es proveer datos de modo que otras máquinas puedan utilizar esos datos¹⁰.

Figura 3. Servidor



Fuente. <http://mipriscila.wikispaces.com/Elementos+De+Red>

2.2.8 J2EE. Permite el desarrollo de aplicaciones de empresa de una manera sencilla y eficiente. Una aplicación desarrollada con las tecnologías J2EE permite ser desplegada en cualquier servidor de aplicaciones o servidor web que cumpla con el estándar¹¹.

2.2.9 Almacenamiento en red. Tradicionalmente, el almacenamiento de red residía en los discos duros de servidores individuales. Ese enfoque planteaba dos problemas: los servidores sólo tenían capacidad para un número limitado de discos, y era fácil que se produjeran atascos de tráfico de la red al servidor.

Mientras que una SAN supera esos problemas, los componentes de canal de fibra y las herramientas de administración pueden resultar demasiado caros y complejos para las tareas básicas de almacenamiento en red. El almacenamiento en red (NAS) ofrece una accesibilidad y un rendimiento intermedios entre el almacenamiento en servidor y el almacenamiento en SAN. Los dispositivos NAS tradicionales conectan con la Red de Área Local a través de una dirección IP y una conexión Internet ordinaria, facilitando el almacenamiento en disco como dispositivo de red independiente (aunque también se puede

¹⁰ <http://www.masadelante.com/faqs/servidor>

¹¹ <http://www.jtech.ua.es/j2ee/2003-2004/abierto-j2ee-2003-2004/sa/sesion1-apuntes.htm>

añadir dispositivos NAS a una SAN). Se pueden añadir múltiples “cajas” NAS a la red de área local en función de las necesidades adicionales de almacenamiento en red¹².

2.2.10 Dispositivos de red. Elementos físicos que hacen posible la comunicación y transferencia de datos. Los elementos de la electrónica de red más habituales son:

- **Un conmutador o switch.** Un conmutador, también denominado switch, es un dispositivo que permite la interconexión de redes de área local a nivel de enlace. A diferencia de los puentes, los conmutadores sólo permiten conectar redes que utilicen los mismos protocolos a nivel físico y de enlace. Su principal función es segmentar una red para aumentar su rendimiento.
- **Router.** dispositivo dedicado a la tarea de administrar el tráfico de información que circula por una red de computadoras.
- **Puente de red.** también se le conoce como red distribuida. que pueden ser utilizados por otros usuarios y compartir los recursos de una computadora. es como los puertos del internet.
- **Punto de acceso inalámbrico.** Capacidad para conectar dispositivos de comunicaciones, tanto cableados como inalámbricos, que le permite ampliar las operaciones de la red y mantener la productividad de los empleados¹³.

2.2.11 Red de área local, o LAN (Local Área Network). Es una red que se limita a un área especial relativamente pequeña tal como un cuarto, un solo edificio, una nave, o un avión. Las redes de área local a veces se llaman una sola red de localización. No utilizan medios o redes de interconexión públicos¹⁴.

2.2.12 Red de área metropolitana (metropolitan área network o MAN), es una red de alta velocidad (banda ancha) que da cobertura en un área geográfica más extensa que un campus, pero aun así limitado. Por ejemplo, una red que interconecte los edificios públicos de un municipio dentro de la localidad por medio de fibra óptica¹⁵.

2.2.13 Red de área local virtual, o VLAN (Virtual LAN). Es una subdivisión de una red de área local en la capa de vínculo de datos de la pila de protocolo TCP/IP. Puede crear redes VLAN para redes de área local que utilicen tecnología de nodo. Al asignar los grupos de usuarios en redes VLAN, puede mejorar la administración de red y la seguridad de toda

¹² <http://searchdatacenter.techtarget.com/es/noticias/2240165239/Introduccion-al-almacenamiento-en-red-NAS>

¹³ http://www.cisco.com/web/solutions/smb/espanol/productos/inalambrica/punto_acceso

¹⁴ MCGRAW-HILL, Alfredo Abad Domingo. Redes de Area Local. 3ª edición. España: 2005. ISBN 844819974X, 9788448199746.

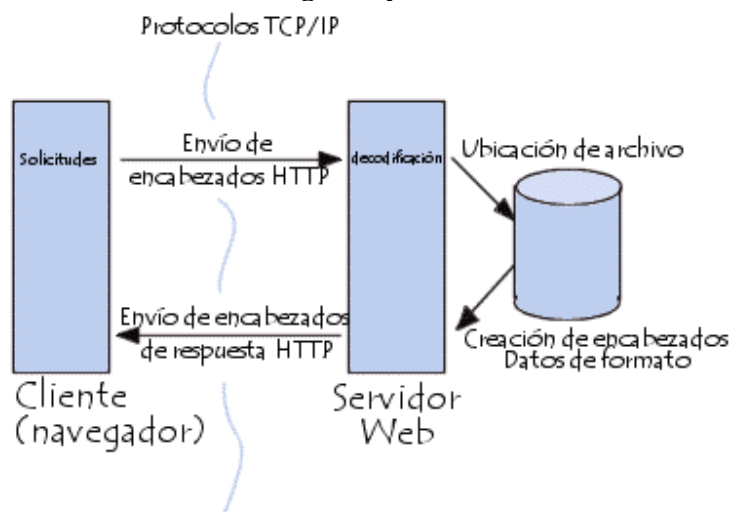
¹⁵ http://www.ecured.cu/index.php/Red_de_%C3%81rea_Metropolitana

la red local. También puede asignar interfaces del mismo sistema a redes VLAN diferentes¹⁶.

2.2.14 Protocolo. Es un método estándar que permite la comunicación entre procesos (que potencialmente se ejecutan en diferentes equipos), es decir, es un conjunto de reglas y procedimientos que deben respetarse para el envío y la recepción de datos a través de una red. Existen diversos protocolos de acuerdo a cómo se espera que sea la comunicación. Algunos protocolos, por ejemplo, se especializarán en el intercambio de archivos (FTP); otros pueden utilizarse simplemente para administrar el estado de la transmisión y los errores (como es el caso de ICMP), etc.

- **HTTP.** Es el protocolo más utilizado en Internet. El propósito del protocolo HTTP es permitir la transferencia de archivos (principalmente, en formato HTML). Entre un navegador (el cliente) y un servidor web.

Figura 5. Comunicación entre un navegador y el servidor.



Fuente. <http://es.kioskea.net/contents/264-el-protocolo-http>

- **FTP.** (Protocolo de transferencia de archivos). Es un protocolo para transferir archivos. Define la manera en que los datos deben ser transferidos a través de una red TCP/IP¹⁷.
- **ARP.** Tiene un papel clave entre los protocolos de capa de Internet relacionados con el protocolo TCP/IP, ya que permite que se conozca la dirección física de una tarjeta de interfaz de red correspondiente a una dirección IP. Por eso se llama Protocolo de Resolución de Dirección (en inglés ARP significa Address Resolution Protocol). Cada equipo conectado a la red tiene un número de identificación de 48 bits. Éste es un número

¹⁶ http://docs.oracle.com/cd/E26921_01/html/E25833/fpjve.html

¹⁷ MCGRAW-HILL, Randall K. Nichols. Seguridad Para las Comunicaciones Inalámbricas: Redes, Protocolos, criptografía y soluciones. 1ª edición. 2004. ISBN 9701047818, 9787701047811.

único establecido en la fábrica en el momento de fabricación de la tarjeta. Sin embargo, la comunicación en Internet no utiliza directamente este número (ya que las direcciones de los equipos deberían cambiarse cada vez que se cambia la tarjeta de interfaz de red), sino que utiliza una dirección lógica asignada por un organismo: la dirección IP. Para que las direcciones físicas se puedan conectar con las direcciones lógicas, el protocolo ARP interroga a los equipos de la red para averiguar sus direcciones físicas y luego crea una tabla de búsqueda entre las direcciones lógicas y físicas en una memoria caché.

Cuando un equipo debe comunicarse con otro, consulta la tabla de búsqueda. Si la dirección requerida no se encuentra en la tabla, el protocolo ARP envía una solicitud a la red. Todos los equipos en la red comparan esta dirección lógica con la suya. Si alguno de ellos se identifica con esta dirección, el equipo responderá al ARP, que almacenará el par de direcciones en la tabla de búsqueda, y, a continuación, podrá establecerse la comunicación¹⁸.

- **ICMP.** (Protocolo de mensajes de control de Internet) es un protocolo que permite administrar información relacionada con errores de los equipos en red.
- **IP.** Es parte de la capa de Internet del conjunto de protocolos TCP/IP. Es uno de los protocolos de Internet más importantes ya que permite el desarrollo y transporte de datagramas de IP (paquetes de datos), aunque sin garantizar su "entrega". En realidad, el protocolo IP procesa datagramas de IP de manera independiente al definir su representación, ruta y envío.
- **TCP.** (Que significa Protocolo de Control de Transmisión) es uno de los principales protocolos de la capa de transporte del modelo TCP/IP. En el nivel de aplicación, posibilita la administración de datos que vienen del nivel más bajo del modelo, o van hacia él, (es decir, el protocolo IP). Cuando se proporcionan los datos al protocolo IP, los agrupa en datagramas IP, fijando el campo del protocolo en 6 (para que sepa con anticipación que el protocolo es TCP). TCP es un protocolo orientado a conexión, es decir, que permite que dos máquinas que están comunicadas controlen el estado de la transmisión¹⁹.
- **TCP/IP.** Es un conjunto de protocolos. La sigla TCP/IP significa "Protocolo de control de transmisión/Protocolo de Internet" y se pronuncia "T-C-P-I-P". Proviene de los nombres de dos protocolos importantes del conjunto de protocolos, es decir, del protocolo TCP y del protocolo IP. En algunos aspectos, TCP/IP representa todas las reglas de comunicación para Internet y se basa en la noción de dirección IP, es decir, en la idea de brindar una dirección IP a cada equipo de la red para poder enrutar paquetes de datos. Debido a que el conjunto de protocolos TCP/IP originalmente se creó con fines militares²⁰.

¹⁸ MCGRAW-HILL, Randall K. Nichols. Seguridad Para las Comunicaciones Inalámbricas: Redes, Protocolos.

¹⁹ Ibid., p.12

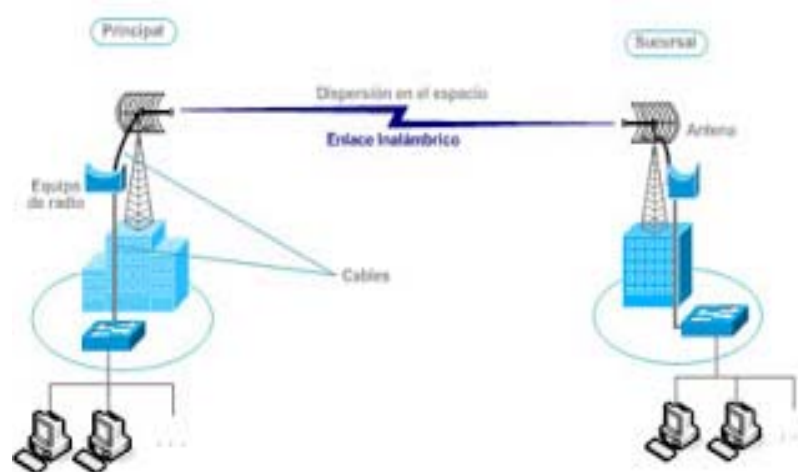
²⁰ h MCGRAW-HILL, Randall K. Nichols. Seguridad Para las Comunicaciones Inalámbricas: Redes, Protocolos, tcp-ip

- **UDP.** (Protocolo de datagrama de usuario) es un protocolo no orientado a conexión de la capa de transporte del modelo TCP/IP. Este protocolo es muy simple ya que no proporciona detección de errores (no es un protocolo orientado a conexión)²¹.

2.3 MARCO CONCEPTUAL

2.3.1 Radio Enlace. Se denomina radio enlace a cualquier interconexión entre los terminales de telecomunicaciones efectuados por ondas electromagnéticas. Si los terminales son fijos, el servicio se lo denomina como tal y si algún terminal es móvil, se lo denomina dentro de los servicios de esas características. Se puede definir al radio enlace del servicio fijo, como sistemas de comunicaciones entre puntos fijos situados sobre la superficie terrestre, que proporcionan una capacidad de información, con características de calidad y disponibilidad determinadas. Típicamente estos enlaces se explotan entre los 800 MHz y 42 GHz. Los radio enlaces, establecen un concepto de comunicación del tipo dúplex, de donde se deben transmitir dos portadoras moduladas: una para la Transmisión y otra para la recepción. Al par de frecuencias asignadas para la transmisión y recepción de las señales, se lo denomina radio canal. Los enlaces se hacen básicamente entre puntos visibles, es decir, puntos altos de la topografía. Cualquiera que sea la magnitud del sistema de microondas, para un correcto funcionamiento es necesario que los recorridos entre enlaces tengan una altura libre adecuada para la propagación en toda época del año, tomando en cuenta las variaciones de las condiciones atmosféricas de la región.

Figura 6. Radio Enlace



Fuente: SEGURITECH. Radio Enlace. Disponible en <http://videovigilancia-digital.blogspot.com> p. 1 de 9.

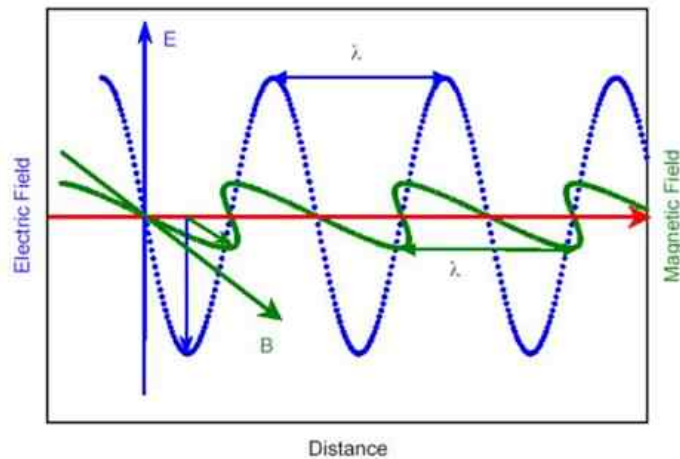
²¹ MCGRAW-HILL, Randall K. Nichols. Seguridad Para las Comunicaciones Inalámbricas: Redes, Protocolos, udp

2.3.2 Internet. Es un conjunto descentralizado de redes de comunicación interconectadas que utilizan la familia de protocolos TCP/IP, garantizando que las redes físicas heterogéneas que la componen funcionen como una red lógica única, de alcance mundial.

2.3.3 Onda electromagnética. Las ondas electromagnéticas se propagan por el espacio sin necesidad de un medio, pudiendo por lo tanto propagarse en el vacío. Esto es debido a que las ondas electromagnéticas son producidas por las oscilaciones de un campo eléctrico, en relación con un campo magnético asociado.

Es decir son ondas transversales en las que el campo eléctrico y el campo magnético son perpendiculares entre si y a su vez perpendiculares a la dirección de propagación

Figura 7. Campos involucrados en las ondas electromagnéticas



Fuente: <http://perio.unlp.edu.ar/tecnologias/ciencia/teoria.htm>

Estos campos no son independientes ya que sus valores instantáneos están relacionados entre sí por la expresión

$$E = c \cdot B$$

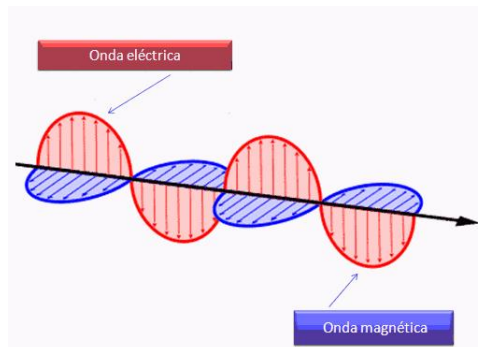
Donde,

E: campo eléctrico.

B: campo magnético

C: velocidad de propagación de la luz. $C = 3 \cdot 10^8$ m/s

Figura 8. Ondas Electromagnéticas



Fuente: <http://diceunfisico.blogspot.com/2013/03/opaco-o-transparente.html>

2.3.4 Antenas. Una antena es un dispositivo (conductor metálico) diseñado con el objetivo de emitir o recibir ondas electromagnéticas hacia el espacio libre. Una antena transmisora transforma voltajes en ondas electromagnéticas, y una receptora realiza la función inversa.

Existe una gran diversidad de tipos de antenas. En unos casos deben expandir en lo posible la potencia radiada, es decir, no deben ser directivas (ejemplo: una emisora de radio comercial o una estación base de teléfonos móviles), otras veces deben serlo para canalizar la potencia en una dirección y no interferir a otros servicios (antenas entre estaciones de radioenlaces). También es una antena la que está integrada en la computadora portátil para conectarse a las redes Wi-Fi.

Las características de las antenas dependen de la relación entre sus dimensiones y la longitud de onda de la señal de radiofrecuencia transmitida o recibida. Si las dimensiones de la antena son mucho más pequeñas que la longitud de onda las antenas se denominan elementales, si tienen dimensiones del orden de media longitud de onda se llaman resonantes, y si su tamaño es mucho mayor que la longitud de onda son directivas.

2.3.5 Tipos de antenas. Una clasificación de las antenas puede basarse en:

- **Frecuencia y tamaño.** Las antenas utilizadas para HF son diferentes de las antenas utilizadas para VHF, las cuales son diferentes de las antenas para microondas. La longitud de onda es diferente a diferentes frecuencias, por lo tanto las antenas deben ser diferentes en tamaño para radiar señales a la correcta longitud de onda. En este caso estamos particularmente interesados en las antenas que trabajan en el rango de microondas, especialmente en las frecuencias de los 2,4 GHz y 5 GHz. A los 2400 MHz la longitud de onda es 12,5cm, mientras que a los 5000 MHz es de 6cm.
- **Directividad.** Las antenas pueden ser omnidireccionales, sectoriales o directivas. Las antenas omnidireccionales irradian aproximadamente con la misma intensidad en todas las direcciones del plano horizontal, es decir en los 360°. Los tipos más populares de antenas

omnidireccionales son los dipolos y las de plano de tierra. Las antenas sectoriales irradian principalmente en un área específica. El haz puede ser tan amplio como 180 grados, o tan angosto como 60 grados. Las direccionales o directivas son antenas en las cuales el ancho del haz es mucho más angosto que en las antenas sectoriales. Tienen la ganancia más alta y por lo tanto se utilizan para enlaces a larga distancia. Tipos de antenas directivas son las Yagi, las biquad, las de bocina, las helicoidales, las antenas patch, los platos parabólicos, y muchas otras.

• **Construcción física.** Las antenas pueden construirse de muchas formas diferentes, desde simples mallas, platos parabólicos, o latas de café. Cuando consideramos antenas adecuadas para el uso en WLAN de 2,4GHz, se pueden utilizar otras clasificaciones:

Figura 9. Radiación de Antenas



Fuente: http://www.lectoresrfid.com/Lectores_RFID/Antenas_RFID.html

2.3.6 Proveedor de servicio de internet (ISP). Proveedor de servicios de Internet (o ISP, por la sigla en inglés de Internet Service Provider) es una empresa que brinda conexión a Internet a sus clientes. Un ISP conecta a sus usuarios a Internet a través de diferentes tecnologías como DSL, Cable módem, GSM, Dial-up.

Originalmente, para acceder a Internet necesitabas una cuenta universitaria o de alguna agencia del gobierno; que necesariamente tenía que estar autorizada. Internet comenzó a aceptar tráfico comercial a principios de los 1990s, pero era demasiado limitado y en una cantidad mínima a lo que se conoce hoy en día. Existía un pequeño grupo de compañías, consideradas puntos de acceso, que proveían de acceso público pero que se saturaban una vez el tráfico incrementaba. Las mayores compañías de telecomunicaciones comenzaron a proveer de acceso privado. Las pequeñas compañías se beneficiaban del acceso a la red de las grandes compañías, pero brevemente las grandes compañías empezaron a cobrar por este acceso. Todo esto alrededor de mediados de los 1990s, antes de que Internet explotase.

En 1995, el MTI y AT&T comenzaron a cobrar a los usuarios una renta mensual alrededor de los \$20 USD. A los negocios se les aumentaba esta tarifa, ya que disponían de una conexión más rápida y más confiable.

Cuando Internet evolucionó repentinamente, los ISP fueron desafiados drásticamente a actualizar su infraestructura, tecnologías y a incrementar sus puntos de acceso. Las más grandes compañías de comunicaciones empezaron a desarrollar subsidiarias que se enfocaran en hacer del Internet un medio más accesible. Aunque la tecnología se actualizó,

la web tenía que lidiar con más y más congestión. Los accesos se mejoraron, así que el uso de Internet creció exponencialmente, llevando a bajar los precios mensuales de los ISP, aunque variando por cada país. Países con pocos ISP, tenían un gran monopolio, así que se cobraba más que en lugares donde existe una competencia, la cual previene que las compañías suban sus precios demasiado.

Figura 10. Proveedor de servicio de internet

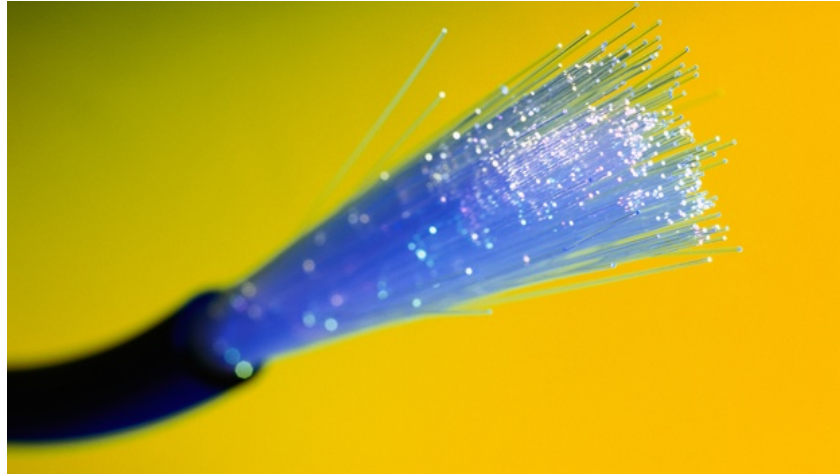


Fuente: <http://www.laserwifi.com/montajedeisp.htm>

2.3.7 IEEE 802.11a. La revisión 802.11a fue aprobada en 1999. El estándar 802.11a utiliza el mismo juego de protocolos de base que el estándar original, opera en la banda de 5 Ghz y utiliza 52 subportadoras orthogonal frequency-division multiplexing (OFDM) con una velocidad máxima de 54 Mbit/s, lo que lo hace un estándar práctico para redes inalámbricas con velocidades reales de aproximadamente 20 Mbit/s. La velocidad de datos se reduce a 48, 36, 24, 18, 12, 9 o 6 Mbit/s en caso necesario. 802.11a tiene 12 canales sin solapa, 8 para red inalámbrica y 4 para conexiones punto a punto. No puede interoperar con equipos del estándar 802.11b, excepto si se dispone de equipos que implementen ambos estándares.

2.3.8 Fibra Óptica: A partir de 1970, cables que transportan luz en lugar de una corriente eléctrica. Estos cables son mucho más ligeros, de menor diámetro y repetidores que los tradicionales cables metálicos. Además, la densidad de información que es capaz de transmitir es también mucho mayor. Una fibra óptica, el emisor está formado por un láser que emite un potente rayo de luz, que varía en función de la señal eléctrica que le llega. El receptor está constituido por un fotodiodo, que transforma la luz incidente de nuevo en señales eléctricas.

Figura 11. Fibra óptica.



Fuente: GUZMÁN, Nelis. Transmisión de datos: REDES. [En línea]. Actualizado en el 2009. [Citado el 24 de febrero de 2012]. Disponible en Internet En: <http://www.monografias.com/trabajos13/trabajo/trabajo.shtml> p. 5 de 18.

En la última década la fibra óptica ha pasado a ser una de las tecnologías más avanzadas que se utilizan como medio de transmisión. Los logros con este material fueron más que satisfactorios, desde lograr una mayor velocidad y disminuir casi en su totalidad ruidos e interferencias, hasta multiplicar las formas de envío en comunicaciones y recepción por vía telefónica.

La fibra óptica está compuesta por filamentos de vidrio de alta pureza muy compactos. El grosor de una fibra es como la de un cabello humano aproximadamente. Fabricadas a alta temperatura con base en silicio, su proceso de elaboración es controlado por medio de computadoras, para permitir que el índice de refracción de su núcleo, que es la guía de la onda luminosa, sea uniforme y evite las desviaciones.

Como características de la fibra podemos destacar que son compactas, ligeras, con bajas pérdidas de señal, amplia capacidad de transmisión y un alto grado de confiabilidad ya que son inmunes a las interferencias electromagnéticas de radio-frecuencia. Las fibras ópticas no conducen señales eléctricas, conducen rayos luminosos, por lo tanto son ideales para incorporarse en cables sin ningún componente conductivo y pueden usarse en condiciones peligrosas de alta tensión.

Las fibras ópticas se caracterizan por una pérdidas de transmisión realmente bajas, una capacidad extremadamente elevada de transporte de señales, dimensiones mucho menores que los sistemas convencionales, instalación de repetidores a lo largo de las líneas (gracias a la disminución de las perdidas debidas a la transmisión), una mayor resistencia frente a las interferencias, etc.

La transmisión de las señales a lo largo de los conductores de fibra óptica se verifica gracias a la reflexión total de la luz en el interior de los conductores ópticos. Dichos conductores están constituidos por un ánima de fibras delgadas, hechas de vidrios ópticos altamente transparentes con un índice de reflexión adecuado, rodeada por un manto de varias milésimas de espesor, compuesto por otro vidrio con índice de reflexión inferior al del que forma el ánima. La señal que entra por un extremo de dicho conductor se refleja en las paredes interiores hasta llegar al extremo de salida, siguiendo su camino independientemente del hecho de que la fibra esté o no curvada.

2.3.9 Tipos de fibras ópticas. Los tipos de fibra óptica son:

- **Fibra multimodal.** En este tipo de fibra viajan varios rayos ópticos reflejándose a diferentes ángulos, los diferentes rayos ópticos recorren diferentes distancias y se desfasan al viajar dentro de la fibra. Por esta razón, la distancia a la que se puede transmitir está limitada.
- **Fibra multimodal con índice graduado.** En este tipo de fibra óptica el núcleo está hecho de varias capas concéntricas de material óptico con diferentes índices de refracción. En estas fibras el número de rayos ópticos diferentes que viajan es menor y, por lo tanto, sufren menos el severo problema de las multimodales.
- **Fibra monomodal:** Esta fibra óptica es la de menor diámetro y solamente permite viajar al rayo óptico central. No sufre del efecto de las otras dos pero es más difícil de construir y manipular. Es también más costosa pero permite distancias de transmisión mayores.

En comparación con el sistema convencional de cables de cobre, donde la atenuación de sus señales es de tal magnitud que requieren de repetidores cada dos kilómetros para regenerar la transmisión, en el sistema de fibra óptica se pueden instalar tramos de hasta 70 Km. sin que haya necesidad de recurrir a repetidores, lo que también hace más económico y de fácil mantenimiento este material.

Con un cable de seis fibras se puede transportar la señal de más de cinco mil canales o líneas principales, mientras que se requiere de 10,000 pares de cable de cobre convencional para brindar servicio a ese mismo número de usuarios, con la desventaja que este último medio ocupa un gran espacio en los canales y requiere de grandes volúmenes de material, lo que también eleva los costes. Originalmente, la fibra óptica fue propuesta como medio de transmisión debido a su enorme ancho de banda; sin embargo, con el tiempo se ha introducido en un amplio rango de aplicaciones además de la telefonía, automatización industrial, computación, sistemas de televisión por cable y transmisión de información de imágenes astronómicas de alta resolución entre otros. En un sistema de transmisión por fibra óptica existe un transmisor que se encarga de transformar las ondas electromagnéticas en energía óptica o en luminosa. Por ello se le considera el componente activo de este proceso. Cuando la señal luminosa es transmitida por las pequeñas fibras, en otro extremo del circuito se encuentra un tercer componente al que se le denomina detector óptico o

receptor, cuya misión consiste en transformar la señal luminosa en energía electromagnética, similar a la señal original.

El sistema básico de transmisión se compone en este orden, de señal de entrada, amplificador, fuente de luz, corrector óptico, línea de fibra óptica (primer tramo), empalme, línea de fibra óptica (segundo tramo), corrector óptico, receptor, amplificador y señal de salida.

Se puede decir que en este proceso de comunicación, la fibra óptica funciona como medio de transportación de la señal luminosa, generado por el transmisor de LED's (diodos emisores de luz) y láser. Los diodos emisores de luz y los diodos láser son fuentes adecuadas para la transmisión mediante fibra óptica, debido a que su salida se puede controlar rápidamente por medio de una corriente de polarización. Además su pequeño tamaño, su luminosidad, longitud de onda y el bajo voltaje necesario para manejarlos son características atractivas²².

2.3.10 Canal de voz. Un canal de comunicación es el medio de transmisión por el que viajan las señales portadoras de la información emisor y receptor. Es frecuente referenciarlo también como canal de datos.

Los canales pueden ser personales o masivos: los canales personales son aquellos en donde la comunicación es directa. Voz a voz. Puede darse de uno a uno o de uno a varios. Los canales masivos pueden ser escritos, radiales, televisivos e informáticos²³.

2.3.11 Cámaras de vigilancia o cámaras de seguridad. Son cámaras de video que se emplean para video-vigilancia, es decir, para llevar a cabo tareas de monitoreo y observación visual a distancia de personas, objetos o procesos con fines de control de seguridad. Las cámaras de vigilancia pueden ser analógicas, digitales, cámaras IP o mini-cámaras y se emplean en sistemas de CCTV (Circuito cerrado de televisión), video-vigilancia IP, espionaje mediante cámara oculta, reconocimiento aéreo o satélites espía²⁴.

2.3.12 Tipos de cámaras de vigilancia. Las cámaras de vigilancia pueden ser de varios tipos:

- Cámaras analógicas.
- Cámaras digitales.
- Cámaras IP.
- Mini-cámaras.
- Cámaras falsas.
- Cámaras para bebés.

²² <http://slyberenice.blogspot.com/2013/04/unidad-1-introduccion.html>

²³ <http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/jbriceno/transmisiones/comdiP1.pdf>

²⁴ <http://www.articuloz.com/seguridad-articulos/que-son-las-camaras-de-vigilancia-4729559.html>

Características. Veamos algunas características importantes en las cámaras de vigilancia:

- Color o monocromo (blanco y negro).
- Visión nocturna, pudiendo captar imágenes en total oscuridad térmicas o iluminadas con infrarrojos.
- Detección de movimiento, el sistema se activa cuando algo se mueve delante de las cámaras.
- Conexión inalámbrica.
- Micrófono para la transmisión de sonido.
- Alimentación desde la red o mediante baterías o pilas.
- Resolución, desde 640x480 hasta 1280x960 píxeles.
- Grabación de las imágenes.
- Botón de pánico para llamar a emergencias en caso de necesidad.
- Fijas o móviles, con direccionador.
- Zoom.
- Sensor crepuscular.
- Encriptación.
- Resistente a disparos o temperaturas extremas.

2.3.13 Legalidad de las cámaras de vigilancia. El uso de cámaras de vigilancia y la grabación de audio y/o video, afecta a derechos fundamentales como pueden ser el derecho a la intimidad, la privacidad, al honor, al secreto de las comunicaciones y a la propia imagen, siendo la legislación muy cambiante de un país a otro en lo referente a su legalidad y a su valor como elemento probatorio en un juicio.

Por ello, antes de la instalación y uso de cualquier tipo de sistema de video-vigilancia debe verificarse su legalidad a fin de no incurrir en falta o delito²⁵.

2.3.14 Sensores de medición de nivel. Es un dispositivo electrónico que mide la altura del material, generalmente líquido, dentro de un tanque u otro recipiente.

Integral para el control de procesos en muchas industrias, los sensores de medición de nivel se dividen en dos tipos principales. Los sensores de medición de punto de nivel se utilizan para marcar una altura de un líquido en un determinado nivel preestablecido. Generalmente, este tipo de sensor funciona como alarma, indicando un sobre llenado cuando el nivel determinado ha sido adquirido, o al contrario una alarma de nivel bajo. Los sensores de nivel continuos son más sofisticados y pueden realizar el seguimiento del nivel de todo un sistema. Estos miden el nivel del fluido dentro de un rango especificado, en lugar de en un único punto, produciendo una salida analógica que se correlaciona directamente con el nivel en el recipiente. Para crear un sistema de gestión de nivel, la señal de salida está vinculada a un bucle de control de proceso y a un indicador visual²⁶.

²⁵ <http://www.articuloz.com/seguridad-articulos/que-son-las-camaras-de-vigilancia-4729559.html>

²⁶ http://es.omega.com/prodinfo/sondas-de-nivel-medicion_es.html

2.3.15 Redes inalámbricas. Una de las tecnologías más prometedoras y discutidas en esta década es la de poder comunicar computadoras mediante tecnología inalámbrica. La conexión de computadoras mediante Ondas de Radio o Luz Infrarroja, actualmente está siendo ampliamente investigada. Las Redes Inalámbricas facilitan la operación en lugares donde la computadora no puede permanecer en un solo lugar, como en almacenes o en oficinas que se encuentren en varios pisos. No se espera que las redes inalámbricas lleguen a remplazar a las redes cableadas. Estas ofrecen velocidades de transmisión mayores que las logradas con la tecnología inalámbrica. Mientras que las redes inalámbricas actuales ofrecen velocidades de 2 Mbps, las redes cableadas ofrecen velocidades de 10 Mbps y se espera que alcancen velocidades de hasta 100 Mbps. Los sistemas de Cable de Fibra Óptica logran velocidades aún mayores, y pensando futuristamente se espera que las redes inalámbricas alcancen velocidades de más de 10 Mbps.

Sin embargo se pueden mezclar las redes cableadas y las inalámbricas, y de esta manera generar una "Red Híbrida" y poder resolver los últimos metros hacia la estación. Se puede considerar que el sistema cableado sea la parte principal y la inalámbrica le proporcione movilidad adicional al equipo y el operador se pueda desplazar con facilidad dentro de un almacén o una oficina. Existen dos amplias categorías de Redes Inalámbricas:

- **De Larga Distancia.** Estas son utilizadas para transmitir la información en espacios que pueden variar desde una misma ciudad o hasta varios países circunvecinos (mejor conocido como Redes de Área Metropolitana MAN); sus velocidades de transmisión son relativamente bajas, de 4.8 a 19.2 Kbps.
- **De Corta Distancia.** Estas son utilizadas principalmente en redes corporativas cuyas oficinas se encuentran en uno o varios edificios que no se encuentran muy retirados entre sí, con velocidades del orden de 280 Kbps hasta los 2 Mbps²⁷.

2.4 MARCO LEGAL

Para el desarrollo del proyecto, se tendrán en cuenta las normas técnicas y la parte legislativa por parte del ministerio de comunicaciones, entonces en este espacio se hace mención de dichas leyes y normas para la implementación de la canaleta de una red LAN.

A continuación las leyes según la normatividad colombiana:

Ley 72 de 1989, establece que el Gobierno Nacional promoverá la cobertura nacional de los servicios de telecomunicaciones y su modernización, a fin de proporcionar el desarrollo socioeconómico de la población.

²⁷MCGRAW-HILL, Leon-Garcia, Alberto. Redes de Computadores. 1ª edición. Mexico: 2002. ISBN 8848131975.

Decreto - ley 1900 de 1990, establecen que las telecomunicaciones deberán ser utilizadas como instrumento para impulsar el desarrollo político, económico y social del país, con el objetivo de elevar el nivel y la calidad de vida de los habitantes.

Norma ANSI/TIA/EIA – 568 – A (alambrado de telecomunicaciones para edificios comerciales). El propósito de esta norma es permitir la planeación y la instalación de cableado de edificios comerciales con muy poco conocimiento de los productos de telecomunicaciones que serán instalados con posterioridad.

La instalación de sistema de cableado durante la construcción o renovación de edificios es significativamente menos costosa y desorganizadora que cuando el edificio está ocupado.

Decreto 1900 de 1990, Art. 14. la red de telecomunicaciones del estado el conjunto de elementos que permite conexión entre dos o más puntos definidos para establecer la telecomunicación entre ellos, y a través de la cual se prestan los servicios al público.

Hacen parte de la red los equipos de comunicación, transmisión y control, cables y otros, elementos físicos, el uso de soportes lógicos, y la parte del espectro electromagnético asignada para la prestación de servicios y demás actividades de telecomunicaciones.

Art. 15. La red de telecomunicaciones del estado comprende además, aquellas redes cuya instalación uso y explotación se autoricen a persona naturales o jurídicas privadas para la operación de servicios de telecomunicaciones, en las condiciones que se presentan en el presente decreto.

Párrafo. El gobierno nacional podrá autorizar la instalación, uso y explotación de redes de telecomunicaciones, aun cuando existan redes de telecomunicaciones del estado.

Ley 1341 del 30 de julio de 2009 con la que se busca darle a Colombia un marco normativo para el desarrollo del sector de Tecnologías de Información y Comunicaciones (TIC), promueve el acceso y uso de las TIC a través de la masificación, garantiza la libre competencia, el uso eficiente de la infraestructura y el espectro, y en especial, fortalece la protección de los derechos de los usuarios²⁸.

²⁸ http://www.fau.ucv.ve/documentos/noticias/ley_tecnologia_informacion.pdf

3. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación que se llevó a cabo en el desarrollo de este trabajo es: la investigación descriptiva, con un enfoque cualitativo y cuantitativo, ya que permite realizar observaciones objetivas y exactas del tema a realizar, para describir, analizar e interpretar los datos obtenidos, en términos claros y precisos, la investigación descriptiva son aquellas que describen de modo sistemático las características de una población, situación o área de interés.

3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

En busca de cumplir con los objetivos propuestos para la realización del presente proyecto; y teniendo en cuenta que el tipo de investigación a que se empleó es la descriptiva, fue necesario emplear el método inductivo que se inicia de un caso específico, para llegar a una conclusión, en este caso que plantea la necesidad de elaborar un diseño. Este método permite la formación de hipótesis, investigación de leyes científicas, y las demostraciones. La inducción puede ser completa o incompleta. Para aplicar el método inductivo se requiere que el conocimiento comience teniendo contacto directo con los elementos reales, y a la vez, parta de la determinación aproximada de la serie de fenómenos que se van a inducir.

3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1 Población. La población que se tuvo en cuenta en este proyecto es el Jefe físico operativo. Pues en la actualidad él es el que maneja estos datos.

3.3.2 Muestra. Por ser una muestra finita, se tomó la misma población. Por lo tanto se trabajó con el 100% de la misma.

3.4 TÉCNICAS DE INSTRUMENTACIÓN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

La herramienta utilizada para la recolección de información, fue la entrevista. Se eligió esta técnica con el fin de conocer mejor las ideas, los aportes y el conocimiento sobre el tema a investigar, por parte del personal operativo la empresa ESPO S.A. de Ocaña Norte de Santander.

3.5 METODOLOGIA

Cuadro 1. Metodología.

OBJETIVO	ACTIVIDADES	RESULTADOS
<p>Diagnosticar las necesidades actuales de la empresa ESPO S.A en lo referente a la recolección de la información de los tanques de almacenamiento, plantas de tratamiento y tener una información veraz y confiable que permita realizar de forma correcta el diseño de la red metropolitana MAN.</p>	<p>Conocer la situación actual de la empresa.</p> <p>Ordenar prioridades.</p> <p>Definir áreas de intervención.</p>	<p>Descripción de la información básica de los tanques y plantas de tratamiento.</p> <p>Reconocimiento de la infraestructura física de la empresa ESPO S.A.</p> <p>Detección con el dispositivo NanoStation 5 de las frecuencias de 5ghz. En los lugares donde se sitúan los tanques y la sede administrativa.</p> <p>Identificar los puntos visibles desde cada uno de los tanques y la sede administrativa.</p>
<p>Analizar la información recolectada y las diferentes alternativas existentes en la actualidad para el desarrollo de una red de área metropolitana, buscando la solución más óptima he idónea para la infraestructura de la empresa.</p>	<p>Realizar análisis internos y externos.</p> <p>Desarrollar una ventaja competitiva.</p> <p>Elegir el mejor esquema de la red metropolitana.</p> <p>Establecer políticas y procedimientos de seguridad.</p> <p>Determinar el ancho de banda necesario para el transporte de datos, video y voz, y calcular las alturas de las estructuras o mástiles que permitan despejar el 60% de la primera zona Fresnel de efectividad de canal.</p>	<p>Cuadro con las características de los tanques.</p> <p>Cuadro con las estaciones de telecomunicaciones cercanas.</p> <p>Describir la cantidad de equipos por punto de acceso para la red LAN.</p> <p>Definir las coordenadas geográficas de cada uno de los tanques, las plantas de tratamiento y la sede administrativa.</p> <p>Determinar el nivel de elevación existente, utilizando Google Earth.</p> <p>Describir la función que cumple cada uno de los tanques.</p>
		<p>Definir los objetivos de la MAN.</p>

Cuadro 1. (Continuación).

<p>Realizar un diseño optimizado para establecer la conexión del sistema que comunicara a toda la infraestructura de la empresa ESPO S.A, basada en los elementos y equipos a utilizar. Teniendo en cuenta elementos como el diámetro, alturas de los tanques, flujo del agua (bombeo o gravedad), entre otros.</p>	<p>Diseñar el enlace del sistema de acueducto del río algodónal con la sede administrativa de la empresa ESPO S.A. de Ocaña Norte de Santander.</p>	<p>Analizar la información que circulara por la red</p> <p>Definir cantidad de equipos de punto de acceso por MAN.</p> <p>Calculo de los enlaces para la red MAN.</p> <p>Elección de equipos y antenas de comunicación.</p> <p>Determinar la altura de las antenas.</p> <p>Presupuesto de las redes MAN.</p>
---	---	--

Fuente: Autores del proyecto.

4. DISEÑO DE LA RED LAN DE ESPO S.A. PARA EL PROYECTO

4.1 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIONES E INFRAESTRUCTURA FÍSICA.

La empresa de Servicios Públicos de Ocaña ESPO S.A. cuenta con una sede administrativa ubicada en el barrio La Primavera al noroeste de Ocaña. Además cuenta con dos plantas de tratamiento una de ellas llamada Algodonal se encuentra localizada al sureste, fuera del casco urbano, la segunda planta llamada el Llanito se encuentra localizada al suroeste de la ciudad y cuenta con ocho tanques de tratamiento cinco de ellos ubicados al sureste; Cristo Rey, La Laguna, 12 de Octubre, Alto Buenavista y Bajo Buenavista, los dos últimos fuera del casco urbano. Al suroeste están localizados dos tanques, Santa Cruz y San Fermín, este último fuera del casco urbano y al noroeste un tanque, Adamiuain.

La empresa ESPO S.A. quiere que toda la información de los tanques y plantas de tratamiento, que se recolecten a través de las redes MAN, sea almacenada y administrada en una sala exclusiva para tal fin; sin tocar la red LAN existente en la empresa.

4.1.1 Topología. Después de haber realizado la etapa de análisis, donde se identificaron los requerimientos funcionales y no funcionales, se ha determinado que la topología más conveniente para implementar en el diseño es la topología estrella extendida, ya que cuenta con las siguientes características que la hacen la mejor opción:

Gran facilidad de instalación.

Facilidad para la detección de fallo y su reparación.

Fácil de implementar y de ampliar, incluso en grandes redes.

Adecuada para redes temporales (instalación rápida).

No hay problemas con colisiones de datos, ya que cada estación tiene su propio cable al nodo central.

Es más tolerante, esto quiere decir que si una computadora se desconecta o si se le rompe el cable solo esa computadora es afectada y el resto de la red mantiene su comunicación normalmente.

Es fácil de reconfigurar, añadir o remover una computadora es tan simple como conectar o desconectar el cable.

4.1.2 Tecnología. Interconexión de las diferentes dependencias que se encuentran en las instalaciones de la empresa ESPO S.A. y las dependencias ubicadas en los exteriores de la misma son las siguientes:

Fast Ethernet

Esta tecnología se eligió en base a las siguientes características que hicieron de esta la mejor opción:

Basada en tecnología perfectamente probada, y por tanto exhaustivamente verificada.

De fácil migración para usuarios actuales; los nodos pueden realizar la transición de un modo transparente, para lo cual incluso existen adaptadores de doble tecnología (Ethernet y Fast Ethernet), que conmutan automáticamente. Además hay que tener en cuenta que se puede migrar de la Fast Ethernet a la Gigabit Ethernet, ya que estas tecnologías utilizan el mismo tipo de cableado.

Minimización de costes por la infraestructura existente.

Amplio soporte multifabricante. La alianza Fast Ethernet, formada por empresas fabricantes de equipos de redes y comunicaciones, para la promoción de esta tecnología e íntimamente ligada a su normalización, cuenta ya con muchos miembros, entre los que destacan Cisco, Sun, y 3Com, Intel.

Existe una gran cantidad de productos de todo tipo de una larga lista diversos fabricantes como adaptadores, repetidores, conmutadores y Routers.

WIFI (Wireless Fidelity).

Esta tecnología de comunicación inalámbrica se eligió para ser implementada por las siguientes razones:

La red inalámbrica ofrece acceso a la red local desde cualquier sitio dentro de su cobertura, incluso encontrándose en movimiento.

Permite frecuentes cambios de la topología de la red y facilita su escalabilidad.

La tecnología WIFI ya maneja tasas de transferencia altas, ofreciendo un funcionamiento similar al de una red Ethernet

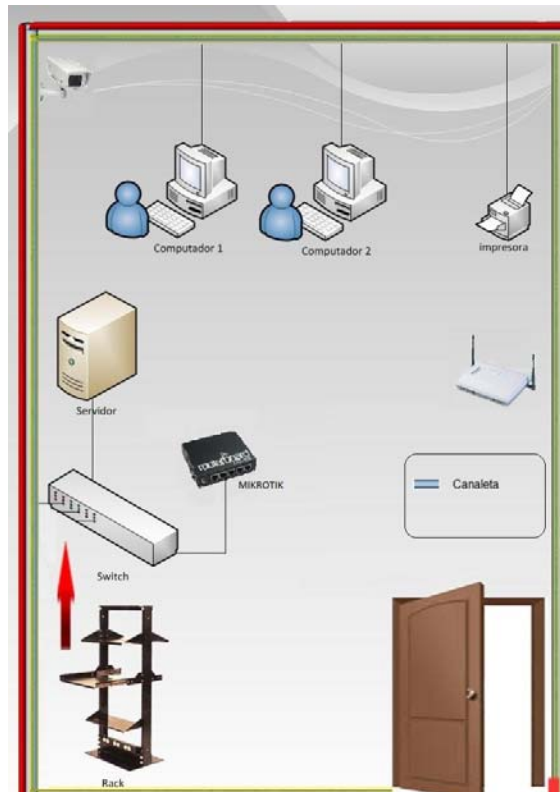
4.1.3 Distribución de Rack y cableado. El cuarto de comunicaciones que se va a desarrollar, al implementar el proyecto, se encuentra ubicado en el tercer piso, este contara con tomas e instalación eléctrica con un polo a tierra incorporado, esto hace que sea fácil la instalación de canaletas y multiconectores de corriente para los respectivos puestos de trabajo que se van a instalar en la red.

Cuenta con dos puntos de trabajo y un Servidor para almacenamiento de datos y capacitación en informática con sus respectivas licencias adecuadas.

Las medidas del salón son: 4 metros de largo por 2 metros de ancho.

A continuación veremos el mapa físico del cuarto de comunicaciones y la ubicación de la canaleta en la edificación de ESPO S.A.

Figura 12. Mapa Físico.



Fuente: Autores del proyecto

4.2 IDENTIFICACION DE USUSARIOS

Luego de haber realizado la etapa anterior se procede a realizar la identificación de usuarios que ejecutaran procesos en la red, de esta manera se contara con los criterios necesarios a la hora de definir las políticas de uso de los servicios de la red las cuales serán implementadas por el administrador de la red.

4.2.1 Grupo de usuarios. La LAN contara con dos grupos de usuarios:

- **Administrador.** Son los usuarios con más permisos sobre la red, pueden ver, modificar y eliminar cualquier tipo de información.
- **Usuarios autenticados.** Agrupa a todos los usuarios que poseen una cuenta propia para conectarse a la red. Solo pueden ver algunos archivos y carpetas del sistema y leer, modificar y eliminar los archivos pertenecientes a su cuenta.

4.2.2 Rotulado de los puntos de datos. Cada punto de red debe estar debidamente rotulado, con una indicación numérica sobre una etiqueta o placa (escrita en tinta

indeleble). En el punto de distribución de red debe estar rotulado claramente cada punto de red.

4.3 CANTIDAD Y DESCRIPCION DE LOS ELEMENTOS ACTIVOS Y PASIVOS

4.3.1 Elementos activos. La elección de los elementos activos se realizó teniendo en cuenta la cantidad de puntos que fueron propuestos, el crecimiento proyectado de acuerdo al análisis realizado.

Cuadro 2. Elementos activos.

ELEMENTO	DESCRIPCION	CANTIDAD
Cisco Switch SF 100D-16 de 16 puertos	<p>El Switch Cisco SF 100D-16 brinda un rendimiento eficaz de la red y confiabilidad para empresas en crecimiento, sin complicaciones. Este switch brinda todas las funciones, la capacidad de expansión y la protección de la inversión, sin software de instalación ni nada para configurar. Solo debe enchufarse, conectar las computadoras y los equipos de oficina, y empezar a trabajar.</p> <p>Conectividad Fast Ethernet, calidad de servicio (QoS) automática que asigna prioridades al tráfico de la red para mantener las aplicaciones fundamentales a sus máximos niveles de rendimiento. Compatibilidad con dispositivos de red de otros proveedores.</p>	1
Radio mikrotik rb433	<p>El punto de acceso inalámbrico universal, tres ranuras Mini-PCI y tres puertos Ethernet que proporcionan opciones de conectividad suficiente para usar el mikrotik rb433 como la parte central de su red. Un repetidor inalámbrico más un punto de acceso local, o un AP con múltiples sectores. El rb433 viene con una CPU de 300MHz Atheros y es preinstalado con una licencia nivel 4 RouterOS.</p> <p>RouterBOARD 433 con Atheros CPU de 300MHz, 64MB RAM, tres LAN, tres MiniPCI, almacenamiento NAND con RouterOS Nivel 4 (apoyo AP).</p>	1

Fuente: Autores del proyecto.

4.3.2 Elementos pasivos. Los elementos pasivos que serán necesarios para llevar a cabo la implementación de la red LAN, de acuerdo a las necesidades abstraídas en el análisis son los siguientes.

Cuadro 3. Elementos pasivos.

ELEMENTO	UNIDAD	CANTIDAD	DESCRIPCION
Rack de Telecomunicaciones	Unidad	1	<p>Ancho estándar de 19 pulgadas, 120 cm de alto y 64 cm de profundidad Llave para controlar el acceso.</p> <p>Sistema extractor de aire con extractores Puerta frontal con acrílico transparente o color humo.</p> <p>Puerta trasera con cerradura y llave para fácil acceso para mantenimiento y operación.</p>
Canaleta	Metros	10	<p>Ancho estándar de 19 pulgadas e instalación directa en racks de 19", en su parte frontal con conectores RJ45 hembras. Cuerpo fabricado en plástico térmico de alto impacto que no propaga la llama.</p>
Patch Panel	unidad	1	<p>Se puede definir como paneles donde se ubican los puertos de red.</p>
Cable UTP cat. 6	Metros	20	<p>Cable compuesto de conductores sólidos de cobre desnudo, 24 AWG de impedancia de 100 Ohmios, entre los Patch panel y las salidas de información.</p> <p>Se requiere que cumpla con las especificaciones categoría 6 y las recomendaciones EIA/TIA- 568B.</p>
Jack RJ45 cat 6	unidad	8	Conector

Cuadro 3. (Continuación).

UPS	unidad	1	UPS de 3KVA, para protección de elementos activos y Servidor.
Face Plate doble rj45	unidad	8	<p>Se requiere de Salidas de Información para las conexiones de hardware especificadas en EIA/TIA TSB40, de doble servicio.</p> <p>Tomas de 8 alambres tipo RJ45, con esquemas de Cableado codificado EIA/TIA 568^a.</p> <p>Cuerpo en termoplástico de alto impacto que no propague la llama.</p>
Tomacorrientes dobles	unidad	8	<p>Se denomina tomacorriente a la pieza cuya función es establecer una conexión eléctrica segura con un enchufe macho de función complementaria.</p> <p>También establece una conexión eléctrica que permite el paso de corriente a los computadores.</p>
Alambre numero 12 color verde	rollo	1	Cable de corriente
Alambre numero 10 color verde	rollo	1	Cable de corriente
Alambre numero 12 color negro	rollo	1	Cable de corriente
Alambre numero 12 color blanco	rollo	1	Cable de corriente

Fuente: Autores del proyecto.

4.4 DIRECCIONAMIENTO DE RED

El direccionamiento es la configuración de la red de tal forma que a cada equipo le corresponde una única y exclusiva dirección, con el fin de que no haya errores a la hora de transmitir y recibir datos. Por lo tanto, se consigue que cada host en la red sepa diferenciar a los demás.

El diseño lógico se basará en la norma documento técnico RFC 1918, que define direccionamiento de red lógico interno para las organizaciones.

Cuadro 4. Direccionamiento de red.

NOMBRE ORIGEN DE RED	IP	MASCARA	NOMBRE DESTINO DE RED	IP	MASCARA
ADAMIUAIN	10.10.0.2	255.255.255.0	CRISTO REY	10.10.0.1	255.255.255.0
SAN FERMIN	10.10.0.3	255.255.255.0	CRISTO REY	10.10.0.1	255.255.255.0
CRISTO REY	10.10.0.1	255.255.255.0	SANTA CRUZ	10.20.0.1	255.255.255.0
LLANITO	10.20.0.2	255.255.255.0	SANTA CRUZ	10.20.0.1	255.255.255.0
12 OBTUBRE	10.20.0.3	255.255.255.0	SANTA CRUZ	10.20.0.1	255.255.255.0
LA LAGUNA	10.20.0.4	255.255.255.0	SANTA CRUZ	10.20.0.1	255.255.255.0
SANTA CRUZ	10.20.0.1	255.255.255.0	SEDE ADMINISTRATIVA	10.20.0.5	255.255.255.0
BAJO BUENAVISTA	10.30.0.2	255.255.255.0	ALTO BUENAVISTA	10.30.0.1	255.255.255.0
ALTO BUENAVISTA	10.30.0.1	255.255.255.0	SANTA CRUZ	10.20.0.1	255.255.255.0
ALGODONAL	10.30.0.3	255.255.255.0	ALTO BUENAVISTA	10.30.0.1	255.255.255.0

Fuente: Autores del proyecto.

4.5 DOCUMENTACIÓN DE LA RED DE AREA LOCAL

4.5.1 Esquema de identificación o rotulados de los puntos de datos y voz. Para cumplir con las normas de cableado estructurado y conservar un estándar para la realización del plan de distribución y documentación, se ha realizado el rotulado que nos permite identificar y relacionar las diferentes dependencias con su cableado. El estándar del plan de distribución y demás documentación de la red se realizó en base a la siguiente tabla de abreviaturas:

Cuadro 5. Abreviatura de oficinas involucradas en este proyecto.

Oficina	Identificador
Sistemas	SIS

Para la realización del plan de distribución desde el CC (Centro de Cableado), se ha tenido en cuenta el siguiente esquema:

Cuadro 6. Esquema de distribución CC.

DEPENDENCIA	Patch Panel	Punto
DEPENDENCIA	PP#	PT##

Cuadro 7. Plan de Distribución CC.

PUNTO	DATOS	VOZ	OFICINA	ROTULO
12	X		SISTEMAS	SIS/PP1/PT01
				SIS/PP1/PT02
				SIS/PP1/PT03
				SIS/PP1/PT04
				SIS/PP1/PT05
				SIS/PP1/PT06
				SIS/PP1/PT07
				SIS/PP1/PT08
4		X		SIS/PP1/PT09
				SIS/PP1/PT010
				SIS/PP1/PT011
				SIS/PP1/PT012
				SIS/PP1/PT013
				SIS/PP1/PT014
				SIS/PP1/PT015
				SIS/PP1/PT016

Fuente: Autores del proyecto.

A continuación se define el rotulado para los equipos que se encuentran ubicados en el Centro de cableado Principal:

Cuadro 8. Rotulado de los elementos activos en el Centro de cableado

PUNTOS	DESCRIPCION	OFICINA	ROTULO	ID PANEL	ELEMENTO O PUERTO
1	AP SISTEMAS	SISTEMAS	CC/PP1/PT01	PP1/PT01	SW1/PT01
1	SERVIDOR MIKROTIK		CC/PP1/PT02	PP1/PT02	SW1/PT02
1	EQUIPO ADMINISTRADOR		CC/PP1/PT03	PP1/PT03	SW1/PT03

Fuente: Autores del proyecto.

A continuación se desarrolló el plan de distribución desde las Áreas de Trabajo (W.A.)

Cuadro 9. Esquema del rotulado desde la W.A.

OFICINA	RACK	Patch panel	Punto
CC#	RA#	PP#	PT##

Cuadro 10. Plan Distribución WA

ID Cable	ID Panel	Puerto Elemento	Tipo Servicio	ESTADO
CC1/RA1/PP1/PP04	PP1/PT04	SW1/PT04	DATOS	OCUPADO
CC1/RA1/PP1/PP05	PP1/PT05	SW1/PT05	DATOS	OCUPADO
CC1/RA1/PP1/PP06	PP1/PT06	SW1/PT06	DATOS	OCUPADO
CC1/RA1/PP1/PP07	PP1/PT07	SW1/PT07	DATOS	OCUPADO
CC1/RA1/PP1/PP08	PP1/PT08	SW1/PT08	DATOS	OCUPADO
CC1/RA1/PP1/PP09	PP1/PT09	SW1/PT09	DATOS	OCUPADO
CC1/RA1/PP1/PP10	PP1/PT10	SW1/PT10	DATOS	OCUPADO
CC1/RA1/PP1/PP11	PP1/PT11	SW1/PT011	DATOS	OCUPADO
CC1/RA1/PP1/PP12	PP1/PT12	SW1/PT012	DATOS	OCUPADO
CC1/RA1/PP1/PP13	PP1/PT13	SW1/PT013	VOZ	OCUPADO
CC1/RA1/PP1/PP14	PP1/PT14	SW1/PT014	VOZ	OCUPADO
CC1/RA1/PP1/PP15	PP1/PT15	SW1/PT015	VOZ	OCUPADO
CC1/RA1/PP1/PP16	PP1/PT16	SW1/PT016	VOZ	OCUPADO

Fuente: Autores del proyecto.

Cuadro 11. Cantidad de cable por punto.

Punto	Distancia al rack (en metros)	HOLGURA	SUBTOTAL
CC1/PP1/PP04	8	0.50	8.50
CC1/PP1/PP05	10	0.50	10.50
CC1/PP1/PP06	12	0.50	12.50
CC1/PP1/PP07	14	0.50	14.50

Fuente: Autores del proyecto.

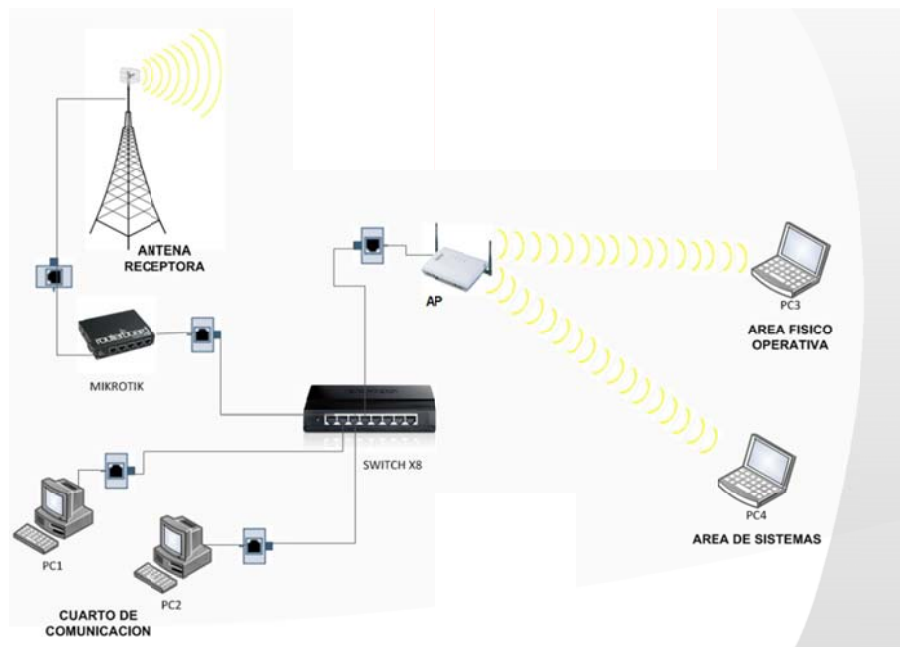
En base al cuadro anterior se ha calculado que la cantidad de cable UTP categoría 6a necesario para la interconexión de la red será de 46 metros.

4.6 DIAGRAMA FISICO DE ELEMENTOS ACTIVOS Y PASIVOS DE LA RED LAN PROPUESTOS.

Se verá a continuación la propuesta para el cuarto de comunicaciones y la ubicación más idónea para cada uno de los elementos activos y pasivos.

4.6.1 Red LAN Propuesta. El siguiente diagrama muestra una representación del diseño y la forma como se pretende distribuir los diferentes elementos activos y la ubicación de los equipos de cómputo en el cuarto asignado por la empresa ESPO S.A. para este proyecto.

Figura 13. Diagrama lógico de la red propuesta.



Fuente: Autores del proyecto

5. ANALISIS Y DISEÑO DE LA RED MAN DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO RIO ALGODONAL

5.1 OBJETIVO DE LA MAN

Permitir que desde la sede administrativa de la empresa ESPO S.A. se pueda tener acceso a información requerida, nivel de agua, presión, en las dos plantas de tratamiento y los ocho tanques.

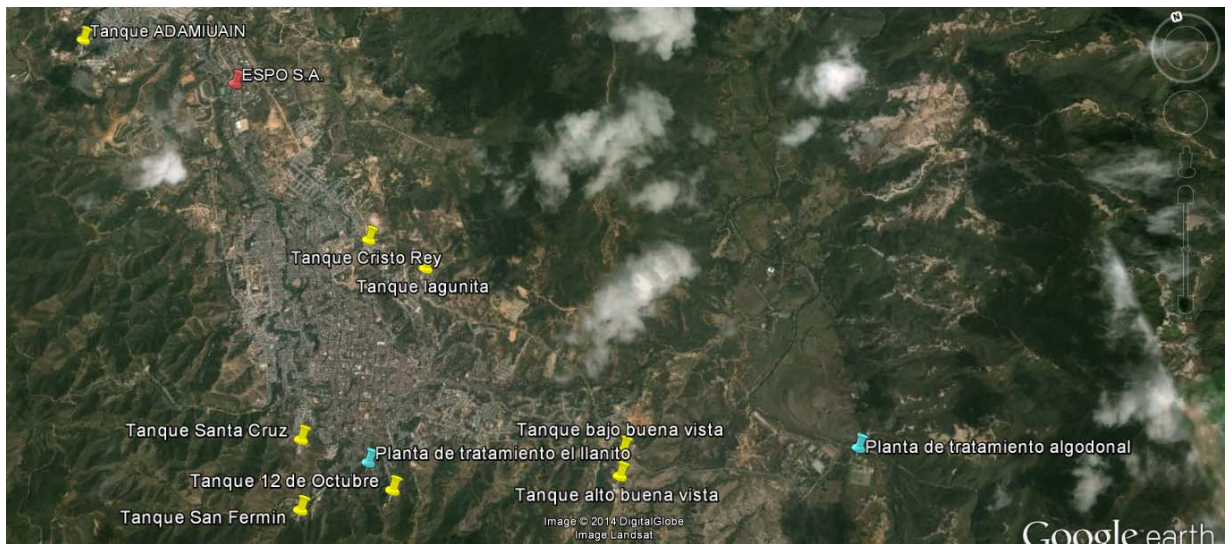
5.2 RECOLECCION DE INFORMACION

Antes de realizar el diseño se obtuvo la información acerca de la distribución geográfica de los puntos para poder elegir la mejor alternativa para la conexión.

5.3 DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LOS PUNTOS

Los puntos a interconectar son la sede administrativa de la Empresa de Servicios Públicos de Ocaña ESPO S.A., con las dos plantas de tratamiento (Algodonal, Llanito) y los ocho tanques (Bajo Buenavista, Alto Buenavista, Santa Cruz, Cristo Rey, La Laguna, San Fermín, Adamiuain, 12 de Octubre). Los cuales se encuentran localizados de la siguiente manera.

Figura 14. Vista satelital.



Fuente: Google earth

5.4 DESCRIPCION DEL SISTEMA DE ACUENDUTO RIO ALGODONAL

Todo el proceso comienza en la Planta de tratamiento Algodonal, esta es una planta convencional de filtración rápida para cubrir una capacidad nominal de 250 litros por segundos.

Los procesos que hacen parte del tratamiento son: bocatoma, canal de aducción, desarenador, sistema de bombeo de agua cruda, cámara de aquietamiento, canaleta parshall, mezcla rápida, canal de aproximación, floculación, sedimentación, filtración y coloración.

La captación es de tipo lateral, constituida por una presa tipo “india” enclavada en el lecho del río. Consta de las siguientes estructuras: presa vertedora de derivación y cámara de captación con su correspondiente rejilla para retener el material sólido (palos, rastrojos, otros).

Foto 1. Presa vertedora de derivación.



Fuente. Autores del proyecto

Luego pasa al canal de aducción el cual es de forma rectangular y cumple las funciones de garantizar la entrada del caudal de diseño a la planta de tratamiento, y devuelve nuevamente al Río Algodonal los excesos que se puedan presentar por medio de un vertedero lateral.

Foto 2. Canal de adecuación.



Fuente. Autores del proyecto

El agua llega al desarenador los cuales son tanques rectangulares que tienen como función remover las partículas suspendidas (Arenas, Arcillas, limos) más pesadas que el agua por la acción de la gravedad, reduciendo así la Turbiedad y un porcentaje de bacterias.

Foto 3. Desarenador.



Fuente. Autores del proyecto

La estación de bombeo de agua cruda está conformada por cinco motobombas, encargadas de elevar el agua desarenada a la planta de tratamiento por medio de tubería de 18" y con una longitud de 60m. El encendido y apagado de estas motobombas se hace manualmente.

Foto 4. Motobombas.



Fuentes. Autores del proyecto

La cámara de quietamiento recibe el agua cruda que viene de la estación de bombeo y su función es estabilizar el flujo del agua de tal manera que permita una entrada moderada de la misma al sistema de tratamiento, con un tiempo de retención de 8 segundos y dándole paso a la canaleta parshall que permite medir la cantidad de agua cruda que entra a la planta de tratamiento.

Foto 5. Canaleta parshall.



Fuente. Autores del proyecto

El proceso de mezcla rápida tiene por objeto la distribución uniforme del sulfato de aluminio en el agua. Esto se lleva a cabo por la agitación violenta del agua por medio de un resalto hidráulico ubicado al final de la canaleta parshall. En este mismo punto se adiciona Cal al agua para estabilizar el PH.

Foto 6. Mezcla rápida.



Fuente. Autores del proyecto

El canal de aproximación conduce y reparte en cuatro partes iguales el caudal que entra a la planta. Canal de concreto reforzado, de 0.80m * 0.70m y una longitud de 50m.

Foto 7. Canal de aproximación.



Fuente. Autores del proyecto

La floculación es un proceso conformado por ocho cámaras; su función es obligar al agua a realizar recorridos verticales, sometiendo al agua a una mezcla lenta que permita el choque entre partículas, con el fin de que estas se aglutinen y se conviertan en partículas más pesadas. Sus dimensiones son 4.95m * 9.70m y una profundidad de 3.30m cada uno.

Foto 8. Flocuradores.



Fuente. Autores del proyecto

En la sedimentación se remueve por acción de la gravedad las partículas coaguladas que aumentaron de tamaño en el proceso anterior. En este proceso se lleva a cabo una retención de turbiedad y bacterias presentes en el agua. Compuesto por tanques rectangulares de 6.10m * 37m y una profundidad de 3.30m.

Foto 9. Sedimentadores.



Fuente. Autores del proyecto

En la filtración el agua clarificada debe seguir una trayectoria descendente de tal forma que durante su recorrido se retengan en el lecho poroso todas aquellas partículas que no fueron removidas en los procesos anteriores.

Foto 10. Filtros.



Fuente. Autores del proyecto

La cloración es el paso más importante de todo el proceso de tratamiento, donde se debe garantizar la eliminación de todos los organismos patógenos, por medio de la inyección de cloro gaseoso en el tanque de almacenamiento.

Foto 11. Bala de cloro gaseoso.



Fuente. Autores del proyecto

Luego de todo este proceso se recolectan muestras las cuales son analizadas en el laboratorio de agua con el que cuenta la empresa para el seguimiento y control del agua suministrada.

El agua potable enviada a la ciudad de Ocaña es medida por un macro medidor digital instalado en la oficina del operador, el cual permite tomar registros cada 5 segundos.

Foto 12. Macro medidor.



Fuente. Autores del proyecto

Posteriormente el agua sale de la planta de tratamiento Algodonal y es dirigida al Tanque Bajo Buenavista (Tanque de paso).

Cuadro 12. Tanque Bajo Buenavista.

CARACTERISTICAS	
Localización	Sureste fuera del casco urbano, al noreste alto Buenavista.
Capacidad	2.000 m ³
Forma	rectangular
Dimensiones	23.97 m X 23.93 m X 3.5 m
Cota	1252.86
Cota rebose	1256.36
Coordenadas planas	X:1081531.49 Y:1401219.57
Coordenadas Geográficas	N 08° 13' 25.2" W 073° 20' 15.9"
Características Generales	Tanque construido en concreto reforzado, semienterrado

Fuente: Autores del proyecto.

Foto 14. Tanque Bajo Buenavista.



Fuente. Autores del proyecto

Mediante el mecanismo de bombeo el agua es dividida una parte es enviada al Tanque Alto Buenavista (tanque de almacenamiento) y la otra tubería se dirige a dos puntos, la Planta de tratamiento el Llanito y al Tanque Cristo Rey (tanque de paso), desde el cual es enviada al Tanque La Laguna (tanque de almacenamiento).

Cuadro 13. Tanque Alto Buenavista.

CARACTERÍSTICAS	
Localización	Sureste fuera del casco urbano, al suroeste bajo Buenavista.
Capacidad	363 m ³
Forma	Rectangular
Dimensiones	
Cota	1293
Cota rebose	1295.2
Coordenadas planas	X:1081398.46 Y:1401051.55
Coordenadas Geográficas	N 08° 13' 19.3" W 073° 20' 18.4"
Características Generales	Tanque construido en concreto reforzado, semienterrado

Fuente: Autores del proyecto.

Foto 15. Tanque Alto Buenavista



Fuente. Autores del proyecto

Cuadro 14. Tanque Cristo Rey.

CARACTERÍSTICAS	
Localización	Sureste dentro del casco urbano, al noreste de los tanques santa cruz, 12 de octubre, san Fermín y sureste del tanque Adamiuain.
Capacidad	3.000 m ³
Forma	Rectangular
Dimensiones	30.5 m X 29.95 m X 3.4 m
Cota	1240.13
Cota rebose	1243.53
Coordenadas planas	X:1079947.33 Y:1403472.78
Coordenadas Geográficas	N 08° 14' 39.0" W 073° 20' 07.4"
Características Generales	Tanque construido en concreto reforzado, semienterrado

Fuente: Autores del proyecto.

Foto 15. Tanque cristo rey.



Fuente. Autores del proyecto

Cuadro 15. Tanque la laguna.

CARACTERISTICAS	
Localización	Sureste dentro del casco urbano, al noreste de los tanques santa cruz, san Fermín, 12 de octubre y la planta de tratamiento el llanito.
Capacidad	240 m ³
Forma	Rectangular
Dimensiones	10 m X 10 m X 3.0 m
Cota	1291
Cota rebose	1294
Coordenadas planas	X:1080377.04 Y:1403111.4
Coordenadas Geográficas	N 08° 14' 26.5" W 073° 20' 53.8"
Características Generales	Tanque construido en concreto reforzado, semienterrado

Fuente: Autores del proyecto.

Foto 16. Tanque la laguna.



Fuente. Autores del proyecto

La Planta de Tratamiento el Llanito es convencional de filtración rápida, cuenta con una cámara de floculación, un sedimentador y dos filtros.

Foto 17. Planta de tratamiento el Llanito.



Fuente. Autores del proyecto

Luego de procesada el agua es enviada mediante bombeo a los Tanques de 12 de Octubre, Santa Cruz (tanques de almacenamiento) y San Fermín (tanque de paso). Al Tanque Adamiuain (tanque de paso) al cual el agua llega por influencia de la gravedad.

Es así como se distribuye el agua a toda la población, la cual obtiene un producto de calidad apto para el consumo humano.

Cuadro 16. Tanque 12 de octubre.

CARACTERISTICAS	
Localización	Sureste, dentro del casco urbano, al sureste del tanque santa cruz y suroeste del tanque la laguna.
Capacidad	200 m ³
Forma	Rectangular
Dimensiones	7.5 m X 7.5 m X 3.6 m
Cota	1306.51
Cota rebose	1309.78
Coordenadas planas	X:1079652.44 Y:1401395.53
Coordenadas Geográficas	N 08° 13' 31.9" W 073° 21' 16.5"
Características Generales	Tanque construido en concreto reforzado, semienterrado

Fuente: Autores del proyecto.

Foto 18. Tanque 12 de Octubre.



Fuente. Autores del proyecto

Cuadro 17. Tanque san Fermín

CARACTERÍSTICAS	
Localización	Suroeste fuera del casco urbano y al sureste de la planta de tratamiento el llanito.
Capacidad	200 m ³
Forma	Rectangular
Dimensiones	5 m X 8 m X 3.0 m
Cota	1251
Cota rebose	1254
Coordenadas Geográficas	N 08° 13' 32.5" W 073° 21' 40.2"
Características Generales	Tanque construido en concreto reforzado, semienterrado

Fuente: Autores del proyecto.

Foto 19. Tanque san Fermín.



Fuente. Autores del proyecto

Cuadro 18. Tanque santa cruz.

CARACTERISTICAS	
Localización	Sureste dentro del casco urbano, al noreste de la planta de tratamiento el llanito, al suroeste de los tanques cristo rey y la laguna.
Capacidad	60 m ³
Forma	Rectangular
Dimensiones	8 m X 6 m X 1.25 m
Cota	1281
Cota rebose	1283.45
Coordenadas planas	X:1079031.16 Y:11402022
Coordenadas Geográficas	N 08° 13' 51.3" W 073° 21' 36.9"
Características Generales	Tanque construido en concreto reforzado, semienterrado

Fuente: Autores del proyecto.

Foto 20. Santa Cruz.



Fuente. Autores del proyecto

Cuadro 19. Tanque Adamiuain.

CARACTERISTICAS	
Localización	Noroeste dentro del casco urbano, al noroeste de los tanques santa cruz, 12 de octubre y la planta de tratamiento el llanito.
Capacidad	220 m ³
Forma	Rectangular
Dimensiones	11 m X 11 m X 2.0 m
Cota	1216.6
Cota rebose	1218.6
Coordenadas planas	X:1077950.55 Y:1405936.24
Coordenadas Geográficas	N 08° 16' 00.6" W 073° 22' 11.0"
Características Generales	Tanque construido en concreto reforzado, semienterrado

Fuente: Autores del proyecto.

Foto 21. Tanque Adamiuain.



Fuente. Autores del proyecto

5.5 COMPARACION DE TECNOLOGIAS MAN

Red de Área Metropolitana (Metropolitan Area Network o MAN, en inglés) es una red de alta velocidad que da cobertura en un área geográfica extensa, proporciona capacidad de integración de múltiples servicios mediante la transmisión de datos, voz y video, sobre medios de transmisión tales como fibra óptica.

A continuación se observara las diferentes tecnologías MAN existentes.

Cuadro 20. Tecnologías MAN.

TECNOLOGIA	VENTAJAS	DESVENTAJAS
<p align="center">Enlace Inalámbrico</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliza tecnología de radio frecuencia que permite mayor movilidad a los usuarios al minimizarse que las conexiones cableadas. • Las redes inalámbricas se implementan a partir de enlaces basados en el uso de la tecnología de microondas y en menor medida de infrarrojos, instalación mucho más rápida y económica. • Variedad de velocidades de transmisión. • El mantenimiento del enlace es económico en comparación a la mensualidad de las otras alternativas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere una buena inversión inicial. • Los equipos para la creación del enlace pueden ser costosos.
<p align="center">VPN</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Seguridad. • Ventajas de implementación. • Bajo costo debido a que la conexión es establecida sobre una infraestructura pública como lo es el internet. 	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidad de internet se depende que exista una conexión a internet para poder crear el enlace privado virtual. • Se necesita un cliente VPN para poder acceder. • Exclusivo para usuarios conocidos. • Cuando se requiere un alto ancho de banda los costos aumentan de manera considerable.
	<ul style="list-style-type: none"> • El acceso a internet por satélite es una alternativa al servicio DSL y al servicio CM, y sobre todo, su mayor ventaja es su capacidad de llegar a áreas 	<ul style="list-style-type: none"> • En condiciones de tiempo extremas, el servicio puede verse interrumpido o sufrir errores.

Cuadro 20. (Continuación.)

<p>VSAT</p>	<p>donde otras alternativas no pueden alcanzar.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Servicio independiente de la distancia. • Facilidad de reconfiguración y de ampliación de la red. El uso de un satélite hace que se pueda establecer contacto con cualquier punto dentro de su área de cobertura con lo que los receptores pueden cambiar de ubicación sin más cambio que la reorientación de su antena. Del mismo modo, el introducir una nueva terminal no afectada al funcionamiento de los demás. 	<ul style="list-style-type: none"> • El costo del equipo de satélite y su instalación es más alto que las otras alternativas. • Debido a las conexiones de larga distancia a través del satélite, el retraso en la transmisión puede ser mayor que con otras alternativas, lo que no debe causar ningún problema con las aplicaciones actuales de internet, las cuales son principalmente de datos, aunque si para la voz o el video. • El punto más crítico de la red está en el satélite. Toda la red depende de la disponibilidad del satélite. Si este cae, toda la red cae con él.
<p>X.25</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ofrece una capacidad variable y compartida de baja velocidad de transmisión que puede ser conmutada o permanente. • Asignación dinámica de la capacidad. • Transporte de datos de múltiples sistemas. • Control de errores. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ancho de banda limitado. • Retardo de transmisión grande y variable. • Señalización en canal y común, ineficaz y problemática. • Poca velocidad de transmisión. • No tienen una rápida y efectiva interconexión con otras redes LAN así como con aplicaciones multimedia en tiempo real con audio o video.
<p>Frame-Relay</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Alta velocidad y bajo retardo. • Flexibilidad. • Buena relación coste-prestaciones. • Transporte integrado de distintos protocolos voz y datos. 	<ul style="list-style-type: none"> • No define las acciones a desarrollar en caso de congestión. Se supone que los protocolos de nivel superior adoptaran las medidas que consideren más oportunas. La

Cuadro 20. (Continuación.)

	<ul style="list-style-type: none"> • Conectividad “todos con todos”. • Interfaces estándares. 	<p>realidad es que en muchos casos estos avisos son ignorados.</p> <ul style="list-style-type: none"> • No existe un control de flujos.
DSL	<ul style="list-style-type: none"> • Totalmente digital: DSL convierte las líneas telefónicas analógicas en digitales adhiriendo un dispositivo de interconexión de línea en la oficina central, y un módem del tipo DSL en la casa del abonado. Para esto, los clientes deberán Suscribirse al servicio DSL desde sus proveedores de servicio telefónico. • Flexibilidad: los usuarios podrán utilizar la misma línea para recibir y hacer llamadas telefónicas mientras estén on-line. • Utiliza el actual hilo de cobre trenzado y no requiere un nuevo cableado, como es el caso de la fibra óptica. 	<ul style="list-style-type: none"> • No todas las líneas pueden ofrecer este servicio (por ejemplo las que se encuentren en muy mal estado o a mucha distancia de la central) • Los módems DSL son caros. Con la introducción del estándar DSL LITE los precios bajarán considerablemente (de hecho en EEUU ya hay ordenadores que los incluyen en la placa base), pero tardarán todavía. Es previsible que la compañía ofrezca el módem en alquiler, igual que lo hacen las compañías de cable, pero esto influiría en la cuota mensual. • Costo elevado. • Solo cubre el tramo desde el domicilio del usuario hasta la central de Telefónica.
RDSI	<ul style="list-style-type: none"> • La red digital de servicios integrados (ISDN) convierte el bucle local en una conexión digital TDM. • Ofrece dos tipos de interfaces según las necesidades del usuario: la interfaz de acceso básica (BRI) ideal para redes WAN pequeñas y la interfaz de acceso principal (PRI) ideal para redes WAN grandes • Rapidez de instalación y configuración. 	<ul style="list-style-type: none"> • Las conexiones múltiples pueden resultar muy caras para cubrir grandes distancias. • Las tarifas se calculan según cada canal B que se utilice. • Costosa, si se tiene en cuenta que el cliente tiene que invertir en alquiler de servicios y aparatos (ej.: módems RDSI) • No existe en la ciudad

Cuadro 20. (Continuación.)

	<ul style="list-style-type: none">• Permite la instalación de varios equipos en la misma línea digital RDSI: Fax, MODEM de Computador y Teléfono.• Administra el ancho de banda disponible de forma dinámica y adaptable a los requerimientos de calidad en las• comunicaciones de datos, voz, audio y video	
--	--	--

Fuente: Autores del proyecto.

5.6 ALTERNATIVAS MAN.

Las alternativas para la conexión entre las plantas de tratamiento, los tanques y la sede administrativa de ESPO S.A., se muestran en el cuadro anterior.

Debido al tráfico que se espera generar en la MAN, la alternativa VSAT se convierte en una solución inviable por los costos de mensualidad, la alternativa VPN podría ser una solución razonable, pero debido a que no hay una empresa que preste un servicio óptimo, esta solución se debe descartar.

La solución X.25 presenta muchas limitantes como lo son el ancho de banda y en retardo de transmisión es variable, por lo tanto no es una solución viable.

Por lo anterior se ha decidido implementar un enlace inalámbrico que permita la interconexión de la sede administrativa de la empresa ESPO S.A., con los tanques y las plantas de tratamiento ya que esta solución cumplirá los requerimientos y las expectativas, además de ser propiedad de la empresa.

5.7 DISEÑO DE LA RED MAN

5.7.1 Ubicación geográfica de los puntos. Los puntos que forman parte de la red metropolitana se encuentran geográficamente distribuidos de la siguiente forma y fueron tomados con base al reconocimiento del terreno empleando un GPS.

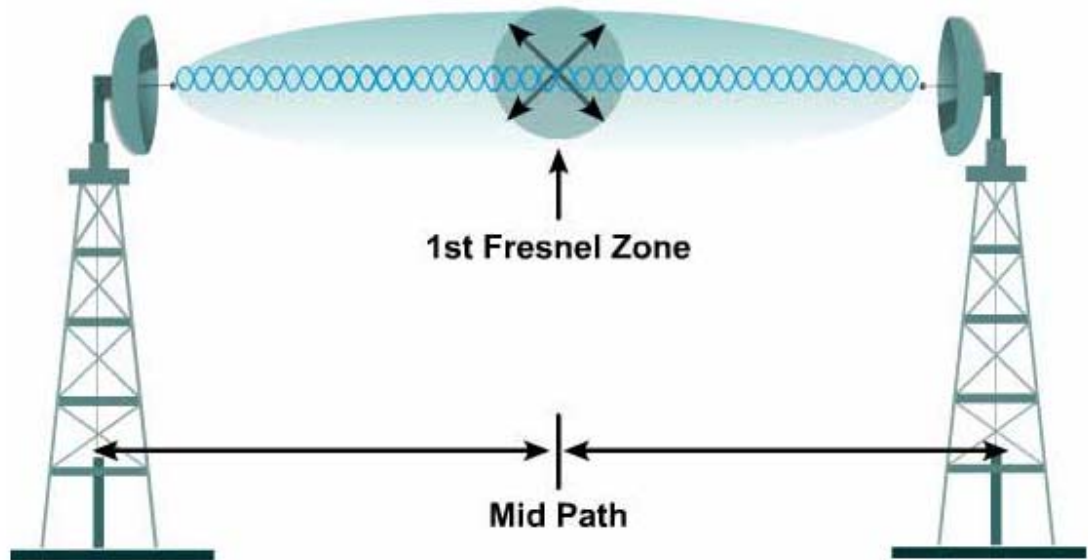
Cuadro 21. Coordenadas geográficas.

PUNTO	COORDENADAS
Tanque Santa Cruz	N 08° 13' 51.3" W 073° 21' 36.9"
Tanque San Fermín	N 08° 13' 32.5" W 073° 21' 40.2"
Tanque 12 de Octubre	N 08° 13' 31.9" W 073° 21' 16.5"
Planta de tratamiento el Llanito	N 08° 13' 41.3" W 073° 21' 21.3"
Tanque Alto Buenavista	N 08° 13' 19.3" W 073° 20' 18.4"
Tanque Bajo Buenavista	N 08° 13' 25.2" W 073° 20' 15.9"
Planta de tratamiento Algodonal	N 08° 13' 07.7" W 073° 19' 16.0"
Tanque la Laguna	N 08° 14' 26.5" W 073° 20' 53.8"
Tanque Cristo Rey	N 08° 14' 39.0" W 073° 20' 07.4"
Sede administrativa	N 08° 15' 32.9" W 073° 21' 33.0"
Tanque ADAMIUAIN	N 08° 16' 00.6" W 073° 22' 11.0"

Fuente: Autores del proyecto.

5.7.2 Determinación de línea de vista. Una consideración importante en un diseño edificio a edificio es la zona Fresnel, que podemos imaginar como la línea de visión. Para las WLANs, la línea de visión es más que una línea directa entre las dos antenas. La línea de visión es más una elipse que está libre de obstáculos.

Figura 15. Zona Fresnel.



Fuente. http://www.4gon.co.uk/solutions/technical_fresnel_zones.php

A causa de la elipse de la zona Fresnel, las antenas deben ser montadas lo suficientemente altas como para asegurar que haya un espacio libre en el punto medio de la zona Fresnel.

Tomando en cuenta lo anterior procedemos a realizar el análisis de la línea de vista entre los puntos a interconectar. VER ANEXOS (B – H).

Foto 22. Puntos visibles desde Tanque Alto Buenavista.



Fuente. Autores del proyecto

Foto 23. Puntos visibles desde Tanque Cristo Rey



Fuente. Autores del proyecto

Foto 24. Puntos visibles desde Tanque Santa Cruz



Fuente. Autores del proyecto

Cuadro 22. Estaciones de telecomunicaciones cercanas a cada uno de los nodos.

UBICACIÓN DE LA ANTENA	ISP	FRECUENCIA
SANTA CRUZ	AP_CristoRey_SanAntonio	5.74 GHZ
	NODOPN5	5.3 GHZ
	APT	5.26 GHZ
12 DE OBTUBRE	PRIMAVERA_UNO	5.3 GHZ
	CIRSTOREYDIGITALSUR	5.3 GHZ
	AP_CristoRey_SanAntonio	5.745 GHZ
LLANITO	PRIMAVERA_UNO	5.3 GHZ
	CIRSTOREYDIGITALSUR	5.3 GHZ
	Celda_CristoRey_Tacaloa	5.24 GHZ
	AP_CristoRey_SanAntonio	5.745 GHZ
	TCM_OCANA	5.825 GHZ
	NODOPN5	5.3 GHZ
	APT	5.26 GHZ
SAN FERMIN	TCM_OCANA	5.825 GHZ
	NODOPN5	5.3 GHZ
ALGODONAL	UNICOM	5.785 GHZ
BAJO BUENAVISTA	UNICOM	5.785 GHZ
ADAMIUAIN	NODOPN5	5.805 GHZ
LA LAGUNA	CIRSTOREYDIGITALSUR	5.3 GHZ
	Celda_CristoRey_Tacaloa	5.24 GHZ
	AP_CristoRey_SanAntonio	5.745 GHZ
	UNICOM	5.748 GHZ
	TCM_OCANA	5.825 GHZ
	NODOPN5	5.3 GHZ
CRISTO REY	Minerva	5.32 GHZ
	TCM_OCANA	5.825 GHZ
	AP_BA_SALLE	5.18 GHZ
	NODOCR3	5.805 GHZ
	NODOPN5	5.3 GHZ
SEDE ADMINISTRATIVA	PRIMAVERA_TRES	5.18 GHZ
	Minerva	5.32 GHZ
	Repetidor ant caracol	5.782 GHZ
	NODOCR3	5.2 GHZ
	NODOPN5	5.2 GHZ

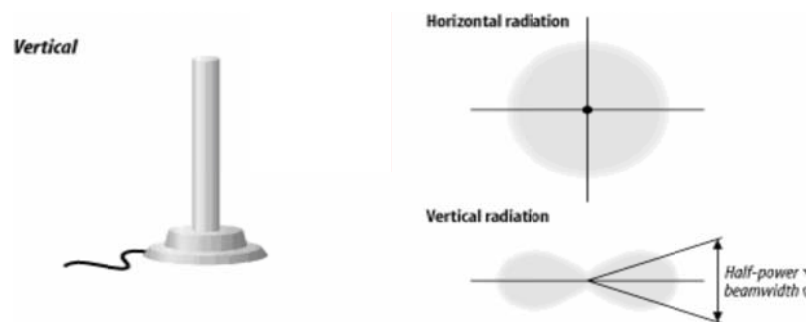
Fuente: Autores del proyecto.

5.7.3 Tipos de Antenas utilizadas en Redes Inalámbricas. El tipo de la antena determina su patrón de radiación y puede ser omnidireccional, bidireccional, o unidireccional. Las

antenas omnidireccionales son buenas para cubrir áreas grandes, la cual la radiación trata de ser pareja para todos lados es decir cubre 360°. Las antenas bidireccionales son particularmente buenas en los pasillos o corredores, dado que irradia o recibe la mayor parte de su energía en sólo dos direcciones. Las antenas unidireccionales o direccionales son las mejores en una conexión punto a punto, acoplamientos entre los edificios, o para los clientes de una antena omnidireccional.

Ahora, vamos hablar de algunos de los tipos de la antena que están disponibles:

Figura 16. Patrón de radiación antena vertical.

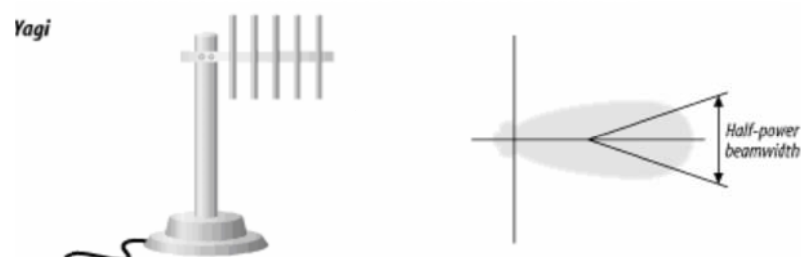


Fuente. <http://menejo.blogspot.com/2009/11/antenas-wifi.html>

Vertical es una antena omnidireccional. La mayoría de los vendedores venden varios tipos de antena vertical, diferenciando sobre todo su ganancia; podemos ver una antena vertical con ganancias de 3 (dbi) hasta 17 (dbi). Una antena vertical es omnidireccional solamente en el plano horizontal.

En tres dimensiones, su patrón de radiación mira algo como una dona. Una ganancia más alta significa que la dona está aplastada. También significa que la antena es más grande y más costosa, aunque no hay antenas para el servicio 802.11 particularmente grandes. Las antenas verticales son buenas en la radiación hacia fuera horizontalmente; no son buenas en la radiación abajo.

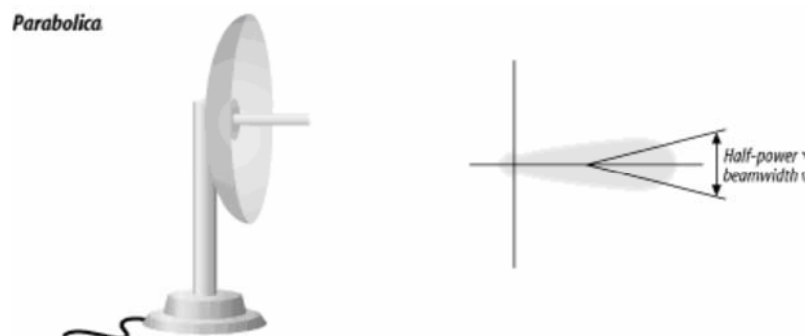
Figura 17. Patrón de radiación antena yagi.



Fuente. <http://menejo.blogspot.com/2009/11/antenas-wifi.html>

Yagi, es una antena unidireccional de alta ganancia. Parecida a una antena clásica de tv. Hay un número de elementos paralelos del metal perpendicularmente a un auge. Sin embargo, es muy probable ver los elementos en un yagi para el servicio 802,11; las yagis comercialmente están hechas dentro de tubos de plástico, que funciona como una cáscara plástica que protege la antena contra los daños de estar al aire libre. Las antenas yagi para el servicio 802.11 pueden tener ganancias entre el dbi 12 y 18; apuntarlas no son tan difíciles como apuntar una antena parabólica, aunque puede ser difícil.

Figura 18. Patrón de radiación antena parabólica



Fuente. <http://menejo.blogspot.com/2009/11/antenas-wifi.html>

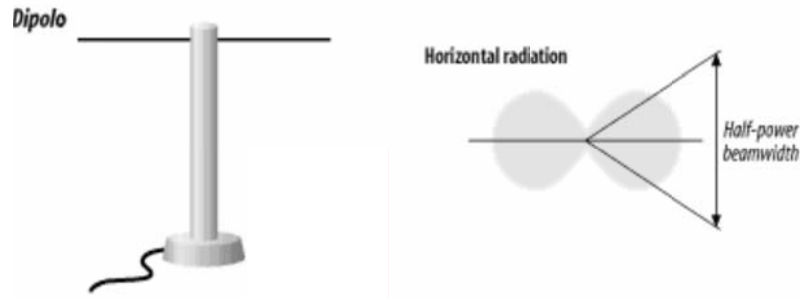
Parabólica es una antena muy alta-ganancia. Porque las antenas parabólicas tienen ganancias muy altas (hasta 27 dbi comercialmente hechas para 802,11), también tienen anchuras muy estrechas de la viga.

Utilizaríamos probablemente una antena parabólica solamente para un punto a punto entre edificios; debido a la delgada propagación, no son muy útiles para proporcionar servicios para usuarios que no estén directamente viendo la antena. No tenemos que subestimar la dificultad de apuntar una antena parabólica correctamente, un producto comercial tiene una propagación de solamente 6,5 grados. Algunos vendedores hacen una aplicación la distinción entre las parábolas del acoplamiento o la de rejilla (la cual se parece el reflector, a una parrilla doblada) y las parábolas sólidas.

Si la antena está bien diseñada, la diferencia en funcionamiento entre un acoplamiento y un reflector sólido no es mucha. Una parábola sólida tiene algunas ventajas pero no donde allá fuertes vientos.

Las antenas parabólicas y yagi son útiles sobre todo para los acoplamientos entre edificios. El problema más grande está en apuntarlas correctamente. Si los dos sitios son visibles el uno al otro, será mucho más fácil, pero si no lo podemos ver, necesitaremos probablemente un sistema más sofisticado de antenas.

Figura 19. Patrón de radiación antena dipolo



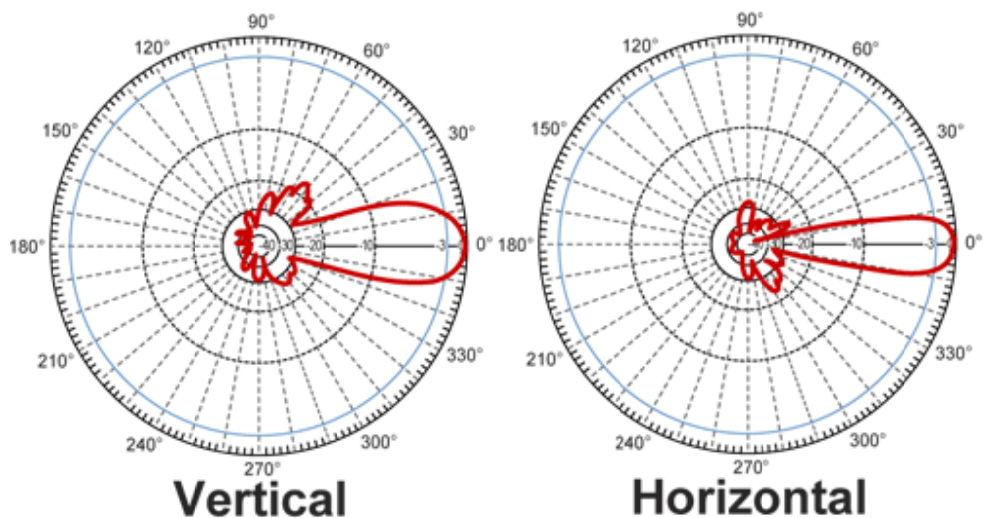
Fuente. <http://menejo.blogspot.com/2009/11/antenas-wifi.html>

Es una antena omnidireccional adecuada para muchas aplicaciones. La antena es un conductor eléctrico recto. Las antenas bipolares pueden ser orientadas en forma horizontal, vertical o con una inclinación. Las antenas bipolares se suministran con algunos access points cisco aironet y dispositivos clientes.

5.7.4 Patrón de radiación de las antenas. Es un diagrama polar que representa las intensidades de los campos o las densidades de potencia en varias posiciones angulares en relación con una antena.

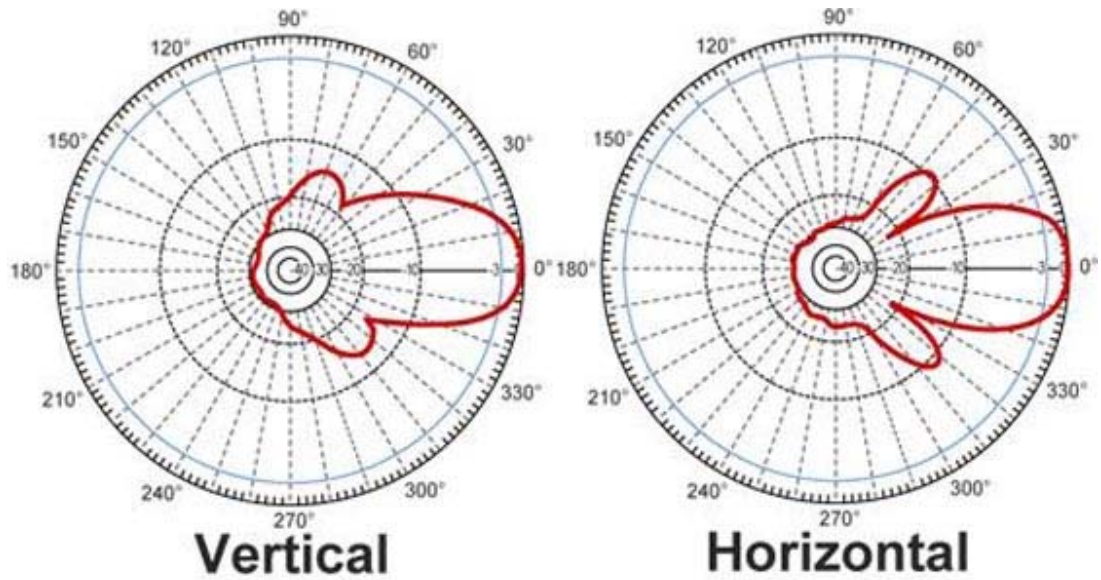
A continuación se muestra el patrón de radiación para cada tipo de antena.

Figura 20. Antena grillada semiparabolica.



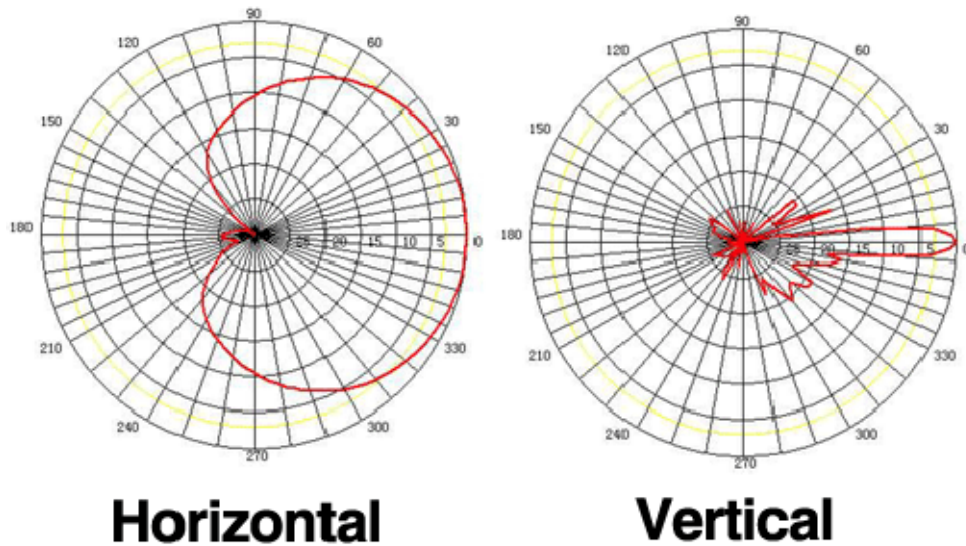
Fuente. <http://www.rematazo.com/remate/3232-Antena-Hyperlink-de-15-dBi-2-4.html>

Figura 21. Antena parabólica.



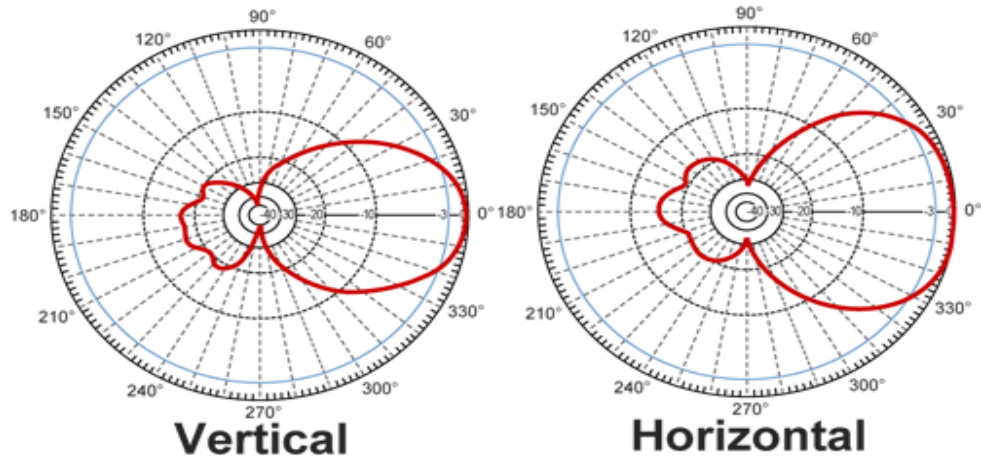
Fuente. <http://www.diarioelectronico hoy.com/antenas-una-explicacion-de-su-funcionamiento-ii/>

Figura 22. Antena yagi.



Fuente. <http://www.diarioelectronico hoy.com/antenas-una-explicacion-de-su-funcionamiento-ii/>

Figura 23. Antena de panel.




Fuente. <http://wificentro.cl/antenas-direccionales/219-antena-mini-panel-12dbi.html>

Cuadro 23. Antenas direccionales.

ANTENAS DIRECCIONALES		
DESCRIPCION	TIPOS DE ANTENAS	IMAGENES
<p>Orientan la señal en una dirección muy determinada con un haz estrecho pero de largo alcance, actúa de forma parecida a un foco de luz que emite un haz concreto y estrecho pero de forma intensa (más alcance).</p> <p>El alcance de una antena direccional viene determinado por una combinación de los dbi de ganancia de la antena, la potencia de emisión del punto de acceso emisor y la sensibilidad de recepción del punto de acceso receptor.</p>	<p>Parabólicas (disco o rejilla), con estas se consigue el mayor alcance, pueden llegar a los 5 Km. de distancia.</p>	
	<p>Yagis (pronúnciese "yaguis"), son similares a las antenas de televisión, también tienen gran alcance y no es tan complejo orientarlas</p>	
	<p>Planares o Paneles, estas aunque no tienen tanto alcance, pero es mucho más fácil orientarlas y además no son tan voluminosas como las anteriores, por lo que su instalación es muy sencilla.</p>	

Fuente: Autores del proyecto.

Cuadro 23. Antenas sectoriales.

ANTENAS SECTORIALES	
DESCRIPCIÓN	IMAGEN DE TIPOS DE ANTENAS
<p>Son la mezcla de las antenas direccionales y las omnidireccionales. Las antenas sectoriales emiten un haz más amplio que una direccional pero no tan amplio como una omnidireccional. De igual modo, su alcance es mayor que una omnidireccional y menor que una direccional. Para tener una cobertura de 360° (como una antena omnidireccional) y un largo alcance (como una antena direccional) deberemos instalar, tres antenas sectoriales de 120° ó 4 antenas sectoriales de 80°. Este sistema de 360° con sectoriales se denomina “Array”. Las antenas sectoriales suelen ser más costosas que las antenas direccionales u omnidireccionales.</p>	

Fuente: Autores del proyecto.

Cuadro 24. Antenas omnidireccionales.

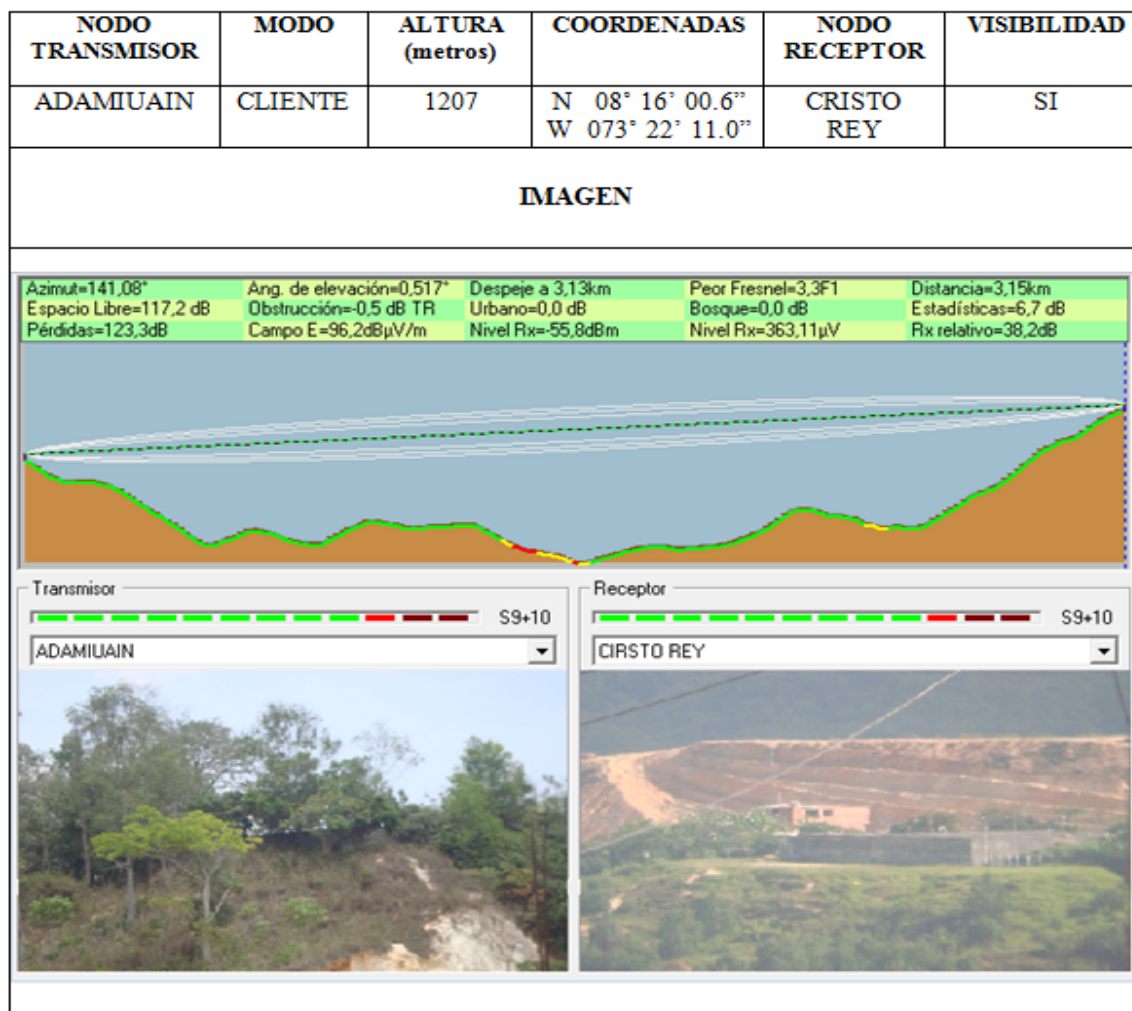
ANTENAS OMNIDIRECCIONALES	
DESCRIPCIÓN	IMAGEN DE TIPOS DE ANTENAS
<p>Orientan la señal en todas direcciones con un haz amplio pero de corto alcance. Si una antena direccional sería como un foco, una antena omnidireccional sería como una bombilla emitiendo luz en todas direcciones con menor alcance.</p> <p>Las antenas Omnidireccionales “envían” la información teóricamente a los 360 grados por lo que es posible establecer comunicación independientemente del punto en el que se esté, ya que no requieren orientarlas. En contrapartida, el alcance de estas antenas es menor que el de las antenas direccionales.</p>	

Fuente: Autores del proyecto.

5.7.5 Cálculo de los enlaces para la red MAN. Para realizar todos los cálculos necesarios y obtener un modelo de propagación de radio frecuencia bastante cercano a lo que podría ser la realidad, se ha utilizado el programa Radio Mobile.

Radio Mobile es un software gratuito simula programación de radio frecuencia, diseñado por Roger Coudé, este programa opera con un rango de frecuencia de 20MHz hasta 20GHz, utilizando el modelo de propagación RF ITM. Utiliza también modelos geo-referenciados para los enlaces punto a punto.²⁹ Este programa está más enfocado a los enlaces punto a punto; sin embargo, también tiene un simulador de cobertura que pueden dar las antenas para saber si ese enlace cae dentro del área de servicio. En esto último se basa este proyecto.

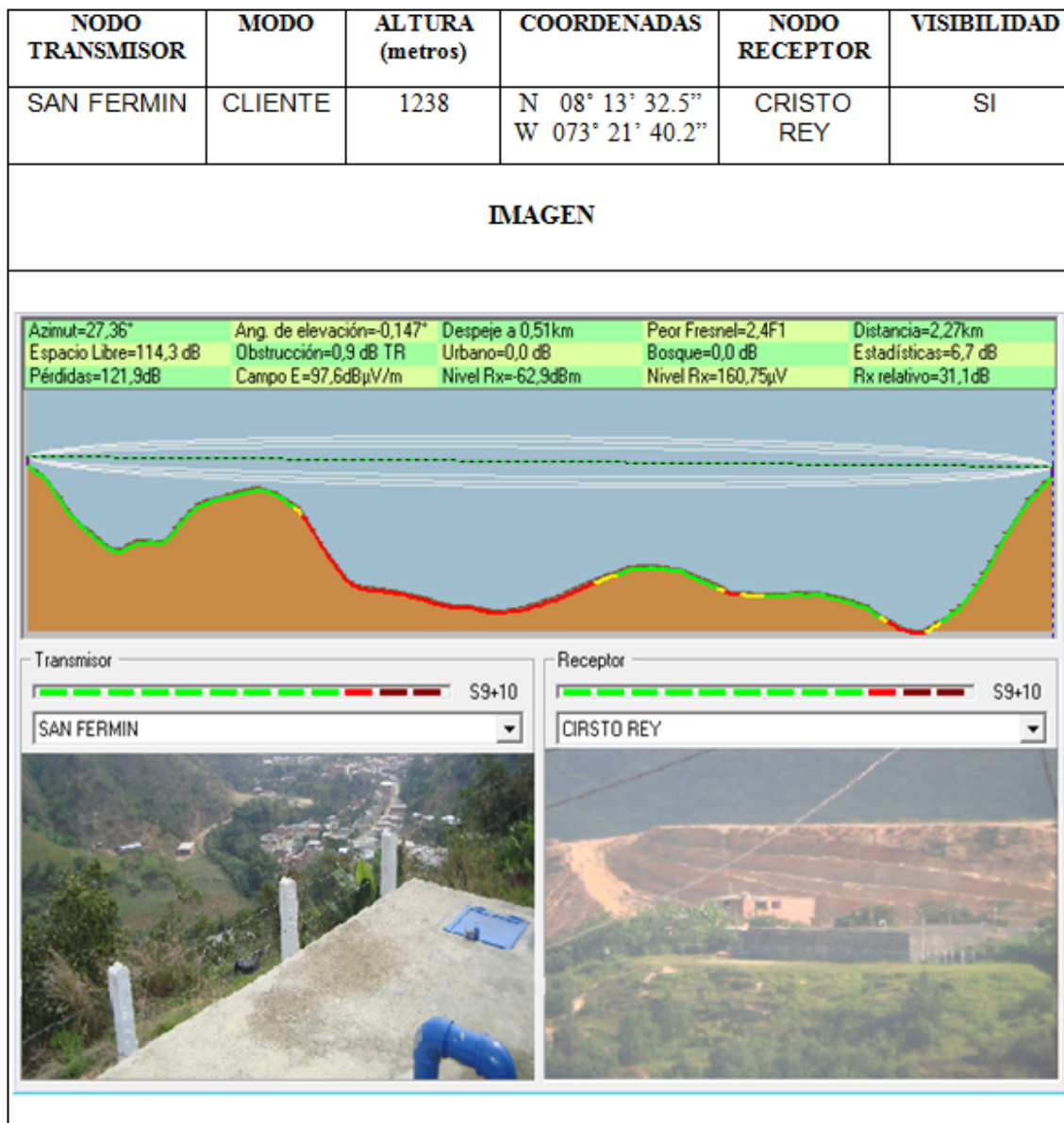
Cuadro 25. Adamiuain-Cristo rey



Fuente: Autores del proyecto.

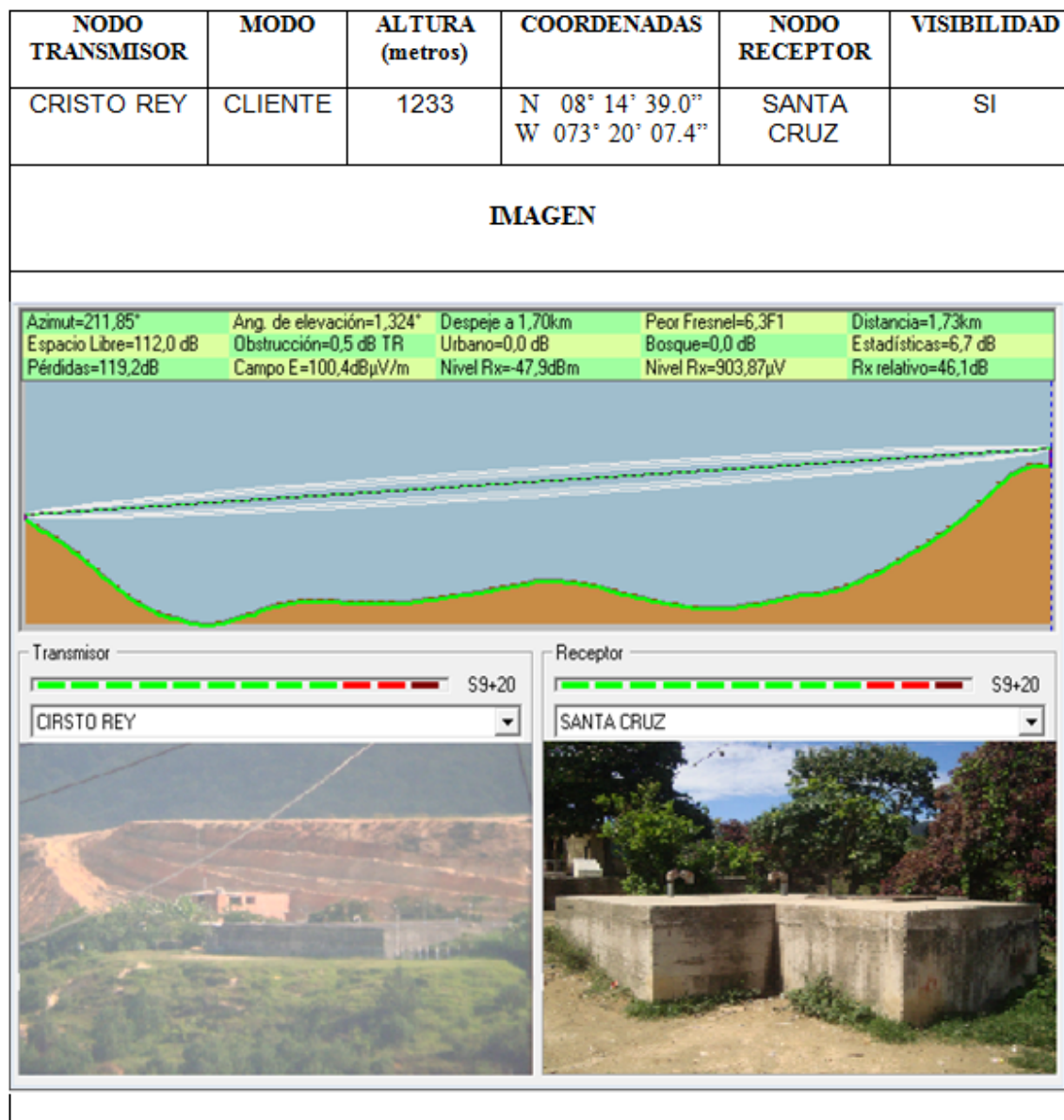
²⁹ http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/rodriguez_m_lr/capitulo4.pdf

Cuadro 26. San Fermín - Cristo Rey



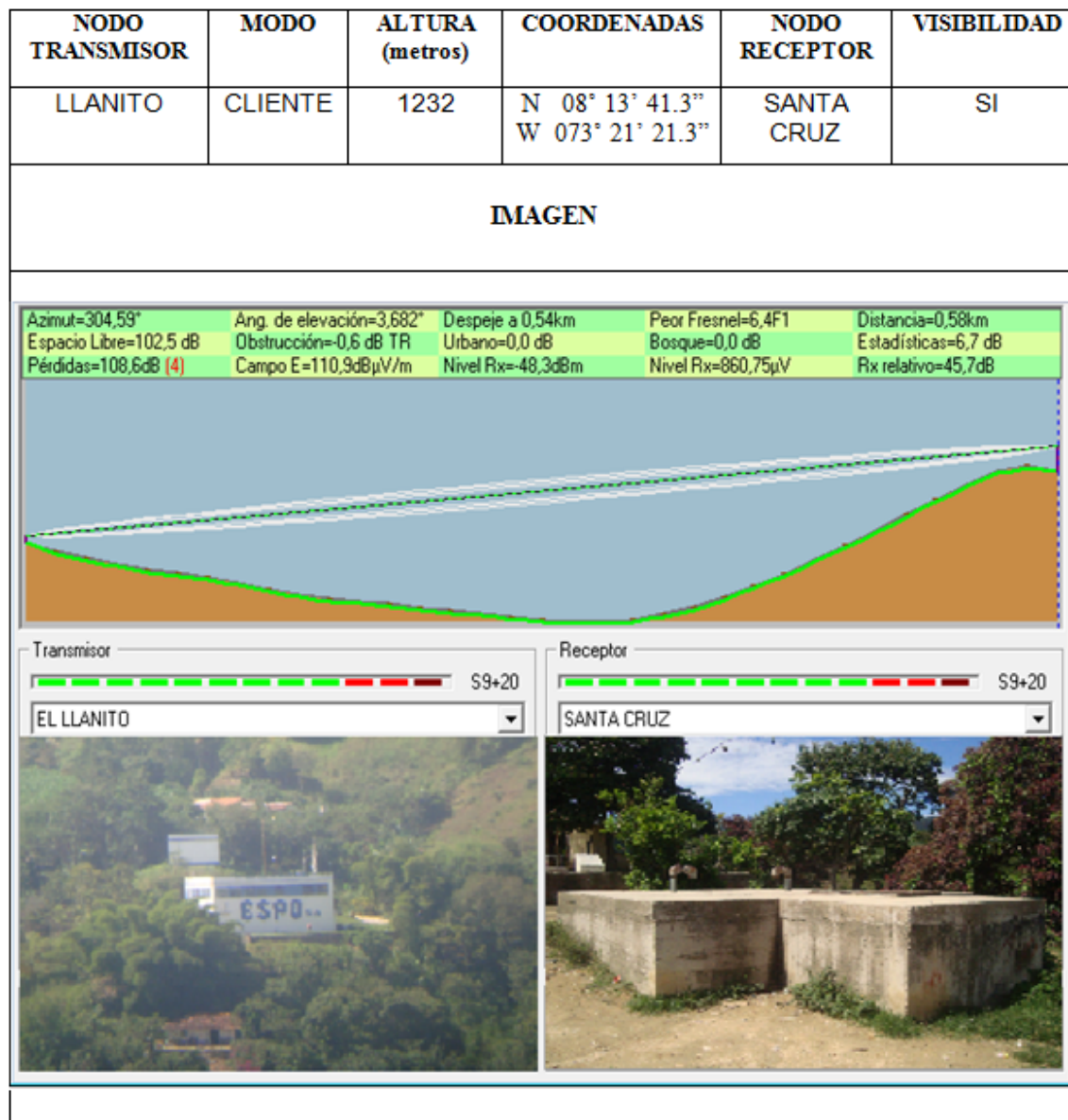
Fuente: Autores del proyecto.

Cuadro 27. Cristo Rey – Santa Cruz



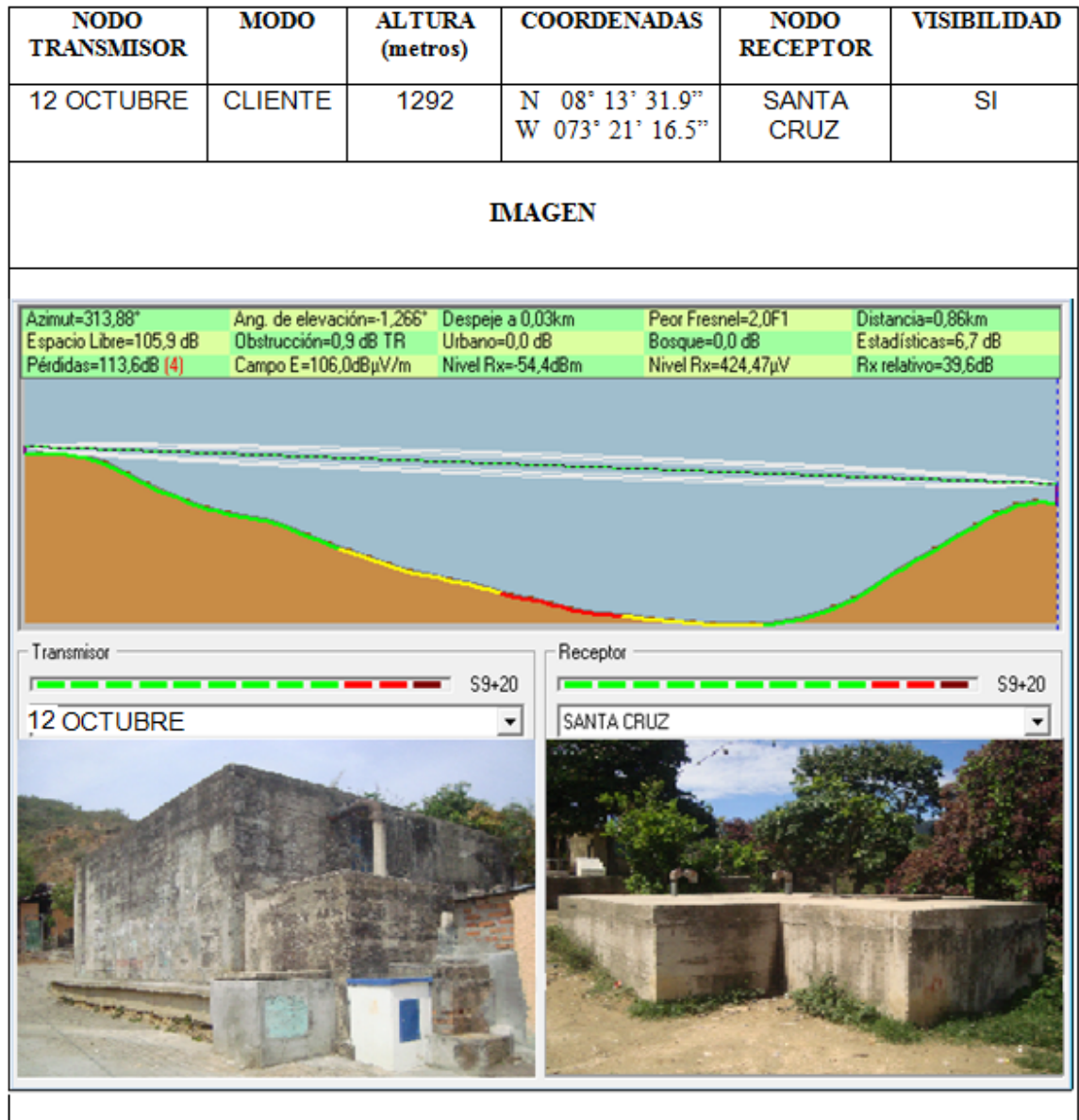
Fuente: Autores del proyecto.

Cuadro 28. El Llanito – Santa Cruz



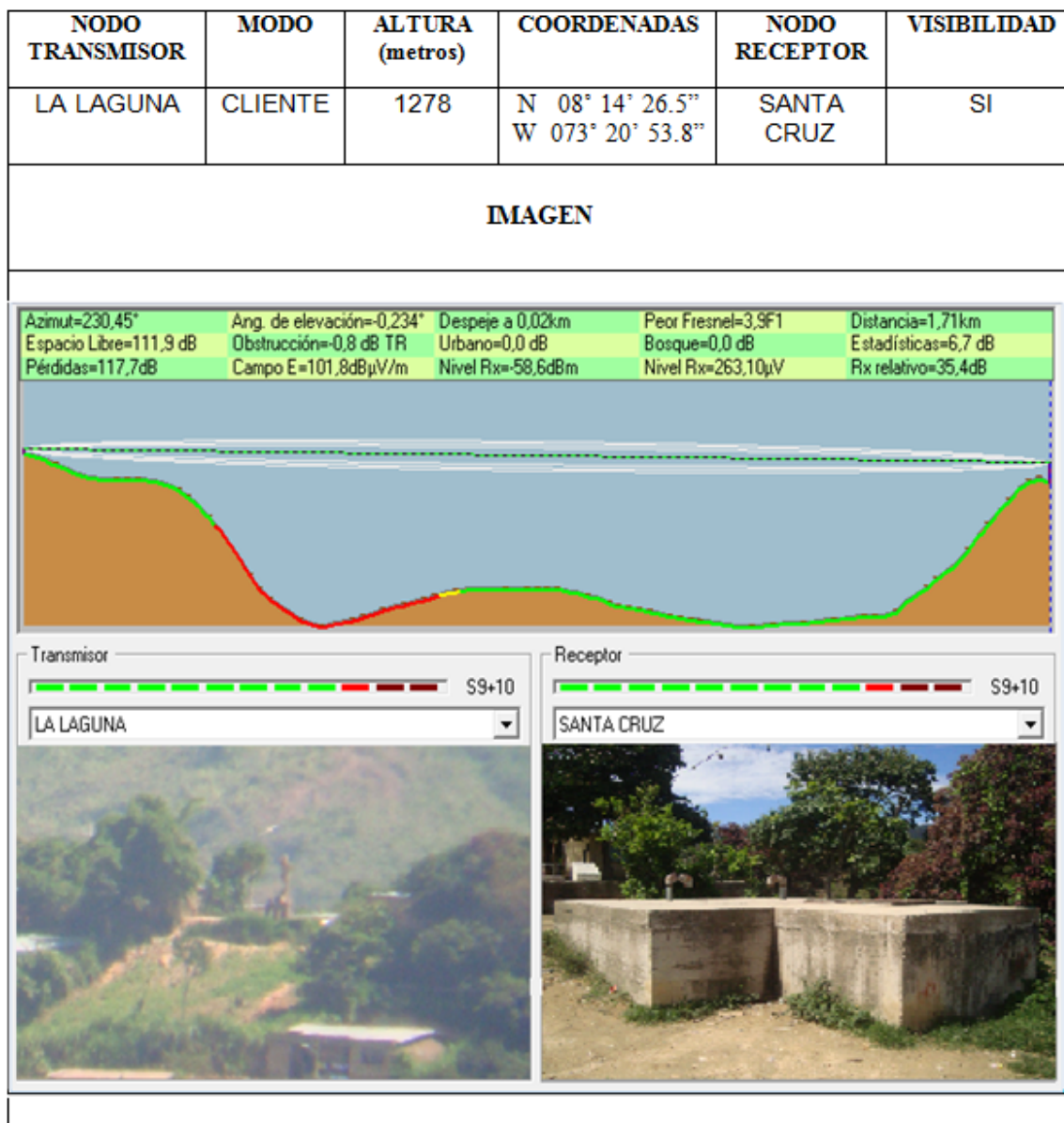
Fuente: Autores del proyecto.

Cuadro 29. 12 de Octubre – Santa Cruz



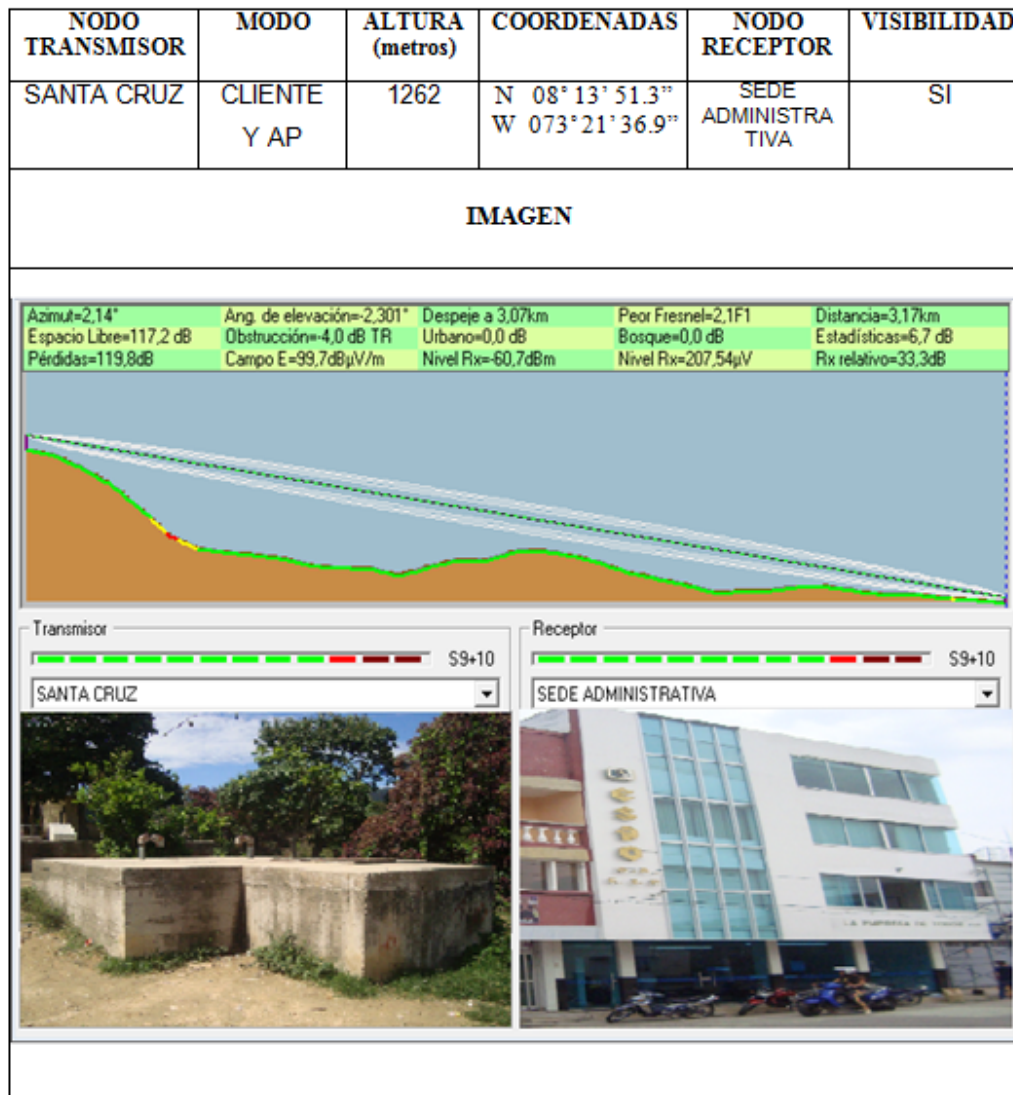
Fuente: Autores del proyecto.

Cuadro 30. La Laguna – Santa Cruz



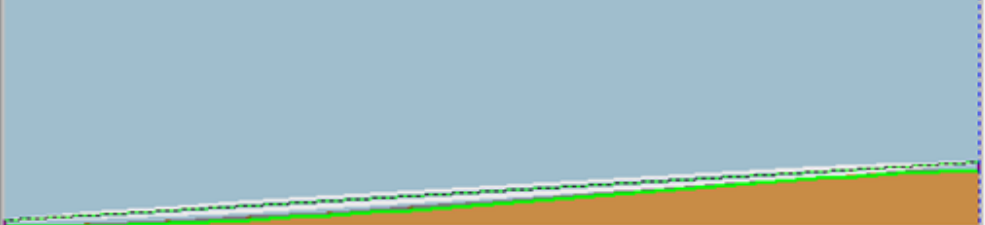






Fuente: Autores del proyecto.

Cuadro 31. Santa Cruz – Sede Administrativa.



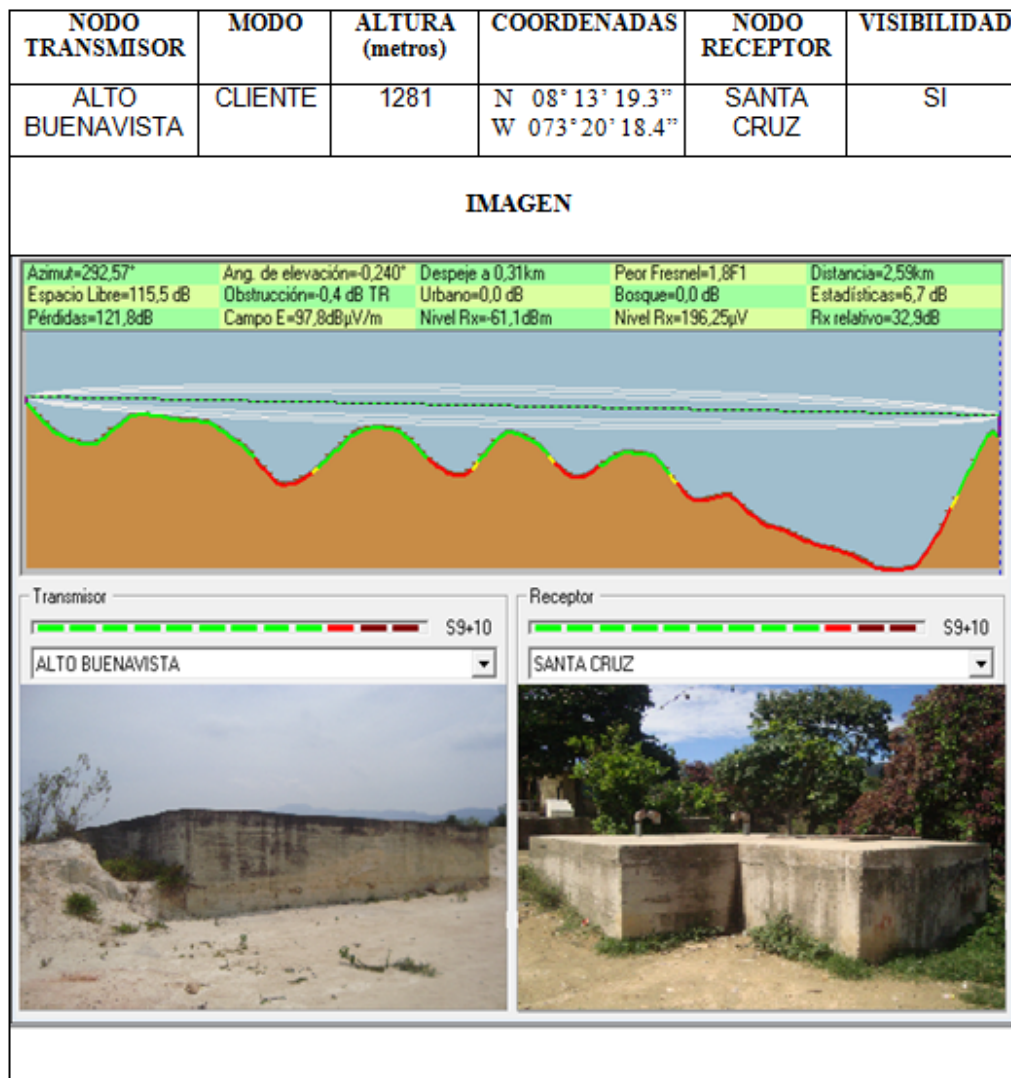
Fuente: Autores del proyecto.

Cuadro 32. Bajo Buenavista – Alto Buenavista

NODO TRANSMISOR	MODO	ALTURA (metros)	COORDENADAS	NODO RECEPTOR	VISIBILIDAD																			
BAJO BUENAVISTA	CLIENTE	1255	N 08° 13' 25.2" W 073° 20' 15.9"	ALTO BUENAVISTA	SI																			
IMAGEN																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="background-color: #e0ffe0;">Azimut=203,59°</td> <td style="background-color: #e0ffe0;">Ang. de elevación=7,902°</td> <td style="background-color: #e0ffe0;">Despeje a 0,17km</td> <td style="background-color: #e0ffe0;">Peor Fresnel=1,9F1</td> <td style="background-color: #e0ffe0;">Distancia=0,21km</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #e0ffe0;">Espacio Libre=93,5 dB</td> <td style="background-color: #e0ffe0;">Obstrucción=0,2 dB TR</td> <td style="background-color: #e0ffe0;">Urbano=0,0 dB</td> <td style="background-color: #e0ffe0;">Bosque=0,0 dB</td> <td style="background-color: #e0ffe0;">Estadísticas=6,5 dB</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #e0ffe0;">Pérdidas=100,2dB (4)</td> <td style="background-color: #e0ffe0;">Campo E=119,3dBμV/m</td> <td style="background-color: #e0ffe0;">Nivel Rx=26,4dBm</td> <td style="background-color: #e0ffe0;">Nivel Rx=1,07E+4μV</td> <td style="background-color: #e0ffe0;">Rx relativo=67,6dB</td> </tr> </table>  <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"> <p>Transmisor</p> <p style="text-align: right;">S9+40</p> <p>BAJO BUENAVISTA</p> </td> <td style="width: 50%;"> <p>Receptor</p> <p style="text-align: right;">S9+40</p> <p>ALTO BUENAVISTA</p> </td> </tr> <tr> <td>  </td> <td>  </td> </tr> </table>						Azimut=203,59°	Ang. de elevación=7,902°	Despeje a 0,17km	Peor Fresnel=1,9F1	Distancia=0,21km	Espacio Libre=93,5 dB	Obstrucción=0,2 dB TR	Urbano=0,0 dB	Bosque=0,0 dB	Estadísticas=6,5 dB	Pérdidas=100,2dB (4)	Campo E=119,3dB μ V/m	Nivel Rx=26,4dBm	Nivel Rx=1,07E+4 μ V	Rx relativo=67,6dB	<p>Transmisor</p> <p style="text-align: right;">S9+40</p> <p>BAJO BUENAVISTA</p>	<p>Receptor</p> <p style="text-align: right;">S9+40</p> <p>ALTO BUENAVISTA</p>		
Azimut=203,59°	Ang. de elevación=7,902°	Despeje a 0,17km	Peor Fresnel=1,9F1	Distancia=0,21km																				
Espacio Libre=93,5 dB	Obstrucción=0,2 dB TR	Urbano=0,0 dB	Bosque=0,0 dB	Estadísticas=6,5 dB																				
Pérdidas=100,2dB (4)	Campo E=119,3dB μ V/m	Nivel Rx=26,4dBm	Nivel Rx=1,07E+4 μ V	Rx relativo=67,6dB																				
<p>Transmisor</p> <p style="text-align: right;">S9+40</p> <p>BAJO BUENAVISTA</p>	<p>Receptor</p> <p style="text-align: right;">S9+40</p> <p>ALTO BUENAVISTA</p>																							
																								

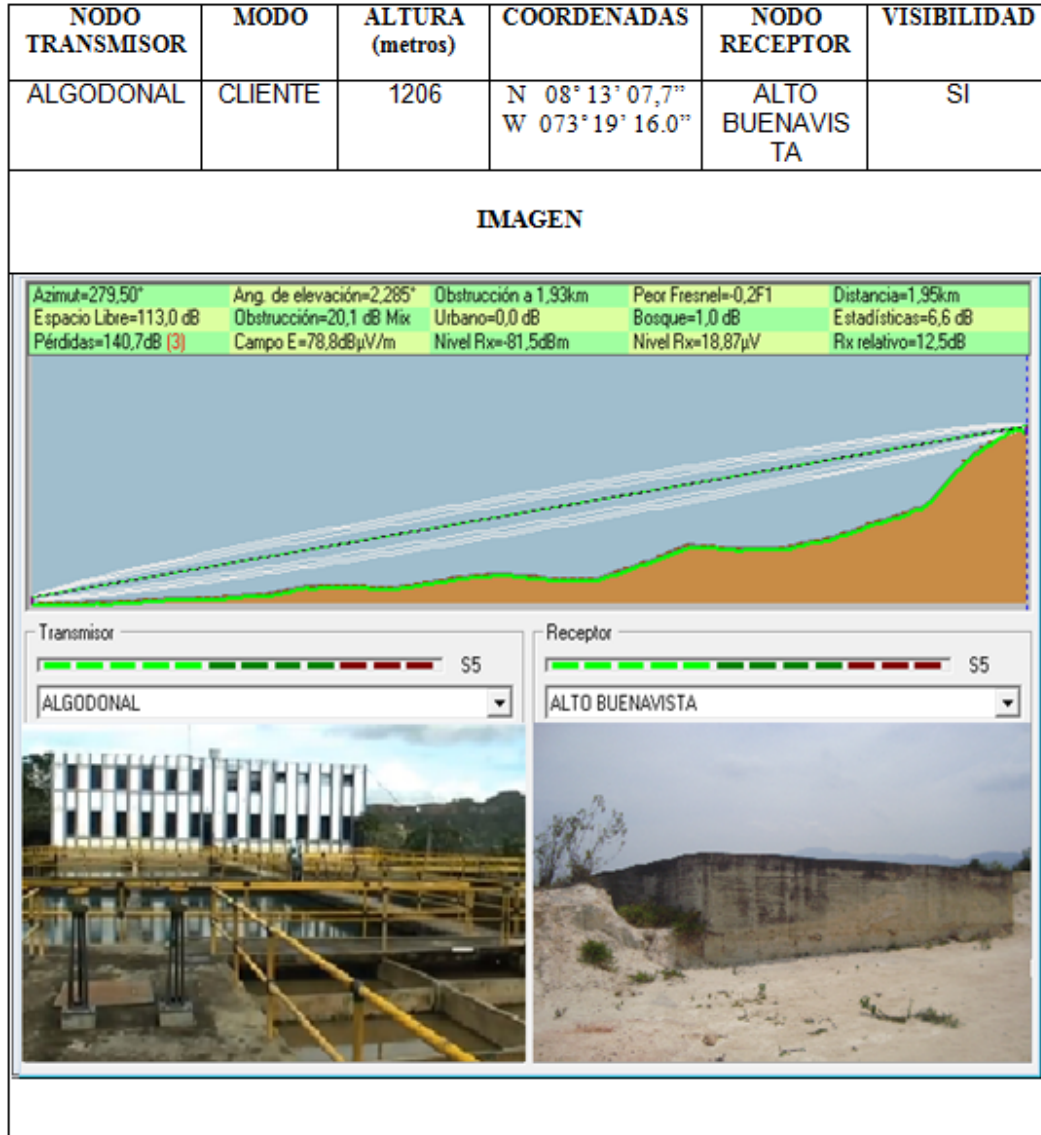
Fuente: Autores del proyecto.

Cuadro 33. Alto Buenavista – Santa Cruz



Fuente: Autores del proyecto.

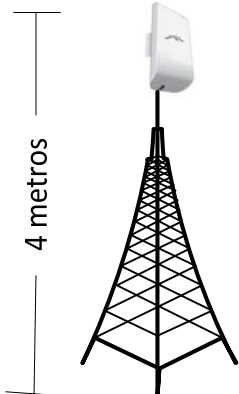
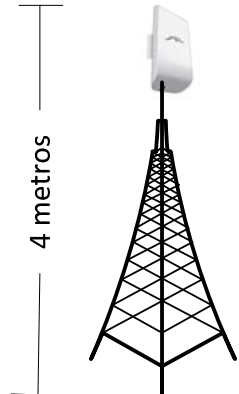
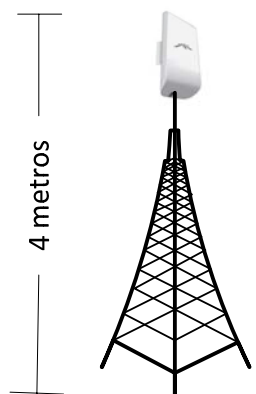
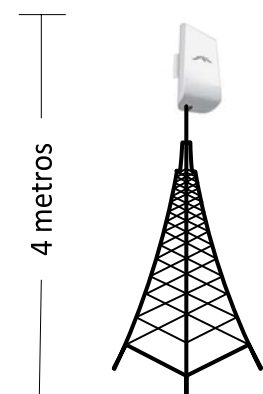
Cuadro 34. Algodonal – Alto Buenavista.



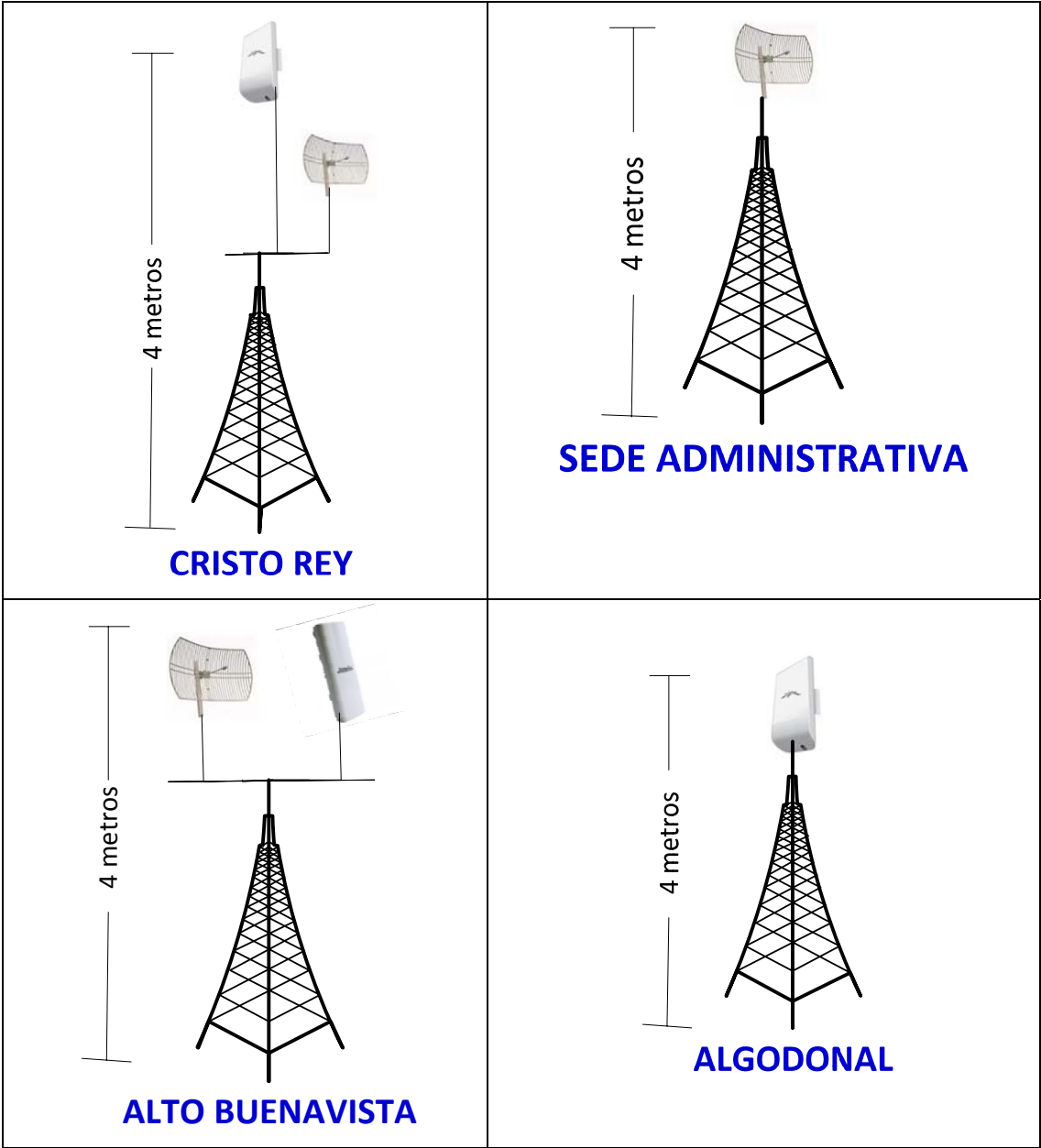
Fuente: Autores del proyecto.

5.7.6 Elección de antenas de comunicaciones. Según el análisis de radiación de las antenas determinamos que la mejor opción de antenas a utilizar son las antenas grilladas semiparabólicas ya que tienen el patrón de radiación más estrecho posible (16° en polarización horizontal, 21° en vertical) con lo que cumple con los parámetros de seguridad en los cuales se establece que a menor anchura mayor alcance de la señal y menor pérdida, en comparación con otras antenas y las antenas NanoStation las cuales por tener un alcance mayor que una omnidireccional y menor que una direccional. Para tener una cobertura de 360° se convierten en una opción favorable para ser utilizada.

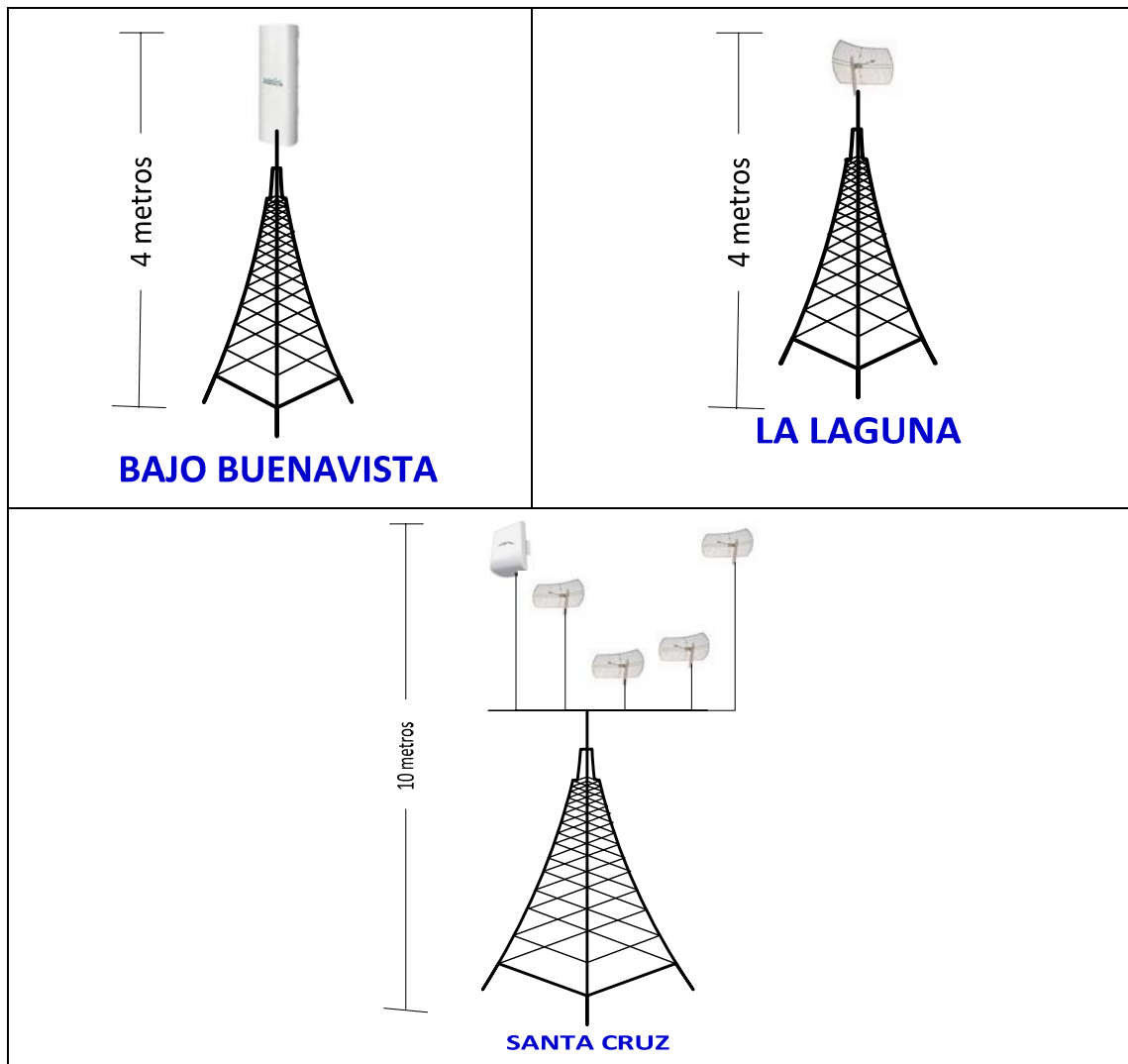
5.7.7 Determinación de la altura a la que debe estar las antenas en las torres

DESCRIPCION DE LAS ALTURAS DE LA ANTENAS	
 <p>4 metros</p> <p>EL LLANITO</p>	 <p>4 metros</p> <p>ADAMIUAIN</p>
 <p>4 metros</p> <p>12 OBTUBRE</p>	 <p>4 metros</p> <p>SAN FERMIN</p>

Fuente: Autores del proyecto.



Fuente: Autores del proyecto.



Fuente: Autores del proyecto.

5.8 PRESUPUESTO DEL PROYECTO.

MATERIAL	CANT. TOTAL	VALOR INITARIO	VALOR TOTAL
CABLE UTP CAT 6	305 (mts)	1500	457.500
CANALETA 13x7	10 (mts)	2.800	28.000
TORRE AUTOSOPORTADA	1 (unidad)	10.000.000	10.000.000
Mástil	10 (unidad)	100.000	1.000.000
ANTENA GRILLADA	8 (unidad)	230.000	1.840.000
ANTENA NANO STATION	9 (unidad)	210.000	1.890.000
RADIO MIKROTIK RB433	1 (unidad)	900.000	900.000
TOMACORRIENTES dobles	20 (unidad)	5.000	10.000
RACK DE TELECOMUNICACIONES	1 (unidad)	600.000	600.000
CISCO SWITCH SF 100D-16 PUERTOS	1 (unidad)	240.000	240.000
CÁMARA DE SEGURIDAD	1 (unidad)	230.000	230.000
PATCH PANEL	1 (unidad)	70.000	70.000
COMPUTADOR AMD FX6 6300 6 NUCLEOS 3.5GHZ	2 (unidad)	1.330.000	2.660.000
IMPRESORA LASER SAMSUNG SCX3405W	1 (unidad)	220.000	220.000
JACK RJ45 CAT 6	8 (unidad)	5.600	44.800
FACE PLATE DOBLE RJ45	6 (unidad)	5.000	30.000
ALAMBRE NUMERO 12 COLOR VERDE	1 rollo (unidad)	100.000	100.000
ALAMBRE NUMERO 10 COLOR VERDE	1 rollo (unidad)	80.000	80.000
ALAMBRE NUMERO 12 COLOR NEGRO	1 rollo	100.00	100.000
ALAMBRE NUMERO 12 COLOR BLANCO	1 rollo	100.00	100.000
UPS 3 KVA	1 (unidad)	2.000.000	2.000.000
POLO A TIERRA PIE DE GANSO	1 (unidad)	1.000.000	1.000.000
POLO A TIERRA	10 (unidad)	250.000	2.500.000
SUBTOTAL			26.100.300
IVA 16 %			4.176.048
TOTAL PRESUPUESTO			30.276.348

6. CONCLUSIONES

Ante la inexistencia de una red que interconecte los nodos del Sistema de Acueducto del río Algodonal, el diseño de la red propuesta busca solucionar en parte este problema.

Este proyecto brindara a la empresa de servicios públicos ESPO S.A., una solución MAN que contiene características de confiabilidad, seguridad, escalabilidad y facilidad de administración, cumpliendo de esta manera con los requerimientos de la empresa en cuanto a su capacidad de adaptarse a los cambios, entrando en ese grupo de empresas que tiene como materia prima el agua y usan para su tratamiento las TICs.

El proyecto brinda la documentación y procedimientos necesarios que facilitaran la administración y monitoreo de la red de datos del Sistema de Acueducto del rio Algodonal.

Para la elaboración del diseño de la MAN se tuvieron en cuenta todos los aspectos legales dados por el Ministerio de Comunicaciones de Colombia en relación al uso libre, además evaluar las diferentes alternativas de configuración de los equipos y antenas.

7. RECOMENDACIONES

Dentro de la pretensiones de la empresa por mantenerse a la vanguardia en cuanto a tecnología, manejo de los datos y seguridad de los mismos se ve necesaria la adquisición de los elementos activos recomendados en el diseño LAN y MAN ya que son equipos de alta confiabilidad, seguridad, calidad y rendimiento.

Finalmente se ve necesario implementar el proyecto ya que permite a la empresa soportar las nuevas tecnologías que se tenían previstas como por ejemplo el sistema de vigilancia IP, teniendo además la documentación y políticas de informática, también brinda soporte tecnológico para la comunicación entre la sede principal, plantas de tratamiento y los tanques de almacenamiento de agua.

BIBLIOGRAFÍA

ACOSTA, Ynarud, Diseño de un sistema de vigilancia controlado por cámaras IP para el laboratorio clínico “emlab guayana” c.a. san felix – estado bolívar, República Bolivariana de Venezuela Instituto Universitario Politécnico “Santiago Mariño”, febrero de 2011.

REDOLÍ GRANADOS, Judith, Redes metropolitanas de banda ancha: presente y futuro, Universidad de Valladolid, Agosto 2007.

Cisco Networking Academy Módulo 3.

MADRID MOLINA, Juna Manuel. Análisis Seguridad en redes inalámbricas 802.11, Universidad Icesi. SISTEMAS & TELEMÁTICA. 2004.

TANENBAUM, Andrew S. Redes de computadoras. 4ª edición. España: Pearson. 2003. ISBN 9789702601623.

MCGRAW-HILL, Alfredo Abad Domingo. Redes de Area Local. 3ª edición. España: 2005. ISBN 844819974X, 9788448199746.

MCGRAW-HILL, Randall K. Nichols. Seguridad Para las Comunicaciones Inalámbricas: Redes, Protocolos, criptografía y soluciones. 1ª edición. 2004. ISBN 9701047818, 9787701047811.

MCGRAW-HILL, Leon-Garcia, Alberto. Redes de Computadores. 1ª edición. Mexico: 2002. ISBN 8848131975.

MCGRAW-HILL, Forouzan, Behrouz A. Transmisión de Datos y Redes de Comunicación. 2ª edición. España: 2002. ISBN 8448133900.

ALFAOMEGA, Huidobro Moya, José Manuel. Redes de Datos y Convergencia IP. 1ª edición. México: 2007. ISBN 9789701512784.

PEARSON EDUCACION, Stallings, William. Fundamentos de Seguridad en Redes Aplicaciones y Estándares. 2ª edición. México: 2004. ISBN 8420540021.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

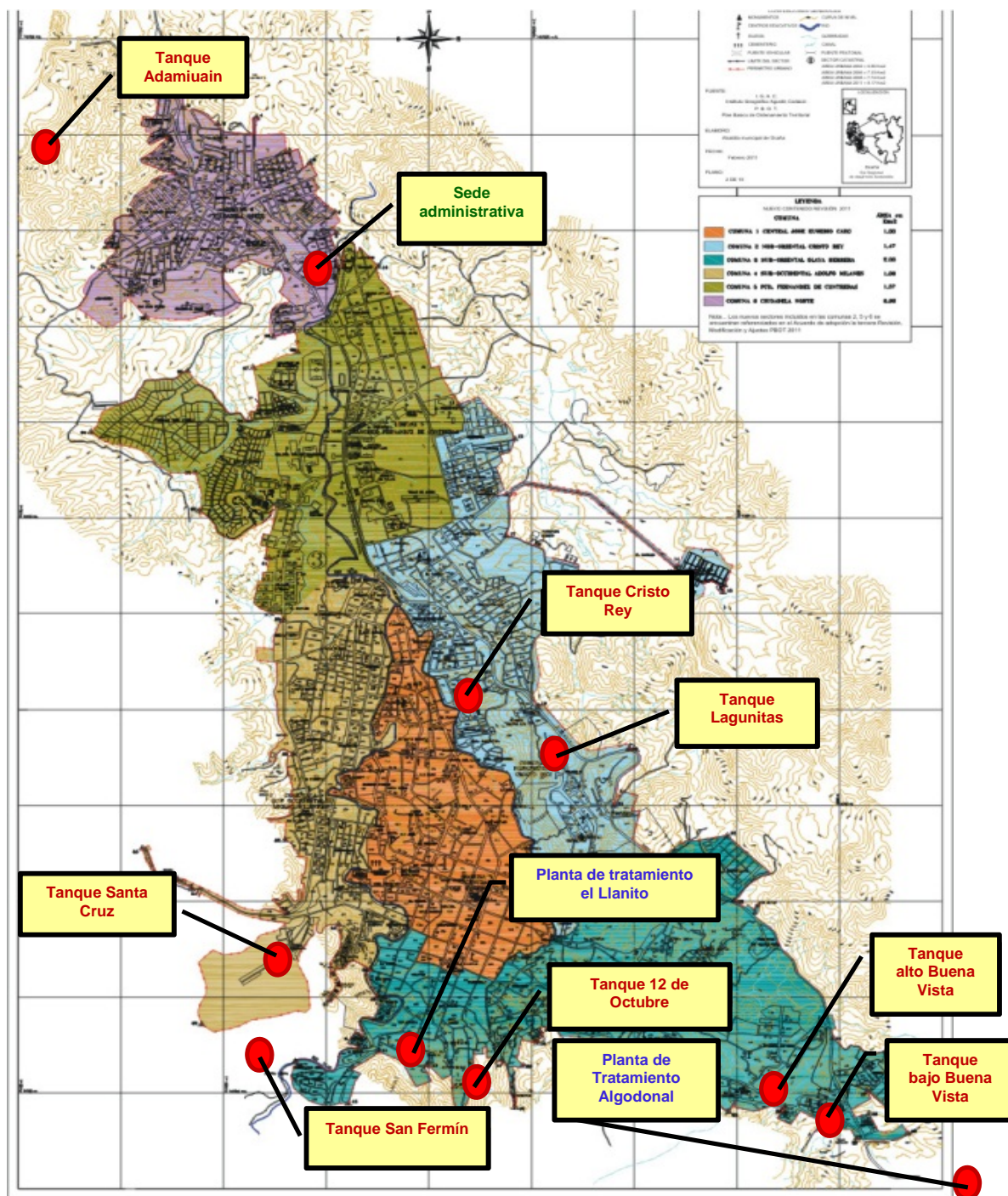
- <http://www.cisco.com/web/LA/soluciones/la/wlan/index.html>
- http://www.ehowenespanol.com/componentes-red-lan-lista_74510/
- <http://www.mcgraw-hill.es/bcv/guide/capitulo/8448169468.pdf>
- <http://www.tiposde.org/informatica/515-tipos-de-software-de-aplicacion/>
- <http://www.ihardware.es/>
- <http://www.masadelante.com/faqs/software-hardware>
- <http://www.masadelante.com/faqs/servidor>
- <http://www.jtech.ua.es/j2ee/2003-2004/abierto-j2ee-2003-2004/sa/sesion1-apuntes.htm>
- <http://searchdatacenter.techtarget.com/es/noticias/2240165239/Introduccion-al-almacenamiento-en-red-NAS>
- <http://informatica.iescuravalera.es/iflica/gtfinal/libro/c326.html>
- <http://www.informatica-hoy.com.ar/hardware-pc-desktop/Que-es-un-router.php>
- <http://www.cisco.com/web/solutions>
- http://www.cisco.com/web/solutions/smb/espanol/productos/inalambrica/punto_acceso
- http://www.ecured.cu/index.php/Red_de_%C3%81rea_Metropolitana
- http://docs.oracle.com/cd/E26921_01/html/E25833/fpjve.html
- <http://slyberenice.blogspot.com/2013/04/unidad-1-introduccion.html>
- <http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/jbriceno/transmisiones/comdiP1.pdf>
- <http://www.articuloz.com/seguridad-articulos/que-son-las-camaras-de-vigilancia-4729559.html>
- <http://www.articuloz.com/seguridad-articulos/que-son-las-camaras-de-vigilancia-4729559.html>
- http://es.omega.com/prodinfo/sondas-de-nivel-medicion_es.html

<http://es.kioskea.net/s/redes+inalambricas>

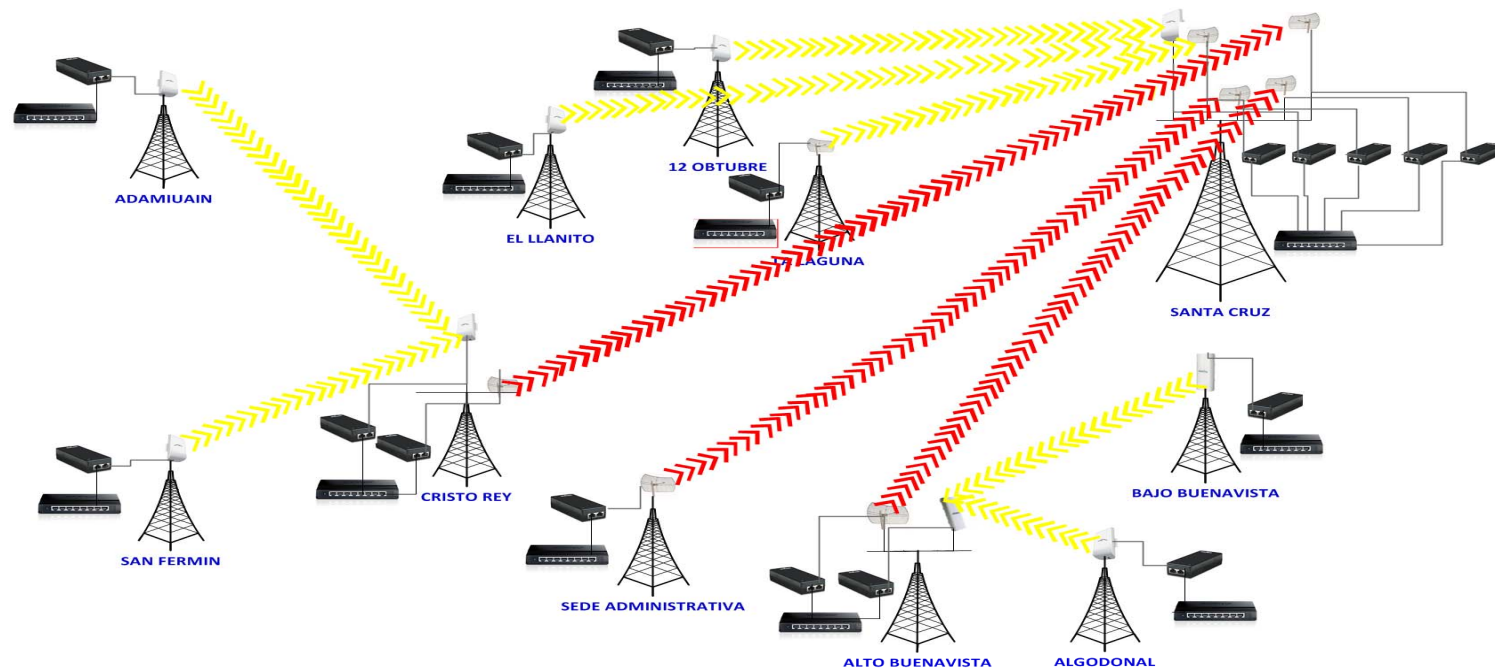
http://www.fau.ucv.ve/documentos/noticias/ley_tecnologia_informacion.pdf

ANEXOS

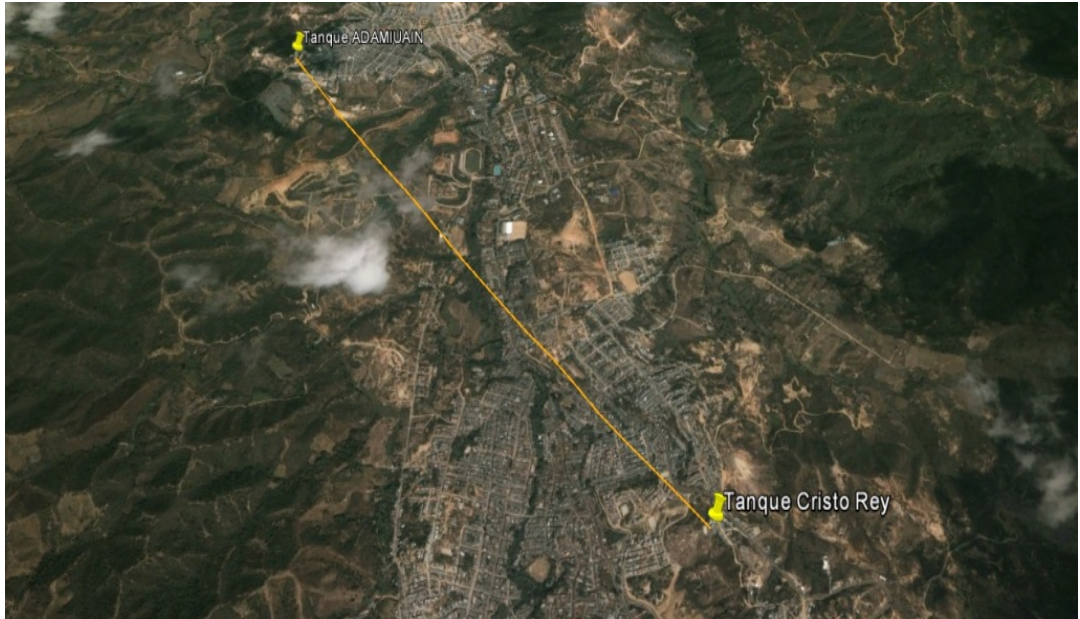
Anexo A. Ubicación de los tanques, plantas de tratamiento y sede administrativa en el mapa de Ocaña



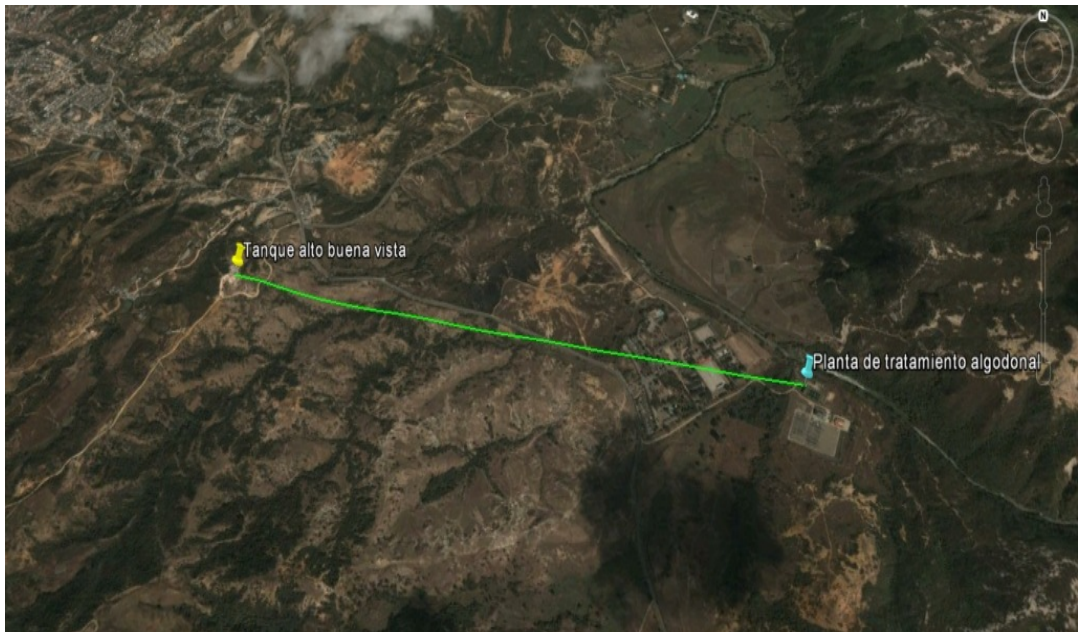
Anexo B. Esquema de distribución de antenas



Anexo C. línea de vista Adamiuain - Cristo Rey y Algodonal - Alto Buenavista



Línea de vista Algodonal - Alto Buenavista



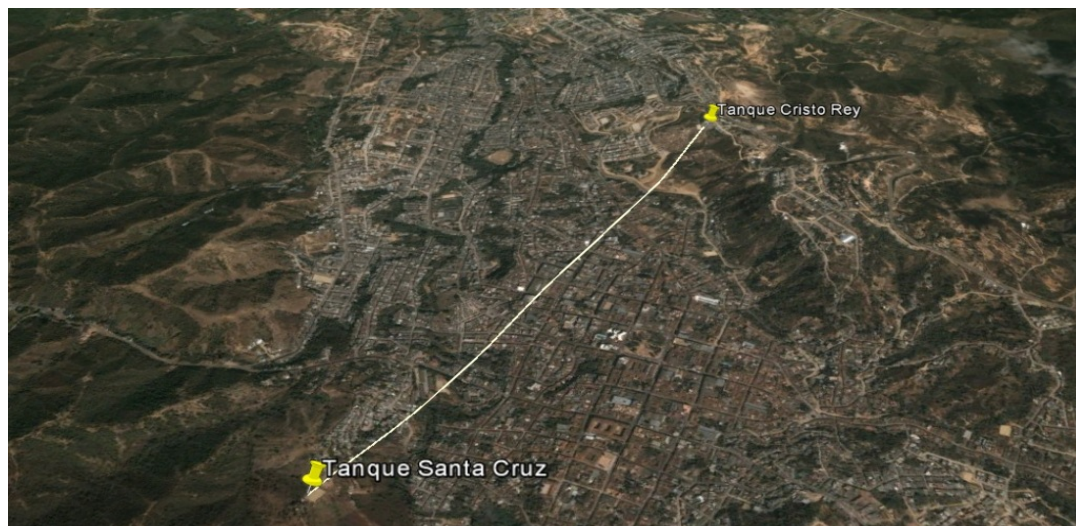
**Anexo D. línea de vista Alto Buenavista - Bajo Buenavista Y Alto Buenavista
– Santa Cruz**



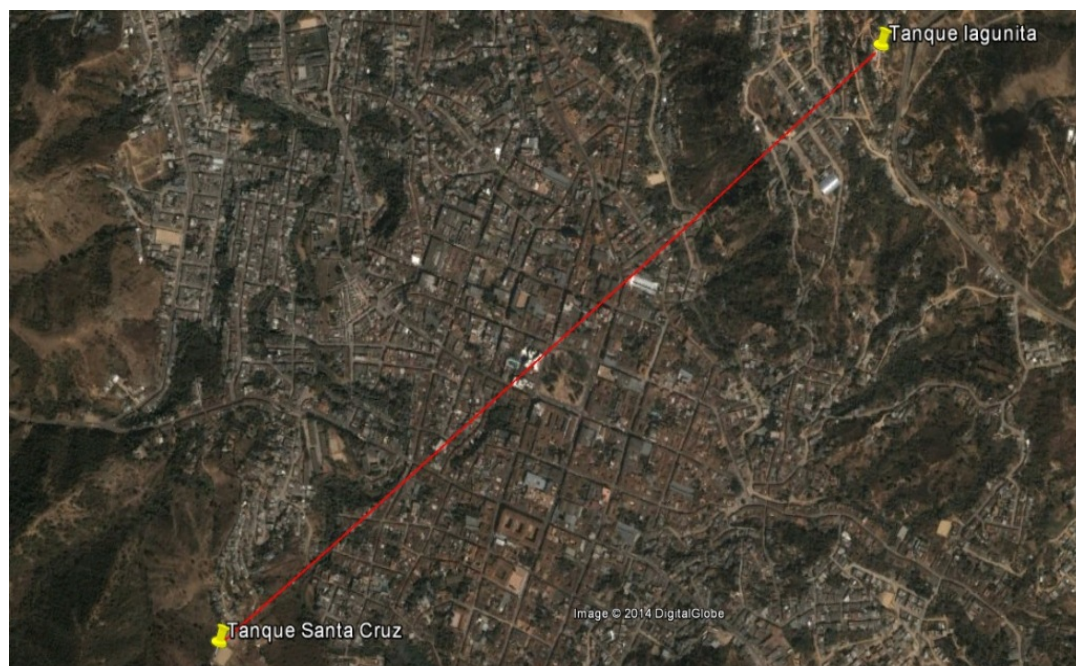
Línea de vista Alto Buenavista – Santa Cruz



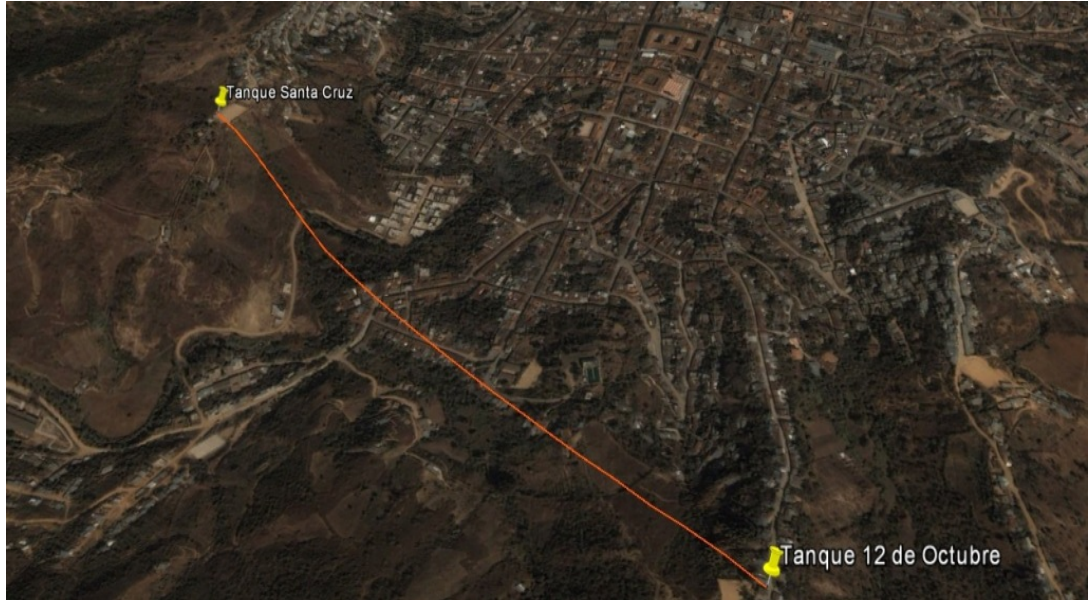
Anexo E. línea de vista Cristo Rey – Santa Cruz Y La Laguna – Santa Cruz



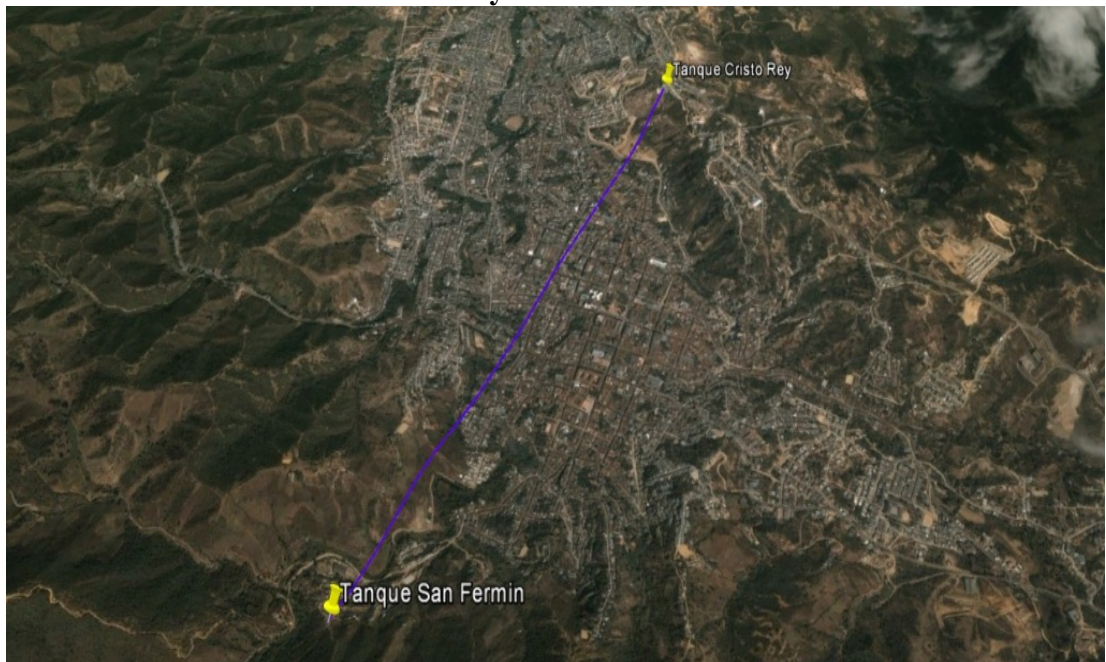
Línea de vista La Laguna – Santa Cruz



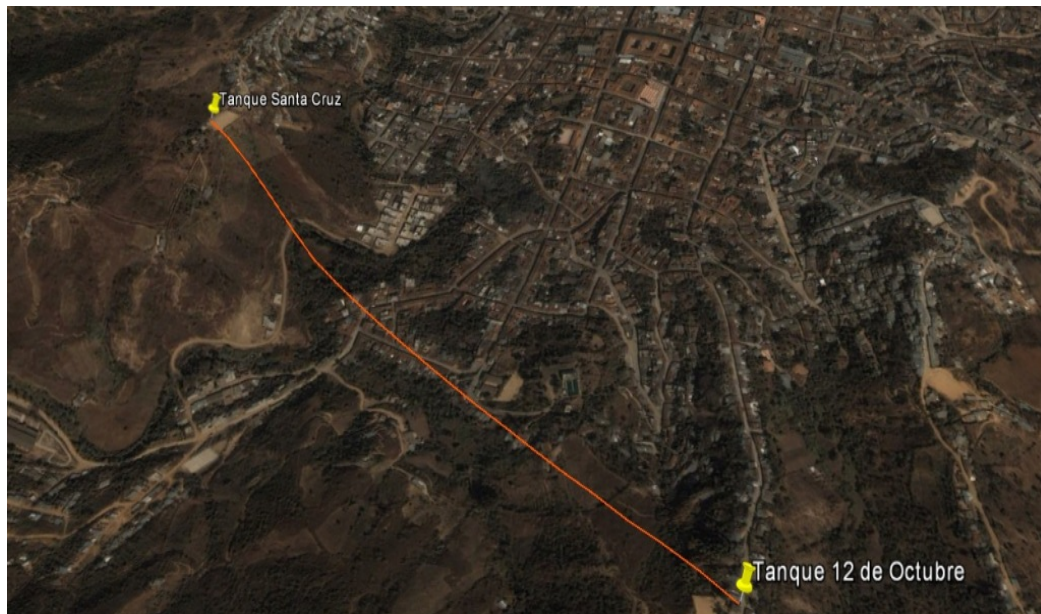
Anexo F. Línea de vista Llanito – 12 Octubre Y San Fermín – Cristo Rey



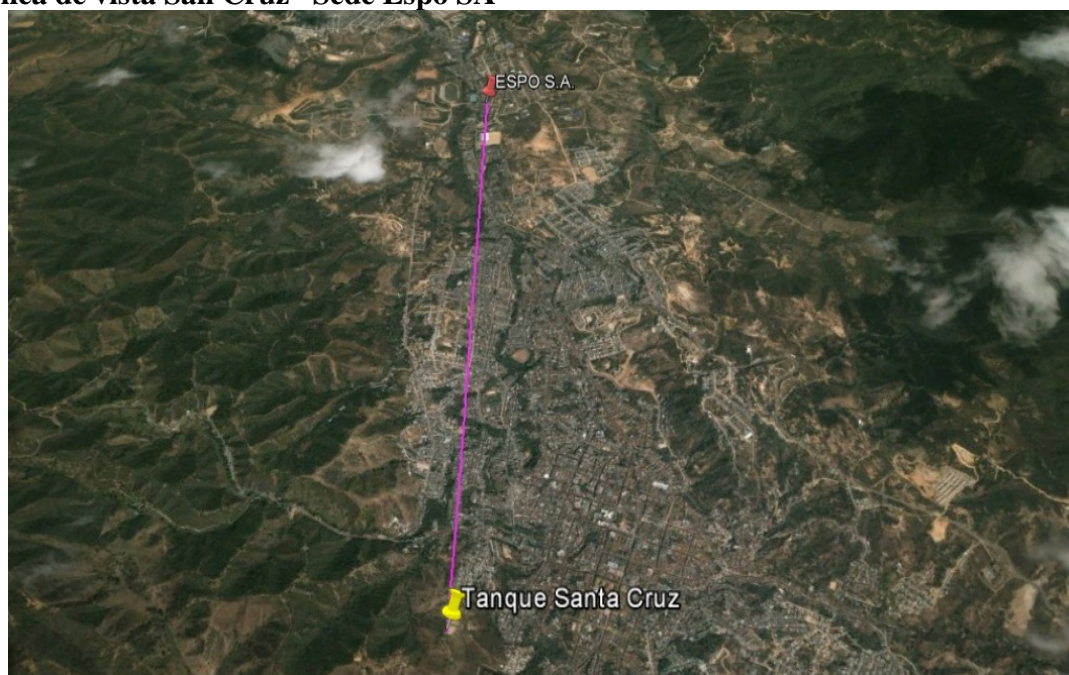
Línea de vista San Fermín – Cristo Rey



Anexo G. Línea de vista San Cruz– 12 Octubre Y San Cruz– Sede Espo SA



Línea de vista San Cruz– Sede Espo SA



Anexo H. Vista Panorámica En Google Earth

