



**UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA**  
**SEDE CUENCA**

**CARRERA DE INGENIERIA EN SISTEMAS**

**Tesis previa a la obtención del  
Título de Ingeniería en Sistemas**

**Análisis y diseño de sistemas de comunicación para la empresa  
“Compufácil Cía. Ltda.”**

**AUTOR:**

**Sarango Puma Andrea Mariuxi**

**DIRECTOR:**

**Ingeniero Mauricio Ortiz**

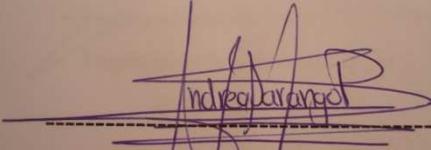
**Cuenca, Abril del 2012**



## DECLARACIÓN

Yo, **Sarango Puma Andrea Mariuxi**, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación personal; y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen dentro de este documento escrito.

A través de la presente declaración cedomi derecho de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la Universidad Politécnica Salesiana, según lo establecido por la ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.



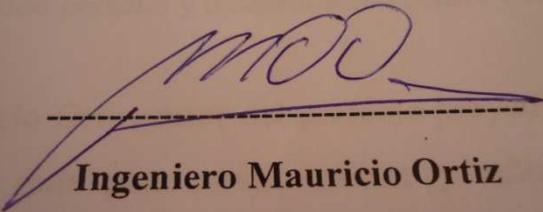
**Sarango Puma Andrea Mariuxi**

**Sarango Puma Andrea Mariuxi**



## CERTIFICACIÓN

Certifico que bajo mi dirección la señorita **Sarango Puma Andrea Mariuxi** desarrolló el proyecto titulado: **Análisis y diseño de sistemas de comunicación para la empresa “Compufácil Cía. Ltda.”**



**Ingeniero Mauricio Ortiz**  
**DIRECTOR**

**Ingeniero Mauricio Ortiz**

**DIRECTOR**



## AGRADECIMIENTO

Mi más sincero y profundo agradecimiento a todos quienes conforman la Universidad Politécnica Salesiana, autoridades y facultad de Ingeniería de Sistemas a través de todo el personal que la conforma de manera especial a su Director de Carrera Ing. Diego Quinde, por darme la oportunidad y brindarme su ayuda para poder culminar con este proyecto de tesis y con mi carrera; extendiendo mi agradecimiento a los docentes que brindan la oportunidad de impartir la enseñanza a los futuros profesionales preparándonos en retos mayores que de seguro nos servirán día a día en nuestra vida profesional y por permitirme cursar mis estudios en su prestigiosa institución educativa y ofrecerme la mejor educación humana y técnica.

Agradezco también a la empresa Compufácil Cía. Ltda., a su Gerente el Ing. Ricardo Ramírez y a través suyo a todo su personal por permitirme realizar mi trabajo de titulación, brindándome siempre su apoyo y facilidades para la investigación, así mismo por permitirme crecer como persona y desarrollarme dentro del área profesional.

Agradezco al Ing. Mauricio Ortiz, tutor del presente proyecto por brindarme su apoyo, tiempo, conocimientos y guía para poder realizar y culminar con éxito el presente proyecto.



## DEDICATORIA

No existen palabras para poder describir la alegría que llevo en mi interior por la culminación del presente proyecto pospuesto hace algunos años, quiero dedicarlo a Dios por haberme demostrado que su paciencia y amor se han visto reflejados en todas las personas que me han apoyado para concluir este proyecto, de manera especial a mis padres Victor y Martha por todo su tiempo, cariño, amor y por no abandonarme nunca en la obtención de un título profesional.

Daniela y David mis hermanos por todo su amor, comprensión y ayuda sin ustedes nada de esto hubiera sido posible, gracias por haberlos sentido a mi lado en todos los momentos difíciles y más ahora en los momentos alegres.

Andrés este proyecto te dedico por todas las cosas buenas que hemos podido vivir en este tiempo, por permitirme crecer contigo y por demostrarme que con una sonrisa se pueden corregir errores y ser mejores personas todos los días.



## INDICE

Declaración .....	I
Certificación.....	II
Agradecimiento.....	III
Dedicatoria.....	IV

### CAPITULO I

<b>1. DESCRIPCION DEL PROYECTO .....</b>	<b>1</b>
<i>1.1 HISTORIA, MISION Y VISION .....</i>	<i>13</i>
1.1.1 Introducción.....	13
1.1.2 Historia de la empresa Computadoras y Facilidades Cía. Ltda.....	13
1.1.3 Misión.....	16
1.1.4 Visión.....	16
<i>1.2 PLANTEAMIENTO Y JUSTIFICACION DEL PROYECTO .....</i>	<i>17</i>
1.2.1 Planteamiento del Proyecto.....	17
1.2.1.1 Cableado estructurado.....	17
1.2.1.2 Sistema inalámbrico de comunicación.....	18
1.2.2 Sistematización del Problema .....	19
1.2.3 Justificación del proyecto.....	20
<i>1.3 ESTRUCTURA DE LA EMPRESA COMPUFACIL CIA. LTDA. ....</i>	<i>22</i>
1.3.1 Organigrama .....	22
1.3.2 Productos y servicios .....	22
1.3.2.1 Ventas .....	23
1.3.2.2 Alquiler .....	23
1.3.2.3 Mantenimiento .....	24
1.3.3 Descripción de puestos de trabajo.....	25
1.3.4 Talento humano .....	27
<i>1.4 SITUACION ACTUAL DE LA EMPRESA COMPUFACIL CIA. LTDA. ....</i>	<i>27</i>
1.4.1 Espacio físico.....	28
1.4.2 Problemas de comunicación.....	29

### CAPITULO 2

<b>2. ANALISIS Y REDISEÑO DEL SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO .....</b>	<b>31</b>
<i>2.1 INTRODUCCION Y CONCEPTOS AL SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO... 31</i>	<i>31</i>
2.1.1 Introducción al Sistema de Cableado Estructurado.....	31
2.1.1.1 Origen del Cableado Estructurado .....	31



2.1.1.2	Introducción al sistema de cableado estructurado.....	32
2.1.2	Conceptos introductorios al cableado estructurado.....	34
2.1.2.1	Concepto de red .....	35
2.1.2.2	Clasificación de redes de computador.....	35
2.1.2.3	Topología de redes.....	37
2.1.2.4	Medios de transmisión .....	39
2.1.2.5	Protocolo de Redes .....	39
2.2	<b>ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURAL.....</b>	<b>43</b>
2.2.1	Procedimientos para elaborar un sistema de cableado estructural .....	45
2.2.2	Elementos de un sistema de cableado estructurado.....	46
2.2.2.1	Punto de demarcación .....	48
2.2.2.2	Sala de equipamiento y telecomunicaciones.....	49
2.2.2.3	Área de trabajo.....	54
2.2.2.4	Cableado backbone o cableado vertical .....	55
2.2.2.5	Cableado horizontal .....	57
2.2.2.6	Administración.....	60
2.3	<b>DISEÑO DE DIAGRAMAS DE RED.....</b>	<b>62</b>
2.3.1	Distribución departamental actual.....	62
2.3.2	Diseños de diagramas de red.....	66
2.3.2.1	Diseños actuales de la red de Compufácil Cía. Ltda.....	66
2.3.2.3	Diseños de distribución físico para Compufácil Cía. Ltda.....	69
2.3.2.4	Distribución lógica para la red de Compufácil Cía. Ltda.....	70
2.3.2.5	Diseños VLAN para la red de Compufácil Cía. Ltda.....	73
2.3.2.6	Diseños físicos y lógicos para servicio de voz.....	74
2.4	<b>DESCRIPCION DE MATERIALES.....</b>	<b>77</b>
2.4.1	Cableado Backbone o vertical.....	78
2.4.2	Cableado Horizontal/Cable Par Trenzado UTP Categoría 6.....	79
2.4.3	Canaletas .....	80
2.4.4	Patch Cord.....	81
2.4.5	Patch Panel.....	81
2.4.6	Switchs.....	82
2.4.7	Rack .....	83
2.4.8	Conector RJ45.....	84
2.4.9	Conector ST multimodo.....	84
2.4.10	Face Plate.....	84
2.5	<b>DIRECCIONAMIENTO IP.....</b>	<b>85</b>
2.5.1	Concepto de direccionamiento IP .....	85
2.5.2	Tipos de direcciones .....	86



2.5.2.1	IP dinámica .....	86
2.5.2.2	IP Fija.....	87
2.5.2.3	Direcciones Privadas.....	88
2.5.3	Clases de direcciones IP.....	88
2.5.4	Máscara de subred.....	90
2.5.5	Creación de subredes .....	90
2.5.6	Distribución de las direcciones IP.....	91
2.5.7	Distribución lógica y usuarios de la empresa Compufácil Cía. Ltda. ....	92

**CAPITULO 3**

<b>3</b>	<b>ANALISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA INALAMBRICO DE COMUNICACIÓN .....</b>	<b>93</b>
3.1	<i>INTRODUCCION Y CONCEPTOS.....</i>	93
3.1.1	Introducción .....	93
3.1.2	Conceptos de sistemas inalámbricos.....	94
3.1.2.1	Orígenes de la comunicación inalámbrica .....	95
3.1.2.2	Concepto de WLAN .....	97
3.1.2.3	Ventajas y desventajas de una red WLAN.....	98
3.1.2.4	Funcionamiento de las redes inalámbricas.....	98
3.1.2.5	Antenas y clasificación de antenas.....	100
3.2	<i>CLASIFICACION, ARQUITECTURA Y PROTOCOLOS DE ENLANCES INALAMBRICOS</i> <i>106</i>	
3.2.1	Clasificación de las redes inalámbricas.....	106
3.2.1.1	Wireless Personal Area Network (WPAN).....	106
3.2.1.2	Wireless Local Area Network (WLAN) .....	107
3.2.1.3	Wireless Metropolitan Area Network (WMAN).....	108
3.2.2	Arquitectura de redes inalámbricas.....	109
3.2.2.1	Redes ad-hoc sin infraestructura (IBSS Independent Basic Service Set).....	109
3.2.2.2	Redes con infraestructura (BSS, Basic Service Set) .....	110
3.2.3	Protocolo de enlaces inalámbricos .....	110
3.3	<i>ELEMENTOS DE UN SISTEMA INALAMBRICO .....</i>	<i>112</i>
3.4	<i>DISEÑO DE DIAGRAMAS DE RED.....</i>	<i>113</i>
3.4.1	Requerimiento de interconexión de Compufácil Cía. Ltda. ....	113
3.4.1.1	Diagrama de conexión de red inalámbrica .....	114
3.4.2	Requerimientos del sistema de conexión inalámbrica .....	115
3.4.2.1	Requerimientos funcionales .....	115
3.4.3	Línea de vista .....	116
3.5	<i>ANÁLISIS DE HARDWARE PARA LA IMPLEMENTACIÓN.....</i>	<i>117</i>
3.5.1	Bridges .....	117
3.6	<i>SEGURIDAD INALAMBRICA .....</i>	<i>120</i>



3.6.1	Ataques a los sistemas de conexión inalámbrica.....	122
3.6.1.1	Ataques pasivos .....	122
3.6.1.2	Ataques activos. ....	122
3.6.2	Tecnologías específicas para la seguridad para una red inalámbrica .....	123
3.6.2.1	Filtrado de direcciones MAC .....	123
3.6.2.2	Wired Equivalent Privacy o Seguridad Equivalente al Cable (WEP).....	124
3.6.2.3	Acceso Protegido WiFi o Wifi Protect Access (WPA).....	126
3.6.2.4	IEEE 802.11i.....	128
3.6.2.5	Wi-Fi Protected Access 2 - Acceso Protegido Wi-Fi 2 (WPA 2) .....	129

**CAPITULO 4**

4	IMPLEMENTACION DEL SISTEMA INALAMBRICO .....	131
4.1	ANALISIS DE AREA.....	131
4.2	PLANO DE DISTANCIAS Y UBICACIÓN DE ANTENAS.....	135
4.2.1	Análisis y simulación de los enlaces inalámbricos .....	135
4.2.1.1	Radio Mobile .....	135
4.2.1.2	Simulación calculadora Ubiquiti.....	158
4.2.2	Distancias y ubicaciones de las antenas .....	169
4.2.3	Implementación de enlaces WLAN .....	172
4.2.3.1	Configuración de antena principal y estación del enlace “Principal / Icto Cruz” ....	173
4.2.3.2	Configuración de antena estación en enlace “Sucursal # 2/ Icto Cruz” .....	182
4.3.4	Montaje de antenas .....	188

**CAPITULO 5**

5	ANALISIS FINANCIERO.....	195
5.1	INTRODUCCIÓN.....	195
5.1.1	Costo actual de mantenimiento .....	195
5.1.1.1	Sistema de cableado estructurado .....	196
5.1.1.2	Sistema de comunicación entre edificios .....	197
5.2	COSTO DE IMPLEMENTACIÓN DEL ANÁLISIS Y DISEÑO DE SISTEMAS DE COMUNICACIÓN PARA LA EMPRESA COMPUFÁCIL CÍA. LTDA. ” .....	198
5.2.1	Proyecto de inversión (conceptualización) .....	198
5.2.2	Costo de elaboración y realización del proyecto.....	199
5.2.3	Costo de implementación.....	200
5.2.3.1	Costo de implementación sistema de cableado estructurado .....	200
5.2.3.2	Costo de implementación del sistema de comunicación inalámbrica .....	202
5.3	RENTABILIDAD .....	205
5.3.1	Consideraciones generales del “Metodo que considera el valor del dinero en el tiempo”	205



5.3.1.1	Valor Actual Neto (VAN).....	206
5.3.1.2	Tasa Interna de Rendimiento (TIR) .....	207
5.3.1.3	Costo beneficio .....	207
5.3.1.4	Criterio de aceptación .....	208
5.3.2	Calculo de rentabilidad .....	209
5.3.2.1	Argumento para el cálculo de rentabilidad .....	209
5.3.2.2	Argumento para el cálculo de rentabilidad .....	211
5.3.2.3	Rentabilidad del proyecto .....	212
CONCLUSIONES .....		213
RECOMENDACIONES .....		215
BIBLIOGRAFIA .....		217
ANEXOS .....		220



## INTRODUCCION

Un sistema de comunicaciones es un servicio que agrupa una serie de actividades, cuya ejecución permite alcanzar un mayor grado de confiabilidad y seguridad respecto a la información que maneja cada empresa, dentro de su ámbito de desarrollo Computadoras y Facilidades Cía. Ltda., es una empresa dedicada a la venta, alquiler, mantenimiento y reparación de equipos de computación. Su carta de presentación es el éxito en sus actividades comerciales, esto ha permitido posicionar a la empresa a nivel local y nacional y sus servicios son respaldados por su personal calificado el cual cubre: expectativas y necesidades de sus clientes.

Como parte inicial se presentan aspectos del cableado estructurado los cuales nos servirán como sustento teórico para brindar soluciones tecnológicas para los problemas de comunicación interna existentes en la empresa Compufácil Cía. Ltda., se desea que sus sistemas de comunicación fluyan y permitan operar eficiente a la empresa, al ser la comunicación de datos uno de los aspectos más importantes dentro de una empresa y esta la base de un sistema de cableado estructurado, durante el desarrollo del capítulo dos se pretenderá ligar tanto las tecnologías existentes como los recursos disponibles para lograr que el cableado estructurado cumpla con sus objetivos: escalabilidad, funcionalidad, adaptabilidad y facilidad de administración, además de rentabilidad al negocio. Se tomará en consideración el diseño para la implementación de un sistema de cableado estructurado que cubra las necesidades de todos los usuarios de la red y de la empresa ayudando a que la empresa sea productiva.

El tercer capítulo está dirigido a proporcionar conocimientos, poner a consideración análisis de las ventajas y beneficios que podemos obtener al utilizar un sistema de cableado inalámbrico para mejorar la comunicación, además de diseñar el diagrama de red inalámbrica y unir todos estos conceptos en un documento de utilidad para el Administrador de Red en la toma de decisiones que contribuyan con el manejo adecuado de la información, en los últimos años la tecnología inalámbrica ha evolucionado y proliferado de manera creciente, esto se debe a varias razones como: el estilo de vida actual, las necesidades permanentes de conectividad, la movilidad mediante dispositivos como celulares y computadores portátiles.



El objetivo principal de la investigación planteada es recolectar información y su procesamiento para evaluar los diferentes enlaces inalámbricos, mediante análisis de factibilidad y capacidades de los dispositivos para la aplicación de una red inalámbrica.

La transmisión de la información ha evolucionado dando lugar a nuevas exigencias y expectativas en cuanto a su almacenamiento; se espera que la transmisión se la realice a velocidades eficientes y a largas distancias pretendiendo mejorar los aspectos de atención al cliente; Compufácil Cía. Ltda., pretende mejorar la comunicación entre el edificio principal y las sucursales ya que al momento el problema más evidente es manejar su información y la lentitud en la conexión con los sistemas de la empresa que generan problemas de atención al cliente ya que las transacciones a los servidores tienen tiempos de respuesta demasiado largos, además la empresa busca reducir el costo que genera tener una conexión de internet para cada agencia y mejorar la seguridad de los datos .

El cuarto capítulo pone a consideración la implementación de un sistema de conexión inalámbrica el mismo que conlleva el estudio de varios factores que ayudan a que el proyecto sea exitoso y cumpla con los requerimientos óptimos de funcionamiento que necesita la empresa y los usuarios, para la implementación del sistema se ha visto conveniente la utilización de programas computacionales los mismos que nos ayudarán a optimizar el uso de los recursos disponibles.

Todo proyecto de implementación conlleva un costo beneficio a través del tiempo, debido a ello en el quinto capítulo se realizó un análisis de costos, inversión y rentabilidad, que tendrá la empresa al momento de implementar el Análisis y diseño de sistemas de comunicación para la empresa “Compufácil Cía. Ltda.”



## 1. DESCRIPCION DEL PROYECTO

### 1.1 HISTORIA, MISION Y VISION

#### 1.1.1 Introducción

Computadoras y Facilidades Cía. Ltda., es una empresa dedicada a la venta, alquiler, mantenimiento y reparación de equipos de computación. Su carta de presentación es el éxito en sus actividades comerciales, esto ha permitido posicionar a la empresa a nivel local y nacional y sus servicios son respaldados por su personal calificado el cual cubre: expectativas y necesidades de sus clientes.

Como centro de servicio autorizado de marcas internacionales como EPSON y XEROX CompuFácil Cía. Ltda., brinda soluciones tecnológicas a sus clientes con el objetivo principal de llevar a sus empresas las innovaciones tecnológicas que la permitan trabajar en base a la informática.

#### 1.1.2 Historia de la empresa Computadoras y Facilidades Cía. Ltda.

La empresa cuenta con el respaldo y empuje de su gerente general el Ing. Ricardo Ramírez, el mismo que desde sus inicios ha proyectado su negocio a desarrollar innovaciones tecnológicas para sus clientes, las mismas que han dirigido a la empresa hacia una importante participación en el sector de la tecnología de computación.

La empresa Computadoras y Facilidades Cía. Ltda., se encuentra legalmente constituida como compañía de responsabilidad limitada; la misma entra en funcionamiento desde el año 1998, en sus inicios parte de un capital limitado y se dedicaba a la comercialización de equipos de cómputo a usuarios finales, es importante indicar que la empresa está ubicada en la ciudad de Cuenca, en la Av. Remigio Crespo y Guayas esquina ocupando para sus instalaciones oficinas del Edificio San José (figura 1.1).



Figura 1.1: Edificio San José

Con el paso del tiempo y en base a los conocimientos tecnológicos adquiridos por su gerente se comenzó a incursionar en la reparación y mantenimiento de equipos de cómputo a nivel empresarial; es así como la empresa inicia su crecimiento en cuanto al número de personas que colaboran en la venta de servicios; así mismo empieza a generar demanda a nivel de usuarios finales como nivel empresarial.

Basado en sus experiencias, el Ing. Ricardo Ramírez analiza la idea implementada en los Estados Unidos “alquiler de los equipos de cómputo”, este servicio se basa en ofrecer a las empresas equipos de computación, mantenimiento y funcionamiento con el pago de un valor mensual.

Este servicio fue puesto a disposición y acogido de manera favorable en empresas importantes como: Importadora Tomebamba, Graitman y el grupo Peña, Empresa Eléctrica Regional Centro Sur, Hospital del Río entre otros. Compufácil Cía. Ltda., hace del alquiler de equipos su pilar fundamental en el ámbito empresarial, al trabajar con empresas nacionales se ve la necesidad de ampliar su personal y su infraestructura, para el año 2000 la empresa mantiene su dirección en la ciudad de Cuenca pero hace uso de dos plantas adicionales del edificio San José.

Además se ve la necesidad de la apertura de una sucursal ubicada en la ciudad de Cuenca, con dirección en la calle Sucre 3-55 y Vargas Machuca la cual se crea con la finalidad de ofrecer sus servicios a usuarios finales(figura 1.2).



Figura 1.2: Sucursal de CompuFacil Cía. Ltda.

Como objetivo empresarial se ve la necesidad de hacer que CompuFacil Cía. Ltda., sea respaldada por marcas internacionales que ayuden a la empresa a incursionar a nivel local, tener soporte técnico y brindar a sus empleados capacitación certificada, pretendiendo con esto brindar un mejor servicio a los clientes.

Dicho objetivo significó una inversión tanto a nivel de talento humano como financiero; obteniendo como resultado el tener técnicos reconocidos y certificados a nivel de marcas internacionales y por otro lado la confianza de que dentro de las instalaciones de la empresa se manejan estándares que garantizan un trabajo óptimo y de satisfacción con el cliente. Con la finalidad de cubrir puntos estratégicos de comercio y esperando cubrir las necesidades de más clientes, la empresa realiza la apertura de una sucursal ubicada en el sector de Totoracocha, las puertas se abren al público durante el mes de junio del 2011; pero también ha planteado la necesidad de brindar a la empresa y a clientes mejores estándares de calidad.



En la actualidad la empresa Compufácil Cía. Ltda., está acompañada por un comprometido y talentoso equipo de colaboradores que rodean las 40 personas aproximadamente, con 3 instalaciones dentro de la ciudad de Cuenca y con servicio técnico en la ciudad de Quito, además con respaldo de marcas internacionales como EPSON y XEROX tanto en la comercialización de productos como en la parte de personal técnico calificado.

Compufácil Cía. Ltda., como parte del desarrollo propio de la empresa ha visto oportuno basarse en planificar estratégicamente los procesos que ayuden a mantener un equipo de colaboradores unidos para traducir en resultados la misión y visión esperanto obtener resultados tangibles en beneficio de la empresa y sus clientes; esta misma estrategia busca fomenta la participación y el compromiso de todos los niveles de organización para hacer realidad el futuropróspero que todos los colaboradores esperan.

### **1.1.3 Misión**

Compufácil Cía. Ltda., es una empresa de servicios de tecnología de información, orientada a satisfacer las necesidades y expectativas de nuestros clientes, ofreciendo la integración y provisión de productos y servicios informáticos, que mejoren la gestión productiva y organizacional de su empresa, generando servicios de alto valor agregado.

### **1.1.4 Visión**

Compufácil Cía. Ltda., se proyecta como una empresa líder en el desarrollo de soluciones informáticas para su empresa, apoyando y dando soporte a todas sus ideas innovadoras, creando nuevas fuentes de ventajas competitivas, que nos permitan ampliar nuestros horizontes.



## 1.2 PLANTEAMIENTO Y JUSTIFICACION DEL PROYECTO

### 1.2.1 Planteamiento del Proyecto

La información siempre ha sido y será el activo máspreciado de la empresa, por ello se ha visto oportuno presentar un proyecto que permita brindar solución para la comunicación de datos mediante un enlace inalámbrico y el rediseño del cableado estructurado de los edificios de la empresa Compufácil Cía. Ltda., pretendiendo con esto resolver problemas en el ámbito de: velocidad de transmisión y la administración de los recursos de la empresa.

Podemos catalogar como dos problemas para la transmisión de datos:

- **Interna:** es la comunicación existente en cada uno de los locales y es el cableado estructurado.
- **Externa:** es la comunicación existente entre el edificio matriz y las sucursales con las cuales cuenta la empresa.

#### 1.2.1.1 Cableado estructurado

Al momento de crear una empresa no se puede estimar su permanencia en el mercado ni tampoco el crecimiento que la misma va a tener a través del tiempo. Dicho crecimiento dependerá del grado de aceptación que tenga dentro de la jurisdicción en la cual se ha ubicado para ello, el cableado estructurado depende de los siguientes factores: número de personas que conforman la empresa, los diferentes puestos de trabajo que se generen, las instalaciones físicas de las que se disponga, las necesidades que tengan los usuarios internos y externos, aplicaciones y tecnología.

La empresa fue creada y funcionaba con requerimientos mínimos, por ello al ir creciendo el número de colaboradores y por ende ir utilizando la mayor parte de la infraestructura del edificio, se ve la necesidad de implementar un cableado estructurado basado en normas y especificaciones que brinde a la empresa escalabilidad, funcionalidad, adaptabilidad y facilidad de administración.

Para solucionar este problema, se plantea analizar y rediseñar el cableado con el que se cuenta en este momento, basando este estudio en la ingeniería de sistemas, normas y procedimientos referentes al cableado, esto brindará al administrador de red una herramienta con la que pueda tomar y justificar sus decisiones; las mismas que influirán en el desarrollo, funcionamiento y escalabilidad de la red.

### 1.2.1.2 Sistema inalámbrico de comunicación

La empresa Compufácil Cía. Ltda., requiere el diseño y la implementación de un sistema de comunicación el cual sea confiable, veloz y seguro el cual permita comunicar sus dos agencias a la matriz y poder administrar de manera más eficiente temas como: la seguridad, sistemas, uso del internet, control de impresión por usuario y demás recursos que la empresa pudiese implementar y mejorar la atención al cliente en cada una de las agencias.

Al momento los usuarios no tienen ningún control sobre el uso del internet, programas instalados ni administración de aplicaciones que en la matriz se tienen centralizados tales como: el estado de su antivirus, lo cual genera problemas de virus constantemente, la saturación del ancho de banda con el que cuenta cada agencia y por la no aplicación de las políticas de seguridad, los usuarios pueden instalar libremente aplicaciones causando los problemas ya antes mencionados.

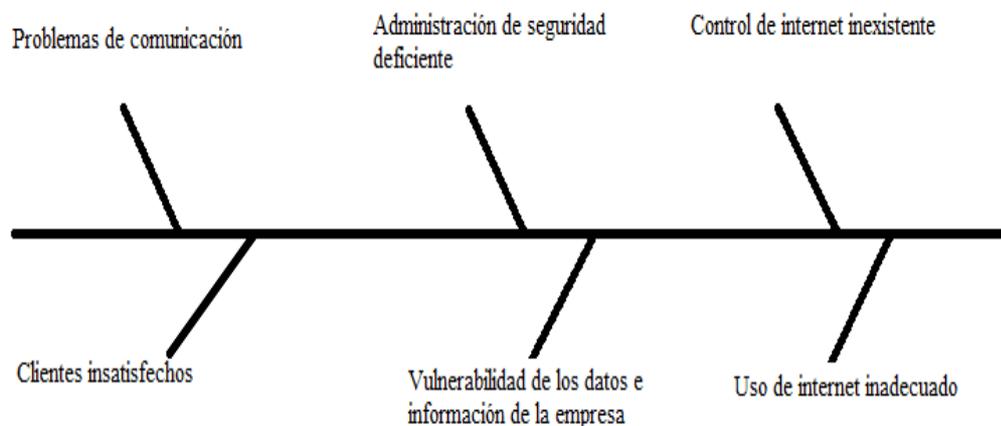


Figura 1.3: Gestión de procesos informáticos empresa Compufácil Cía. Ltda. Fuente: Autor



En el figura 1.3 se pone a consideración mediante un diagrama de causa y efecto los principales problemas que se presentan en la comunicación de la empresa y los efectos que se están presentando, podemos afirmar entonces que los procesos informáticos que existen en la empresa Compufácil Cía. Ltda., son de baja calidad y ponen en riesgo aspectos importantes como: datos, clientes e información.

La empresa Compufácil Cía. Ltda., ha tenido como meta a nivel gerencial la apertura de sucursales en diferentes puntos de la ciudad, esperando con esto consolidarse con sus productos y servicios como empresa proveedora de tecnología y productos informáticos; pero dicho crecimiento presenta también un proyecto de optimización en comunicaciones.

### 1.2.2 Sistematización del Problema

Para poder solucionar el problema de investigación planteado, realizaremos un estudio en el que se analizarán aspectos de sistemas de comunicación en este caso el cableado estructurado y comunicación inalámbrica, los mismos que serán desarrollados en los capítulos posteriores:

- **Sistema de Cableado Estructurado.-** Los sistemas de cableado estructurado se han convertido en el principal motor de comunicación y han evolucionado a la par con la tecnología integrando varios servicios (voz, datos y video) para poder brindar a sus usuarios sistemas que cumplan con requerimientos de ancho de banda y escalabilidad. Por tal motivo el uso de la Ingeniería proporciona el análisis, diseño y propuestas para redes modernas y su construcción debe realizarse con bases en normas de diseño, calidad y estandarización.
- **Procedimientos para elaborar un sistema de cableado estructurado.-** Los procedimientos a seguir para la elaboración del sistema de cableado estructurado son varios y estos tendrán como base normas y/o estándares vigentes ya sea dentro del país o a nivel mundial. Lo que se pretende con la utilización de dichas normas es asegurar que en un lapso no menor a diez años todos los productos nuevos se podrán soportar en los sistemas de cableado estructurado que se diseñen hoy.



- **Direccionamiento IP.-** Una dirección IP es un número que identifica de manera lógica y jerárquica a una interfaz o un dispositivo dentro de una red que utilice el protocolo de internet (IP), que corresponde al nivel de red 3 del modelo de referencia OSI y puede ser cambiado.
- **Comunicación inalámbrica.-** Para que exista una comunicación inalámbrica se debe de disponer de un sistema que nos permita comunicarnos por medio de ondas electromagnéticas, es decir que exista el envío y recepción de información mediante el canal de ondas, para dicha transmisión se debe evitar el uso de ningún tipo de cableado ya que su medio de transmisión es el aire. Para que una red del tipo que fuese funcione correctamente, se requiere de varios protocolos de comunicación, siendo el IEEE 802.x un conjunto de estándares para las tecnologías de área local inalámbrica (WLAN).

### 1.2.3 Justificación del proyecto

La creciente competencia y la demanda por parte de los clientes de productos de alta calidad, ha dado lugar a inversiones altas. Para poder alcanzar las tasas de rendimiento de las inversiones fijadas, las empresas dedicadas a la venta de computadoras y servicios tecnológicos deben ser capaces de tener un crecimiento sostenido tanto de su estructura física, tecnológica, conocimientos y personal calificado.

Para satisfacer las necesidades de las empresas tanto públicas como privadas y público en general, en la ciudad de Cuenca se crea la empresa Compufácil Cía. Ltda., la cual se ha dedicado a brindar computadoras y facilidades para hacer uso de la tecnología como una herramienta que les permita desarrollarse dentro de su ámbito profesional informático.

Debido al crecimiento de la demanda la empresa se dedica a ofrecer varios servicios adicionales como lo son: compra, venta, reparación y alquiler de computadoras y suministros, venta de accesorios de computación y servicio técnico capacitado.



Las ventas de los servicios se realizan mediante la visita personal además del sistema de compras públicas, lo cual ha hecho que la empresa se posicione en el mercado como una empresa de alta confiabilidad y experiencia, al posicionarse dentro del ámbito local Compufácil Cía. Ltda., pretende extender su ámbito comercial hacia todo el país por lo cual se ve la necesidad alcanzar nuevos mercados como son Azogues y Loja, pero para ello se requiere que la empresa posea un crecimiento basado en los conocimientos que pueda aportar tanto la Ingeniería en Sistemas, Administración de Empresas y Marketing entre otras para que la inversión tenga un respaldo confiable y se alcancen los objetivos empresariales y gerenciales.

El presente proyecto tiene la finalidad de brindar un estudio basado en la Ingeniería de Sistemas como una herramienta que permita disponer de mejor manera de los recursos físicos y lógicos para brindar mejores canales de comunicación interna y las aplicaciones que se manejan dentro de la empresa, en espera de obtener respuestas eficientes y eficaces en periodos de tiempo cortos. Al ser la comunicación de datos uno de los aspectos más importantes dentro de una empresa, mediante este proyecto se pretenderá ligar tanto las tecnologías existentes como los recursos disponibles para lograr que el cableado estructurado y la comunicación inalámbrica cumpla con sus objetivos: escalabilidad, funcionalidad, adaptabilidad y facilidad de administración además de rentabilidad al negocio.

La razón principal de esta investigación es la necesidad empresarial por mejorar la gestión de recursos a través de sus comunicaciones el cual no solo se podría implementar en Compufácil Cía. Ltda., ya que debido a la gran demanda de estos servicios a nivel local y regional se podría aplicar en otras empresas que lo requieran.

Los enlaces inalámbricos son una tecnología que puede ayudar a conectar distintos puntos de una empresa que se encuentren a distancias considerables, a más de no necesitar una licencia para poder utilizar estos medios ya que utilizan ondas de radiofrecuencia de baja potencia y una banda específica que se puede usar libremente para comunicar dispositivos, lo cual propicia que tenga un crecimiento considerable en los últimos años, convirtiéndolo en uno de los más usados en la transmisión de datos por sus múltiples ventajas, las mismas nos permitirían tener una mejor administración y reducir costos en las comunicaciones.

El resultado de este proyecto tiene una aplicación práctica, ya que nos permitirá mejorar las comunicaciones y sistemas mediante un análisis de las tecnologías que se pudiesen implementar en esta y en otras empresas al querer implementar este tipo de comunicaciones, influyendo principalmente en el control que se puede tener de los recursos utilizados por los usuarios pudiéndose administrar que y cuando lo utilizan mediante las políticas del dominio de la empresa, a más de agilizar la atención al cliente mediante la fluidez de los datos en los diferentes procesos.

### 1.3 ESTRUCTURA DE LA EMPRESA COMPUFACIL CIA. LTDA.

#### 1.3.1 Organigrama

Ponemos a consideración el organigrama (figura 1.4), el mismo que parte desde la gerencia general, departamentos y empleados; los mismos que desarrollan distintas funciones laborales, formando en cada departamento planificaciones estratégicas para establecer los objetivos que permitan cumplir con su misión y visión.

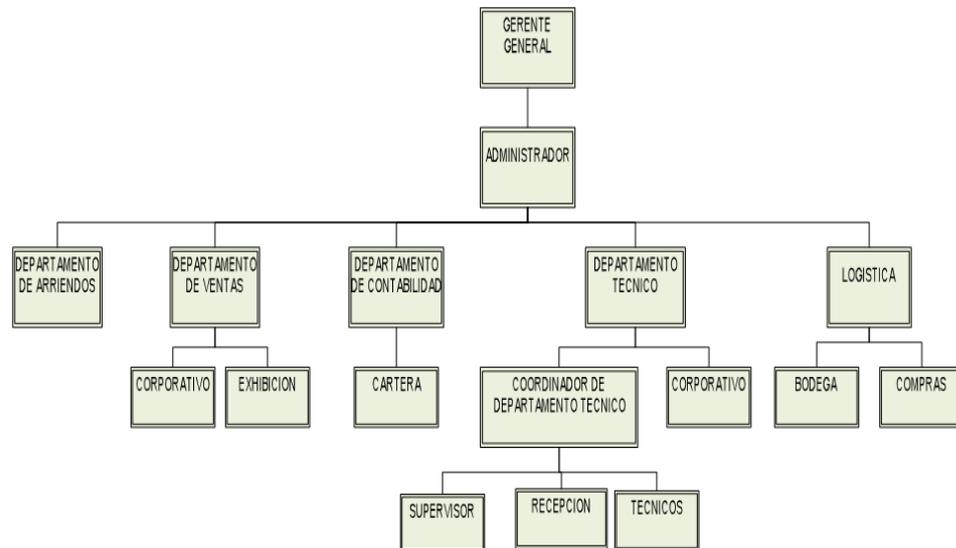


Figura 1.4: Organigrama estructural de Compufácil Cía. Ltda<sup>1</sup>

#### 1.3.2 Productos y servicios

Entre los productos y servicios que pone a disposición la empresa son:

<sup>1</sup>Secretaría de Compufácil Cía. Ltda.



### 1.3.2.1 Ventas

La empresa cuenta con un departamento de ventas que lo asesorará en la compra de equipos dependiendo de las necesidades de cada usuario y de acuerdo a requerimientos de trabajo. Este departamento se encuentra dividido en sub departamentos:

- Ventas corporativas.
- Ventas exhibición.

Para la venta se trabaja con las siguientes marcas: HP, SONY, EPSON, LG, INTEL, MICROSOFT, LEXMARK, 3COM, APC, D-LINK, KINGSTON y otros; así mismo la empresa ofrece un amplio stock de productos en partes, suministros de oficina, impresoras, portátiles, palms y todo equipo electrónico relacionado.

### 1.3.2.2 Alquiler

El servicio de alquiler ofrecido por Compufácil abarca: equipos de escritorio, portátiles, impresoras y periféricos en general, con alquiler a corto y largo plazo ya sea en eventos especiales, capacitaciones o estaciones para la oficina, etc., los beneficios son:

- Acceso a una plataforma tecnológica vanguardista con renovación anual.
- Reducción de requerimientos de capital, costos y tiempo laboral.
- Equipos de cómputo operando de manera permanente y óptima.
- Reducción de pago de impuestos ya que no aumentan sus activos.
- La instalación y puesta en marcha de los equipos en su sitio de trabajo.
- Visitas trimestrales de mantenimiento.
- Reemplazos de equipos en caso de algún desperfecto previa notificación.
- Los equipos están amparados bajo una póliza de seguro.
- Compufácil Cía. Ltda., asignará un técnico calificado de planta en sus instalaciones por cada cierto número de equipos arrendados sin costo garantizando soporte técnico constante.



### 1.3.2.3 Mantenimiento

Un equipo de cómputo como todo artefacto mecánico, necesita ser revisado y afinado a punto, para que tenga un óptimo desempeño. Cuando su equipo sufre un desperfecto, ¿Cuánto tiempo le toma ponerlo en marcha nuevamente?

- El tiempo en conseguir un técnico.
- El tiempo y dinero en traslado del equipo.
- El tiempo en que reparen el equipo.

CompuFácil le ofrece:

- **Mantenimiento preventivo**, revisiones periódicas de su equipo: limpieza física, actualización de antivirus, lubricación de impresoras, revisión y optimización del disco duro, pruebas físicas de cada componente y en caso de desperfectos se emite un informe técnico del equipo.
- **Mantenimiento correctivo** será ofrecido cuando se presenten desperfectos en los equipos, el técnico revisará en su lugar de trabajo el funcionamiento del mismo y en caso de ser necesario trasladará el equipo a nuestras oficinas para su arreglo. El servicio incluye revisión del hardware y software del equipo, mano de obra gratuita y asistencia inmediata después de reportado el daño. El costo de las partes que requieran cambiarse será a cuenta del cliente.
- **Mantenimiento con préstamo** de equipos será ofrecido cuando se presenten daños en su equipo y amerite el retiro hasta nuestro departamento técnico para su arreglo, en este caso CompuFácil se compromete a tener equipos de backup y proporcionárselos para su trabajo gratuitamente.
- **Asistencia y servicio técnico** contamos con un departamento técnico calificado para asistirle ante cualquier daño que le suceda a sus equipos, una coordinadora del departamento será la encargada de establecer el nexo de comunicación con nuestro cliente para cubrir sus necesidades. Le asistiremos en su domicilio o usted puede visitar nuestras instalaciones.



### 1.3.3 Descripción de puestos de trabajo

La descripción de puestos es la declaración de las responsabilidades y deberes que tiene a cargo un puesto de trabajo, el mismo que es asignado a un colaborador de la empresa haciendo votos para que sus tareas sean realizadas con éxito, que ese mismo éxito sea de la empresa y la satisfacción de los clientes. La empresa Compufácil Cía. Ltda. Dentro de su estructura organizacional cuenta con los siguientes puestos que se describen a continuación:

- **Gerente General.-** Es la persona responsable de velar el buen funcionamiento de la empresa, es decir: planifica, controla, supervisa y dirige las actividades administrativas y de producción para cumplir con los objetivos y metas.
- **Administrador.-** Es la persona encargada de manejar la parte administrativa de la empresa; manejo de personal, encargado del correcto funcionamiento de los diferentes departamentos de la empresa, encargado del cumplimiento de metas financieras y los objetivos gerenciales.
- **Departamento de arriendos.-** Este departamento es el punto de conexión entre el cliente y la empresa; su trabajo se basa en estar al tanto de las necesidades tecnológicas de los clientes que mantienen contratos de alquiler. Encargadas del manejo administrativo como son contratos, propuestas, cotizaciones de alquiler y facturación.
- **Jefe de ventas.-** Tiene como responsabilidad el planear, dirigir y controlar el buen funcionamiento del área de ventas como: servicio, ventas a clientes corporativos y clientes finales, facturación y manejo de inventarios de ventas. Es la persona encargada de manejar de la manera más óptima el recurso humano y material, observando que se cumplan las metas del departamento y a su vez se cumplan los objetivos financieros y empresariales.

**Corporativa.-** Se refiere a empresas y compras públicas.

**Exhibición.-** Se refiere a las ventas que se realizan en los almacenes de la empresa, dedicados a satisfacer las necesidades de los usuarios finales.



- **Departamento de Contabilidad.-** Encargado del manejo de toda la parte financiera de la empresa: balances, impuestos al Servicio de Rentas Internas (SRI), aportaciones del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), roles de pago, estados financieros de la empresa.
- **Cartera.-** Este departamento está ligado al departamento contable y su rol es el manejo de cuentas de clientes y cobranzas.
- **Supervisor del departamento técnico.-** Es responsable ya que planea, dirige y controla el buen funcionamiento del área técnica como son: reparaciones, mantenimiento de equipos, visitas técnicas y capacitaciones. Además es la persona que está en constante comunicación con la gerencia y haciendo cumplir con los objetivos que la misma plantea.
- **Recepción del departamento técnico.-** Esta persona está a cargo del ingreso de todas las tareas que son dirigidas y deben ser realizadas por los técnicos de la empresa.
- **Departamento de logística.-** Este departamento está dividido en:
  - Bodega.-** Encargados de mantener los inventarios de todos los productos de la empresa, manejan el stock y del ensamblaje de los equipos a ser vendidos y alquilados.
  - Compras.-** Es la persona encargada de la adquisición de todos los requerimientos solicitados por los vendedores para satisfacer las necesidades de los clientes, trabaja directamente con la parte de gerencia en análisis de compras y manejos de stock.

### 1.3.4 Talento humano

La empresa Computadoras y Facilidades Cía. Ltda. Está conformada por 45 empleados distribuidos dentro de la empresa como se muestra en la figura 1.5:

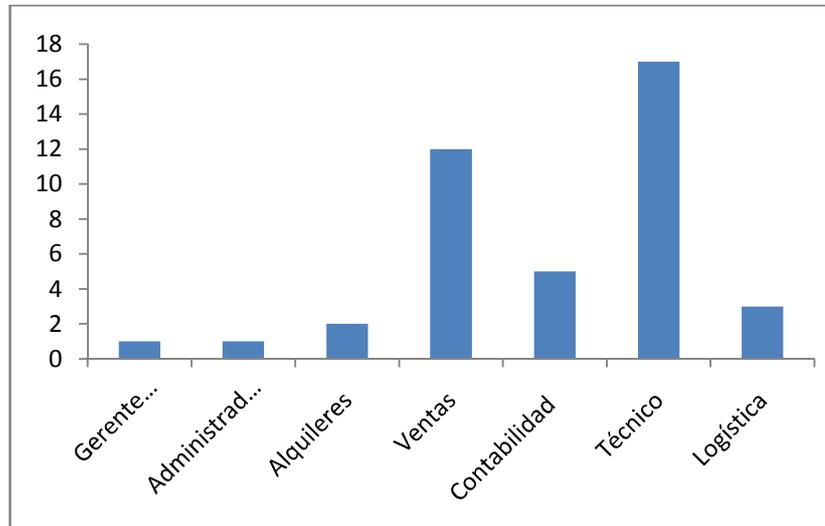


Figura 1.5: Distribución del personal en el almacén principal

En la figura 1.6 se muestra la distribución del personal en las sucursales de la empresa.

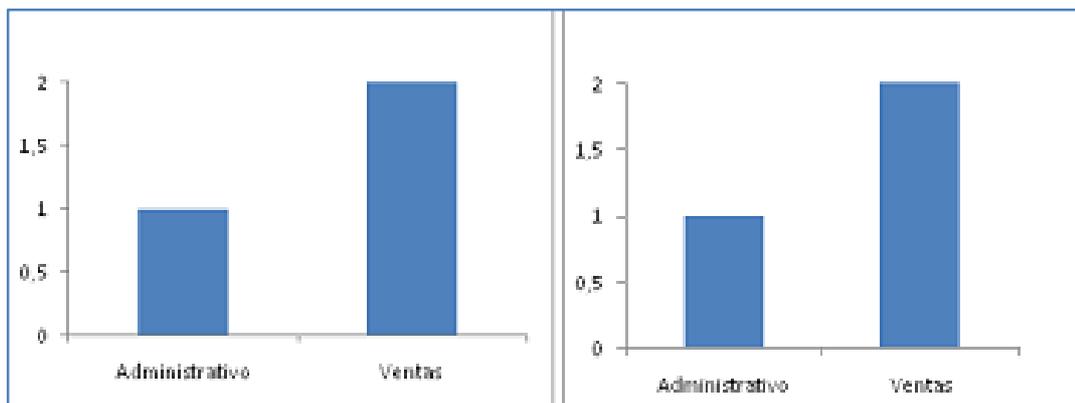


Figura 1.6: Distribución del personal en las sucursales

## 1.4 SITUACION ACTUAL DE LA EMPRESA COMPUFACIL CIA. LTDA.

A continuación se procederá a describir la situación actual de la empresa, para lo cual dividiremos en 2 puntos importantes para el desarrollo del proyecto:



### 1.4.1 Espacio físico

En la actualidad la empresa Computadoras y Facilidades Cía. Ltda., se encuentra ubicada en la ciudad de Cuenca y posee tres almacenes; en el desarrollo del presente proyecto se conocerá como edificioprinicipal al situado en la Av. Remigio Crespo y Guayas esq. Edificio San José, sucursal # 1 almacén ubicado en la calle Sucre 3-55 y Vargas Machuca, sucursal # 2 Av. Gonzales Suarez 12-222 en el sector Totoracocha; los cuales han sido situados en puntos estratégicos de comercio.

- **Almacén principal.-** El almacén principal de la empresa se encuentra ubicado en la Av. Remigio Crespo y Guayas (esquina). La distribución se muestra en la tabla 1.1.

<b>TERCER PISO</b>	
Dentro de este piso se encuentra ocupando un 30% del total de la planta alta.	➤ Administración y Contabilidad
<b>SEGUNDO PISO</b>	
Dentro de este piso, la empresa se encuentra ocupando aproximadamente un 70% de la totalidad de la planta alta, se encuentran ubicadas las instalaciones administrativas como son:	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Gerencia</li> <li>➤ Sala de Reuniones y capacitaciones</li> <li>➤ Departamento Corporativo</li> </ul>
<b>PRIMER PISO</b>	
Se encuentra ocupado en un 90% y dentro de este espacio tenemos:	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Almacén de exhibición</li> <li>➤ Departamento técnico</li> <li>➤ Bodega</li> </ul>

Tabla 1.1: Distribución del almacén principal

- **Almacén Sucursal # 1: Sucre 3-55 y Vargas Machuca.-** En el almacén sucursal # 1 cuenta con los siguientes departamentos (tabla 1.2.)

<b>PRIMER PISO</b>	
Se encuentra ocupado el 100% del piso distribuido de la siguiente manera:	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Almacén de exhibición</li> <li>➤ Jefe de Almacén</li> <li>➤ Bodega</li> </ul>

Tabla 1.2: Distribución de la sucursal # 1



- **Almacén Sucursal # 2:** Av. Gonzales Suarez 12-222 En el almacén sucursal # 2 tenemos la distribución que indica la tabla 1.3.

<b>PRIMER PISO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Almacén de exhibición</li> <li>➤ Jefe de Almacén</li> <li>➤ Bodega</li> </ul>
Se encuentra ocupado el 100% del piso distribuido de la siguiente manera:	

Tabla 1.3: Distribución de la sucursal # 2

### 1.4.2 Problemas de comunicación

El cableado estructurado que en la actualidad funciona en la empresa no está basado en ningún diseño ni estudio de ingeniería, presentando varias irregularidades las mismas que citamos a continuación:

- Los cables no están colocados adecuadamente.
- No tiene escalabilidad, seguridad y accesibilidad.
- Los dispositivos no están funcionando en óptimas condiciones.
- Los puestos de trabajo no están ubicados de manera adecuada, ni previo estudio y se los cambia de manera continua agravando los problemas de la red.
- No existe un administrador de red, por tanto los problemas que ocurren son solucionados de manera superficial.
- La transmisión de la información se la realiza de manera lenta provocando en los usuarios internos molestias al momento de realizar su trabajo.

Compuácil Cía. Ltda., al contar con un edificio matriz y dos agencias se empiezan a generar problemas de conexión con sus agencias debido a la lentitud en la conexión con los sistemas lo cual dificulta la atención a sus clientes por los tiempos de espera, otro aspecto que genera problemas es el financiero ya que los costos que representan tener una conexión de internet para cada agencia generan un rubro que podría bajar con la implementación de nuevas tecnologías y mejorar la seguridad de los datos. Además de que en este momento no se disponen de políticas de seguridad que puedan controlar lo que los usuarios tienen en sus estaciones de trabajo, por lo que es necesario implementar una tecnología que permita compartir estos recursos reduciendo costos de operación.



Este es un panorama global de cómo se encuentra en la actualidad la empresa, nuestro proyecto planteará soluciones para los problemas de comunicación existentes proponiendo implementar una comunicación fluida y confiable basados en la Ingeniería de Sistemas y sus diferentes campos para lograr un documento útil, que sirva para sustentar las decisiones de todos los ámbitos gerenciales los mismos que hagan cumplir con planificaciones estratégicas en pos de una ventaja empresarial en el ámbito informático y de servicios.



## **2. ANALISIS Y REDISEÑO DEL SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO**

### **2.1 INTRODUCCION Y CONCEPTOS AL SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO**

#### **2.1.1 Introducción al Sistema de Cableado Estructurado**

##### **2.1.1.1 Origen del Cableado Estructurado**

El cableado estructurado tuvo sus bases en sistemas de computación y sistemas telefónicos de manera indistinta, cada uno de los sistemas tenían sus propios proveedores de equipos y de cables; esto generaba pérdidas dentro de las empresas que querían poner a su empresa a la par con la tecnología ya que los costos de dichas implementaciones eran elevados y los equipos no ofrecían la escalabilidad.

Los sistemas de cableado estructurado y telecomunicaciones se han vuelto cada vez más demandados y utilizados dentro de nuestro entorno, pero los mismos a su vez se han vuelto más complejos ya que ofrecen diferentes servicios a sus usuarios (voz, datos y video) que hace algunos años atrás eran inimaginables.

Estos servicios se han vuelto imprescindibles y han llegado a formar parte de nuestra vida cotidiana como:

- Video conferencias y correo electrónico.
- Consultas a bases de datos remotas instaladas en diferentes lugares y no solo dentro de nuestras empresas u organizaciones.
- Transferencia documentos y/ o archivos.
- Telefonía de voz IP la cual en la actualidad nos ayuda a disminuir costos, mejor comunicación e incorporan servicios adicionales a esta tecnología.

Sin embargo para poder disponer de estos servicios y otros no basta con disponer de los puestos de trabajo, equipamiento (hardware y software), instalaciones físicas (sistemas de cableado) sino hace falta realizar un verdadero estudio de ingeniería, el cual permita disponer de todos estos componentes y de la tecnología para el bien de nuestra empresa.



Debemos tomar en cuenta que todos los servicios antes mencionados necesitan de diversos tipos de cableado, equipos y software los cuales evolucionan a la par con la tecnología, para ello se necesita realizar un verdadero diseño en el cual pretendemos que dicho cableado tenga una vida útil mucho más larga, que la misma soporte la mayor cantidad de servicios existente y futuros posibles y permitir que este sistema pueda escalar según las necesidades actuales y futuras de la empresa.

### **2.1.1.2 Introducción al sistema de cableado estructurado**

El presente capítulo contiene aspectos de cableado estructurado los cuales nos servirán como sustento teórico para brindar soluciones tecnológicas para los problemas de comunicación interna existentes en la empresa *Compufácil Cía. Ltda.*, un documento basado en normas, principios y procedimientos que la Ingeniería de Sistemas nos proporciona se convierte en una herramienta importante dentro de una empresa que desea que sus sistemas de comunicación fluyan y permitan operar de manera eficiente a la empresa, al ser la comunicación de datos uno de los aspectos más importantes dentro de una empresa y esta la base de un sistema de cableado estructurado se pretenderá ligar tecnologías existentes como los recursos disponibles para lograr que el cableado estructurado cumpla con sus objetivos de: escalabilidad, funcionalidad, adaptabilidad y facilidad de administración además de rentabilidad al negocio.

Al momento de crear una empresa no se puede estimar con exactitud el desarrollo ni la posición que se conseguirá dentro del mercado, esto dependerá del grado de aceptación que se logre con los productos y servicios que se brinden al cliente tampoco se puede estimar el número de personas que conformarán la empresa ni los diferentes puestos de trabajo que se generen en base a cubrir las necesidades de clientes.



Todas las organizaciones son sistemas que actúan de manera recíproca con el medio ambiente reciben entradas y producen salidas de información, la fuga o pérdida de información generaría pérdidas dentro del negocio irreparables que solo desembocarían con problemas para la empresa, por ello se requiere que su sistema de cableado estructurado se encuentre correctamente instalado y un administrador de red que tenga como objetivo empresarial el manejo de la información como el activo y bien máspreciado de la empresa.

Hay que tomar en consideración que el diseño y la implementación de un sistema de cableado estructurado es una obra de gran magnitud, la misma que llega con cables a cada uno de los puestos de trabajo de un edificio, esto implica costos nada despreciable en materiales y mano de obra, en tanto resulta aún más complicado si el edificio se encuentra ya ocupado (como ocurre con nuestro caso de estudio) se deben tener en cuenta además las alteraciones y molestias ocasionadas a los ocupantes, al momento de implementar el sistema, de la misma manera sucede con los costos que representa la adquisición o cambio de dispositivos para administrar de una mejor manera la red que se pretende diseñar.

El cableado estructurado se ha ido consolidando y cada día está en crecimiento, esperando hacer la vida de los usuarios y de quienes están encargados de administrar un sistema de cableado estructurado una actividad fascinante y productiva que ayude a la empresa a estar a la par con la tecnología; los proveedores han ido incorporando y creando productos que se acoplen a las redes existentes y así han contribuido a su crecimiento, sin tener que dejar una red obsoleta y diseños en papeles.

Compufácil Cía. Ltda., desde sus inicios no tuvo una estructura de cableado por tanto de acuerdo a sus necesidades se fueron implementando: cables, switch, puntos de conexión, puntos de teléfonos, computadores que fueron improvisados por servidores y otros dispositivos de red, sin ningún esquema de crecimiento ni estudios que fueran guiando a la empresa a una escalabilidad que garantice que la información generada sea transferida de una forma segura y eficiente.

Esta escalabilidad mal direccionada se ha convertido en un problema de estructura para la empresa ya que cuando ocurren problemas con la red no se tiene un esquema para poder localizar los posibles puntos vulnerables entre ellos podemos mencionar: produce tiempos muertos a los usuario ya que sus consultas o transacciones sobre la base de datos son demasiado lentas, las caídas de sistemas y malas conexiones de red producen errores al direccionar la información hacia los servidores y la información que se maneja podría no se la real.

Por todas estas consideraciones se utiliza el cableado estructurado para proponer soluciones a esta empresa de computación que haga de su sistema de cableado un modelo a ser implementado en las empresas de sus clientes por los beneficios que ofrece (figura 2.1).



Figura 2.1: Fallas de Cableado

### 2.1.2 Conceptos introductorios al cableado estructurado

A continuación citaremos algunos conceptos a cerca del sistema de cableado estructurado, los cuales nos ayudarán a obtener un documento de Ingeniería el cual recorra conceptos de redes, topologías, medios de transmisión de información, etc.

### 2.1.2.1 Concepto de red

Una red de computadores también llamada red de ordenadores o red informática es un conjunto de computadores enlazados mediante un medio, el mismo que puede ser un medio físico (cables) o inalámbrico (ondas), el cual nos permite: transmitir y procesar información, compartir recursos de hardware (impresoras, escáner, fax, etc) y software (programas) además de obtener servicios de internet y correo electrónico el figura 2.2 ilustra el concepto.

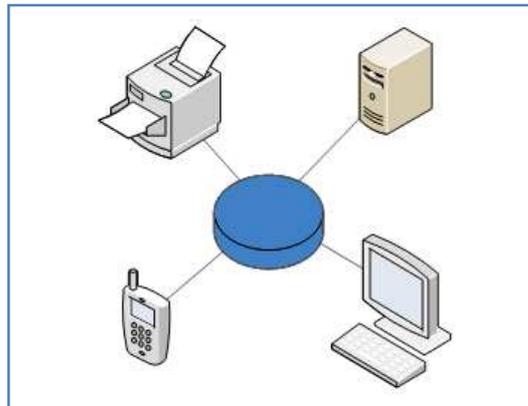


Figura 2.2: Red de computadores

Las principales ventajas que podemos citar al utilizar una red de computadoras son:

- Compartir programas, archivos e impresora.
- Posibilidad de utilizar software de red.
- Creación de grupos de trabajo.
- Gestión centralizada.
- Seguridad.
- Acceso a otros sistemas operativos.
- Compartir recursos.

### 2.1.2.2 Clasificación de redes de computador

Para poder realizar el análisis de una red también debemos tomar en cuenta que tipo de red es la que vamos a analizar y diseñar, dependiendo de factores como: los materiales y dispositivos que la conforman a continuación describimos los diferentes tipos de redes:

- **Redes de Área Local (LAN).**- Podemos decir que este tipo de red son sistemas de comunicación de propiedad privada, con la característica de que la distancia entre las computadoras debe ser pequeña, se usan ampliamente para conectar computadoras personales y estaciones de trabajo en oficinas de compañías y fábricas con objeto de compartir los recursos (impresoras, escáner, etc.) e intercambiar información. Los dispositivos de la figura 2.3 son los que se utilizan dentro de una red LAN:



Figura 2.3: Dispositivos de conexión

- **Red de Área Amplia (WAN).**- Se extiende sobre un área geográfica extensa, a veces un país o un continente y su función fundamental está orientada a la interconexión de redes o equipos terminales que se encuentran ubicados a grandes distancias entre sí, para ello cuentan con una infraestructura basada en poderosos nodos de conmutación que llevan a cabo la interconexión de dichos elementos, los dispositivos que se utilizan para la conexión son los que se presentan en la figura 2.4 y por los que además fluye un volumen apreciable de información de manera continua.



Figura 2.4: Dispositivos de la red WAN

- **Red de Área Metropolitana (MAN).**- Es una red de alta velocidad (banda ancha) que dando cobertura en un área geográfica extensa, proporciona capacidad de integración de múltiples servicios mediante la transmisión de datos, voz y vídeo, sobre medios de transmisión tales como fibra óptica y par trenzado.

### 2.1.2.3 Topología de redes

La topología de redes hace referencia a las diferentes maneras en que se puede configurar un grupo de computadoras para quedar entrelazadas mutuamente y con ello poder comunicarse entre ellas, se pueden especificar que existen básicamente tres tipos de ellas y a continuación las describimos brevemente:

- **Tipo bus.-** Esta topología indica que para la conexión de los dispositivos de la red se utiliza un solo cable como nos indica la figura 2.5, una de las ventajas más relevantes es que todos los host están conectados entre sí y de esta manera la conexión que tienen es directa, por tanto su debilidad es que si por alguna razón el cable principal sufre algún daño no existe conexión en toda la red, sus problemas principales son: tráfico y colisiones.

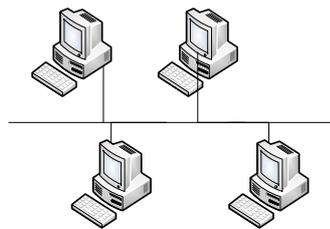


Figura 2.5: Topología bus

- **Tipo estrella.-** En esta configuración un nodo actúa como punto central de conexión para todos los demás permitiendo así que en caso de que exista un fallo en alguno de los cables los demás nodos no pierdan conexión con el nodo central. La principal desventaja es que algún problema que exista en el nodo central se convierte en un desastre total para la red, la figura 2.6 nos muestra el diseño de la topología estrella.

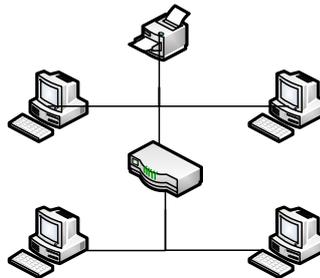


Figura 2.6: Topología estrella

- **Tipo anillo.-** En la topología de anillo cada nodo es conectado a otros dos más formando un patrón de anillo. La ventaja de esta topología es que si existe algún problema en las conexiones en un cable, la información le sigue llegando al nodo usando otro recorrido y si algún nodo está muy ocupado por el tráfico se puede derivar hacia otros nodos como nos indica la figura 2.7.

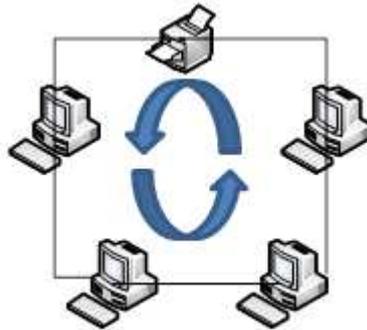


Figura 2.7: Topología anillo

Una variante de la topología anillo es la doble anillo, esta consta de un segundo anillo redundante que conecta por segunda vez los dispositivos, incrementando la confiabilidad de los datos y la flexibilidad de la red, cabe indicar que cada uno de los anillos funciona de manera independiente.

- **Tipo Malla.-**La esencia es buscar la interconexión de los nodos de tal manera que si uno falla los demás puedan redireccionar los datos rápida y fácilmente. Esta topología es la que más tolerancia tiene a los fallos porque provee más caminos por donde puedan viajar los datos que van de un punto a otro como indica la figura 2.8, su principal desventaja es su costo de implementación, es por esto que se ha creado una alternativa que es la red de malla parcial en la cual los nodos más críticos (por los que pasa más tráfico) se interconectan entre ellos y los demás nodos se interconectan a través de otra topología (estrella, anillo).

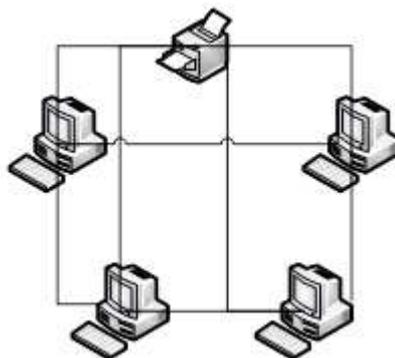


Figura 2.8: Topología anillo

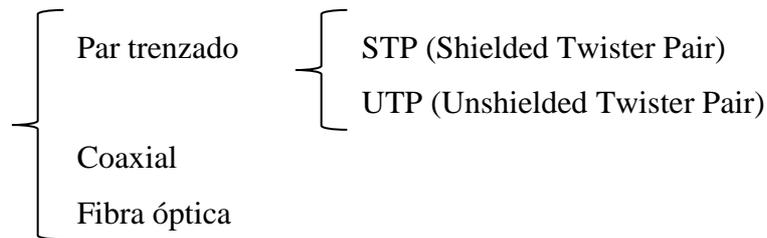


#### 2.1.2.4 Medios de transmisión

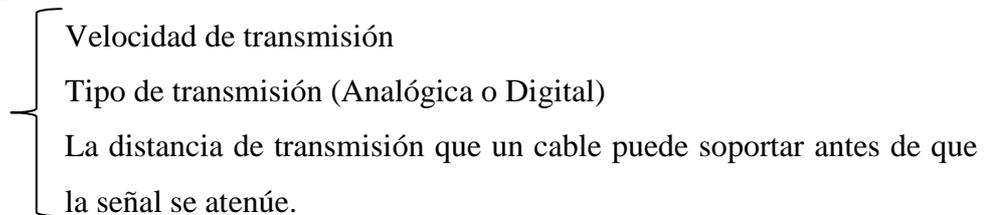
Los medios de transmisión son los caminos físicos por medio de los cuales viaja la información y en los que usualmente lo hace por medio de ondas electromagnéticas.

Los medios de transmisión vienen divididas en:

- **Guiados.-** Están constituidos por un cable que se encarga de la conducción (o guiado) de las señales desde un extremo al otro.



- **No guiados.-** Tanto la transmisión como la recepción de información se lleva a cabo mediante antenas, a la hora de transmitir, la antena irradia energía electromagnética en el medio. Por el contrario en la recepción la antena capta las ondas electromagnéticas del medio que la rodea.
- **Especificaciones de Cables.-** Los cables pueden tener diferentes especificaciones de acuerdo a su rendimiento:



#### 2.1.2.5 Protocolo de Redes

Podemos citar que un protocolo es una serie de reglas que indican a una terminal cómo debe llevar a cabo el proceso de comunicación entre los diferentes dispositivos de una red.



Dos terminales que se comunican pueden tener una arquitectura y un sistema operativo diferente que hace imposible la comunicación directa entre ambas, debido a esto se han desarrollado protocolos que estandarizan la forma en que dos terminales deben establecer comunicación y lo hacen desde cuestiones físicas hasta cuestiones meramente de software (representación de datos, compresión y codificación de información y datos, entre otras cosas). Ahora bien, dos elementos que intervienen en el proceso de comunicación lo forman el paquete de información que la terminal transmisora dirige a la terminal receptora; este paquete contiene entre otras cosas direcciones, información de usuario e información para corrección de errores, requeridos para que alcance a la terminal receptora, además se encuentra obviamente el protocolo de comunicación de información.

Los protocolos o normalizaciones son establecidos por organizaciones de reconocimiento mundial, por ejemplo la Open System Interconnection (ISO), Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), American National Standards Institute (ANSI), estos sobresalen por su valor académico o comercial así podemos citar:

- El protocolo OSI es el protocolo utilizado a nivel mundial por sus prestaciones a nivel académico y de implementación en redes.
- El protocolo de la IEEE que de hecho está más orientado al hardware que al software.
- El protocolo TCP/IP originalmente desarrollado por la secretaría de defensa de los Estados Unidos de América junto con algunas universidades importantes.

Estas organizaciones incluyen miembros de muchas naciones, las cuales tiene sus propios procesos para generar estándares. En muchos países, los códigos nacionales se convierten en modelos para agencias provinciales, estatales, municipios y otros entes gubernamentales que los incorporan en sus leyes y ordenanzas, lastimosamente dentro de nuestro país no hay normas que exijan a las entidades a cumplir con estándares por tanto los cableados son aplicados de la manera más económica si pensar en el bien de la empresa.



Los dispositivos y cables que se utilizan para la realización de un cableado proporcionan que una red diseñada según los estándares funcione de manera correcta un promedio de 10 años. El rendimiento a largo plazo y el valor de la inversión de muchos sistemas de cableado de red se ven reducidos porque los instaladores no cumplen con los estándares obligatorios y recomendados.

Todos los componentes del sistema deben ser revisados y actualizados periódicamente evitando el deterioro y actualizando la tecnología procurando mantener estándares óptimos de transmisión de voz y datos medida que se van incorporando tecnologías al cableado otras son eliminadas, para que un cableado sea óptimo, no se requiere que todos los materiales sean nuevos sino que cumplan con las condiciones de transmisión de datos óptimas aplicadas para la empresa en la cual van a ser incorporados.

Aplicando teorías de cableado estructurado y siendo una empresa que aplica la tecnología, se ve necesario que el cableado de la empresa Compuácil Cía. Ltda., sea aplicado con normas y especificaciones.

- **Normas por imposición.-** Este tipo de normas son impuestas por una organización y debe seguirse para asegurar el nivel de comunicación óptimo que ellas garantizan.
- **Normas por convención.-** Este tipo de normas son tomadas como tal bajo común acuerdo de distintas organizaciones o grupos de usuarios; éstas fueron tomadas por normas debido a su alto desempeño o que son las únicas en su tipo, sin embargo quien las diseñó no intentaba que fueran una norma impuesta, a continuación se describe la norma:

**Modelo Open Systems Interconnection.-** Sus siglas son interconexión de sistemas abiertos, el cual es usado para describir el uso de datos entre la conexión física de la red y la aplicación del usuario final. Este modelo es el más conocido y usado para describir los entornos de red.



Figura 2.9: Capas del Modelo OSI

Como se muestra en el Figura 2.9, las capas del modelo OSI están numeradas de abajo hacia arriba, podemos notar que las funciones más básicas como el poner los bits de datos en el cable de la red están en la parte de abajo; mientras las funciones que atienden los detalles de las aplicaciones del usuario están arriba.

En el modelo OSI el propósito de cada capa es proveer los servicios para la siguiente capa superior, resguardando la capa de los detalles de cómo los servicios son implementados realmente, las capas son abstraídas de tal manera que cada capa cree que se está comunicando con la capa asociada en la otra computadora, cuando realmente cada capa se comunica sólo con las capas adyacentes de la misma computadora.

A continuación se describe brevemente cada una de las capas del modelo OSI:

- **Capa de aplicación.-** La capa de aplicación provee servicios de red a las aplicaciones de los usuarios, la aplicación es lo que es tangible para el usuario en el monitor es el programa que se ejecuta.
- **Capa de presentación.-** Esta capa provee la representación de datos y el formateo del código, asegura que los datos que recibe de la red puedan ser utilizados por la aplicación y asegura que la información enviada por la aplicación pueda ser transmitida en la red.



- **Capa de sesión.-** Esta capa establece, mantiene y maneja las sesiones entre las aplicaciones. Es una comunicación interhost, la cual pretende despachar contenidos con la máxima eficiencia y seguridad al mayor número posible de usuarios, en cualquier momento y en cualquier lugar.
- **Capa de Transporte.-** Esta capa segmenta y reensambla los paquetes de datos en un bloque de datos y se encarga de la interconexión de los equipos. Aquí es donde se negocia el inicio y terminación de una comunicación y la cantidad de paquetes a enviar, algunas de sus funciones más importantes son las siguientes:
  - Segmenta las aplicaciones de las capas superiores
  - Establece una conexión extremo – extremo
  - Envía segmentos de un host extremo a otro
  - Opcionalmente, asegura la confiabilidad de los datos
  - Se encarga de la conexión, reconocimiento, transmisión
- **Capa de red.-** Esta capa determina el mejor camino para mover los datos de un lugar a otro, además maneja el direccionamiento de los dispositivos y supervisa la ubicación de los dispositivos en la red.
- **Capa de enlace.-** Esta capa provee la transmisión física a través del medio. Maneja el control de errores, la topología de la red, y el control de flujo. Esta capa se encarga de preparar los datos antes de enviarlos a través del medio físico.
- **Capa física.-** Esta capa provee las características eléctricas, mecánicas, y funcionales para la activación y mantenimiento del enlace físico entre los sistemas.

## 2.2 ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURAL

Un sistema de cableado estructurado es un medio de comunicación físico-pasivo para las redes de cualquier empresa o edificio de oficinas, se lo conoce también como la conexión de cables, conectores, canalizaciones y dispositivos que permiten establecer una infraestructura de telecomunicaciones, todo sistema de cableado estructurado: las instalaciones y características deben cumplir con las normas o estándares propuestos por las organizaciones de cableado estructurado a nivel internacional.



El cableado estructurado es la parte fundamental de una empresa ya que por él estará transfiriéndose el activo más preciado “la información”, por tanto el diseñador tiene en su responsabilidad diseñar para el cambio.

La norma que se pretende aplicar para diseñar un sistema de cableado estructurado óptimo es la ANSI/TIA/EIA-568-B, la misma que especifica la aplicación a sistemas de cableado para edificios comerciales, con soporte multiproductos y multimarcas, también provee de información de diseño de productos de telecomunicaciones por parte de los fabricantes.

La aplicación de la norma establece criterios técnicos de rendimientos para la configuración de los diferentes sistemas de cableado para acceder e interconectar sus respectivos elementos, además considera los requerimientos de rendimientos de diversos servicios de telecomunicaciones.

La norma EIA establece dos criterios: obligatorios y recomendación:

Los criterios de obligatoriedad se aplican a la protección, rendimiento y compatibilidad y especifican el mínimo de requerimientos.

Los criterios de recomendación se aplican para incrementar el requerimiento del sistema de cableado y sus aplicaciones.

Los principales objetivos que pretende cumplir el cableado estructurado son:

- **Flexibilidad** ya que la red debe poder acoplarse a las redes de alta velocidad y redes futuras, además de adaptarse a las necesidades que vaya teniendo la empresa de acuerdo a su escalabilidad.
- **Diversidad** la red debe poder adaptarse a más de un usuario que tenga más de un sistema de red.
- **Incrementar el funcionamiento** está diseñado para dar apoyo a los requisitos de la red. El cableado debe ser lo suficientemente genérico para acomodarse a todas las necesidades de los usuarios.



Un cableado mal estructurado, diseñado e implementado produce para a la empresa pérdidas considerables en tiempo y costos; además de generar problemas de información entre los usuarios internos y externos.

Entre las principales ventajas de implementar un sistema de cableado estructurado podemos citar:

- El sistema de cableado es independiente de la aplicación y del proveedor, los cambios en la red y en el equipamiento pueden realizarse por los mismos cables existentes.
- Debido a que las salidas para conexión están cableadas de igual forma, los movimientos de personal pueden hacerse sin modificar la base de cableado.
- La localización de los hubs y concentradores de la red en un punto central de distribución, en general un closet de telecomunicaciones, permite que los problemas de cableado o de red sean **detectados** y aislados fácilmente sin tener que parar el resto de la red.

### **2.2.1 Procedimientos para elaborar un sistema de cableado estructural**

Para elaborar un sistema de cableado estructurado debemos basarnos en un enfoque sistemático del cableado, pretendiendo con esto seguir normas que hagan que el diseño planteado sea la mejor opción para la empresa con el único objetivo de buscar solventar sus necesidades de conexión y transferencia de información.

Cuando se elabora un documento guía sobre el cableado estructurado se pretende que sea claro y de fácil comprensión para todos los niveles involucrados en su desarrollo; desde los instaladores, administradores de red y cualquier otro técnico que trabaje con dichos cables.

El cableado nos plantea algunos puntos para garantizar la efectividad y eficiencia en los proyectos de diseño y estos son:



- **Buscar una solución completa de conectividad** para buscar esta conectividad completa dentro de la empresa se debe abarcar todos los sistemas que han sido diseñados para conectar, tender, administrar e identificar los cables. La implementación basada en estándares está diseñada para admitir tecnologías actuales y futuras, el cumplimiento de los estándares servirá para garantizar el rendimiento y confiabilidad del proyecto a largo plazo.
- **Planificar teniendo en cuenta la escalabilidad** de la empresa la cantidad de cables instalados debe satisfacer necesidades futuras. Se deben tener en cuenta las soluciones de categorías vigentes en UTP y de fibra óptica para garantizar que se satisfagan futuras necesidades.
- **Conservar la libertad de elección de proveedores** aunque un sistema cerrado y propietario puede resultar más económico en un principio, con el tiempo puede resultar ser mucho más costoso. Con un sistema provisto por un único proveedor y que no cumpla con los estándares, es probable que más tarde sea más difícil realizar traslados, ampliaciones o modificaciones.<sup>2</sup>

Cualquier tipo de red debe ser capaz de adaptarse a un crecimiento; por tanto es importante planear con anterioridad la cantidad de tendidos y de derivaciones de cableado en el área de trabajo; es preferible instalar cables de más que no tener los suficientes para cubrir las necesidades presentes y futuras del sistema de cableado.

### 2.2.2 Elementos de un sistema de cableado estructurado

Un sistema de cableado es capaz de integrar tanto a los servicios de voz, datos y vídeo; como los sistemas de control y automatización de un edificio bajo una plataforma estandarizada y abierta, el cableado estructurado tiende a estandarizar los sistemas de transmisión de información al integrar diferentes medios para soportar toda clase de tráfico, controlar los procesos y sistemas de administración de un edificio.

---

<sup>2</sup>Hugo Vecino Picón “Ciclo de conferencias de Actualización Informática\_ SENA”; Mayo 2008

Los elementos que conforman un sistema de cableado estructurado (figura 2.10) son:

- Punto de demarcación.
- Sala de equipamiento.
- Sala de telecomunicaciones.
- Área de trabajo.
- Cableado backbone, también se lo conoce como cableado vertical.
- Cableado horizontal, también se lo conoce como cableado horizontal.
- Administración.

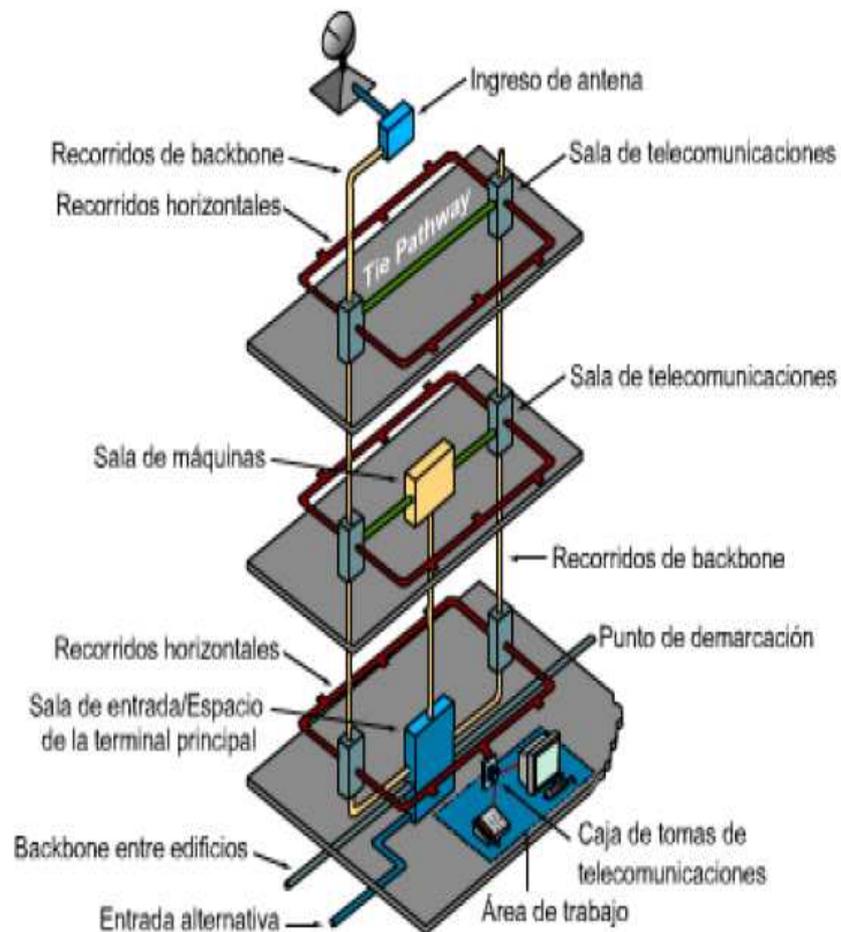


Figura 2.10: Subsistemas de cableado estructurado<sup>3</sup>

A continuación se procederá a detallar cada uno de los elementos del sistema de cableado estructurado:

<sup>3</sup><http://haceredes.zobyhost.com/subsistemas-cableado.html>

### 2.2.2.1 Punto de demarcación

El punto de demarcación (demarc) es el punto en que el cableado externo del proveedor de servicios se conecta con el cableado backbone de la empresa, representa el límite entre la responsabilidad del proveedor de servicios y la responsabilidad del cliente, en muchos edificios este punto está cerca de otros servicios tales como electricidad y agua, de manera que todos los servicios que vienen el proveedor estén bien ubicados (figura 1.11).

El proveedor de servicios es responsable de todo lo que ocurre antes del demarc, todo lo que ocurre desde el demarc hacia dentro del edificio es responsabilidad del cliente por tanto se tiene claramente delimitada la responsabilidad y es más fácil ubicar el punto de daño.

Dentro de la empresa Compufácil Cía. Ltda. Podemos indicar que no se tiene especificado un cuarto demarc; la recomendación propuesta sería instalar el demarc en la terraza del edificio principal y en él colocar las antenas de conexión con el proveedor de servicios y la antena de transmisión, los edificio de las sucursales tampoco hay especificado el demarc los cuales deberían estar ubicados en las terrazas.



Figura 2.11: Subsistema DEMARC

Según la norma TIA/EIA-569-A el cuarto demarc debe cumplir con las siguientes especificaciones:



- El tamaño del demarc se relaciona con el tamaño del edificio, para más de 2000mts, se recomienda una habitación dentro del edificio con su respectiva seguridad.
- Calcule 1 metro cuadrado de un montaje de pared de madera terciada por cada área de 20-metros cuadrados de piso.
- Cubra las superficies donde se montan los elementos de distribución con madera terciada resistente al fuego o madera terciada pintada con dos capas de pintura ignífuga.
- Ya sea la madera terciada o las cubiertas para el equipo de terminación deben estar pintadas de color naranja para indicar el punto de demarcación.

### 2.2.2.2 Sala de equipamiento y telecomunicaciones

A continuación se describe la infraestructura necesaria para un sistema de cableado estructurado:

**Sala de equipamiento.-** Una vez que el cable ingresa al edificio a través del demarc se dirige a la sala de equipamiento, esta esencialmente es una gran sala de telecomunicaciones que por lo general está compuesta de: marco de distribución, servidores de red, routers, switches, PBX telefónico, protección secundaria de voltaje, receptores satelitales, moduladores y equipos de internet de alta velocidad, entre otros dispositivos de red por tal motivo se convierte en el centro de la red de voz y datos.

Compufácil Cía. Ltda., al no tener proyectado el crecimiento de la empresa y no basados en la escalabilidad, colocó de manera provisional todos los dispositivos dentro del departamento técnico el espacio es reducido y no se podría considerar como sala de telecomunicaciones, entre los principales problemas que esto representa tenemos que:

- No se dispone de privacidad ya que está dentro del departamento técnico pudiendo cualquier persona y / o técnico pueda ingresar a este lugar sin ningún tipo de restricción.
- Los cables del rack están desordenados

- Los servidores de la empresa no tienen seguridad y pueden ser manipulados

A continuación se presenta en la figura 2.12 el estado actual del que se encuentra la parte central del cableado y sus servidores:



Figura 2.12: Equipamiento

Debido a la escalabilidad de la empresa Compufácil Cía. Ltda., se debe considerar el colocar la sala de telecomunicaciones en un espacio físico dedicado para tal finalidad además de disponer de un administrador de red ya que se dispone de la persona responsable del manejo, mantenimiento, operabilidad y escalabilidad de la red; además de utilizar de una mejor manera los recursos disponibles en beneficio de la empresa y evitando la pérdida o mal manejo de la información.

Disponiendo de un espacio físico apropiado para la sala de equipamiento los dispositivos deberían ser colocados y distribuidos de manera ordenada, brindando seguridad a los servidores por el grado de información que manejan ellos, se debe procurar que cada uno de los cables sean colocados y ubicados de manera ordenada en el rack manteniendo la norma TIA/EIA-569-A que indica que se debe codificar cada cable.

Se propone que la sala de equipamiento sea ubicada en el segundo piso del edificio principal en un espacio propio para mantener todos los equipos y dispositivos de la red de manera ordenada la figura 2.13 propone el modelo de sala de telecomunicaciones.

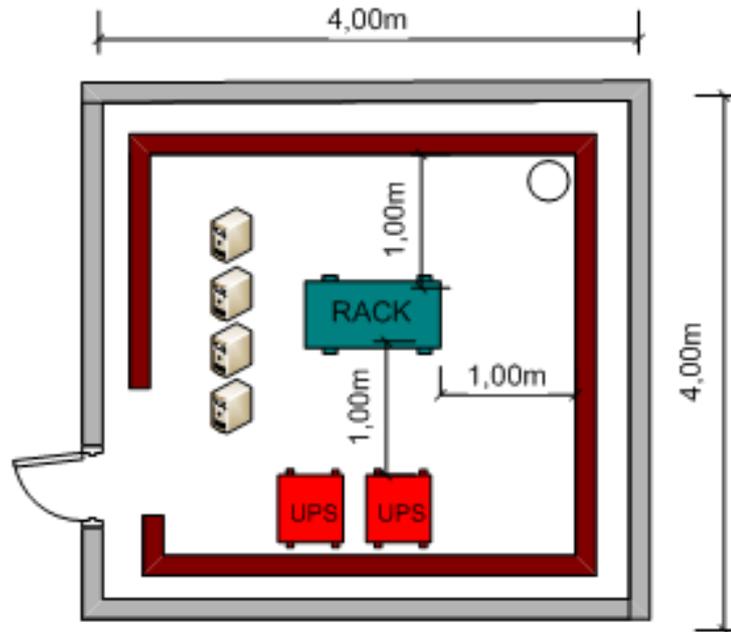


Figura 2.13: Sala de equipamiento (Propuesto)

**Sala de telecomunicaciones.-** Dentro de un edificio de varios pisos se pueden ubicar varias salas de telecomunicaciones las cuales son alimentadas por la sala de equipamiento; estas son colocadas en los diferentes pisos para distribuir los servicios de la red en un área particular del edificio, aquí se incluyen las terminaciones mecánicas y dispositivos de conexión cruzada para sistemas de cableado backbone y horizontal además de contar con dispositivos como routes, hub y switch propios de cada departamento o grupo de trabajo, esto fuera necesario si el edificio y los grupos de trabajo así lo ameriten.

Entre los dispositivos que podrían ser colocados presentamos y ponemos a consideración los más comunes y algunas las especificaciones que deben cumplir para su instalación de modo que el sistema de cableado estructurado siga la norma TIA/EIA-569-A son los que se detallan en la tabla 2.1.

La empresa en la actualidad cuenta en el primero, segundo y tercer piso con gabinetes, los mismos que están incrustados en la pared y desde ahí se distribuye los servicios de la red para el área de trabajo específica, estos no tienen correctamente colocados los cables ya que debido a remodelaciones, cambios e incorporación de puestos de trabajo se ha desordenado solucionando en ese momento la utilización de servicios pero generando desorden, por lo antes expuesto ponemos a consideración las figuras 2.14 en los cuales se indican los problemas existentes en los gabinetes.



Figura 2.14: Salas de equipamiento y telecomunicaciones de Compufácil Cía. Ltda.



Dispositivo	Especificación
Consola de pared con bisagra	<p>Colocar en un panel de madera terciada que cubra la pared subyacente</p> <p>La bisagra permite que la unidad pueda girar hacia afuera</p> <p>Dejar 48cm para que el panel se pueda separar de la pared</p>
Bastidor de distribución	<p>Debe tener 1 m de espacio libre para poder trabajar en la parte delantera y trasera</p> <p>Utilizar placa de piso de 55.9cm brinda estabilidad y determina la distancia mínima para la posición final del bastidor</p>
Gabinete de equipamiento	<p>Requiere por lo menos 76.2cm de espacio libre delante de la puerta para que se pueda abrir</p> <p>Tienen por lo general 1.8m de alto x 0.74m de ancho y 0.66m de profundidad.</p> <p>Tener en cuenta si los equipos utilizan electricidad</p> <p>Los equipos pesados como switches y servidores deben ser colocados en la base por razón de estabilidad.</p> <p>Tener en cuenta la escalabilidad que se pretende lograr dentro de la red</p> <p>La configuración inicial debe incluir espacio adicional en el bastidor para así poder agregar otros paneles de conexión o espacio adicional en el piso para instalar bastidores adicionales en el futuro.</p> <p>La instalación adecuada de bastidores de equipos y paneles de conexión en la TR permitirá, en el futuro, realizar fácilmente modificaciones a la instalación del cableado.</p>

Tabla 2.1: Dispositivos y especificaciones para la sala de equipamiento Compufácil Cía. Ltda.



### 2.2.2.3 Área de trabajo

El “área de trabajo” es un término que se utiliza para describir el área que obtiene los servicios de una sala de comunicaciones, el tamaño y la cantidad de áreas de trabajo se pueden determinar mediante planos del edificio y éstas dependerán de la distribución de los puestos de trabajo de cada empresa u organización y del tamaño de empresa en la cual se pretenda implementar un sistema de cableado estructurado; al determinar cada área de trabajo lo que se debe buscar es plantear soluciones óptimas que generen beneficios y calidad en la transmisión de la información (tabla 2.2).

Dentro de las áreas de trabajo que se determinen en los sistemas de cableado estructurado se debe tomar en consideración la norma TIA/EIA-568-B.1; indica entre varias consideraciones que la distancia máxima de cable desde el punto de terminación en la sala de telecomunicaciones hasta la terminación en la toma del área de trabajo no puede superar los 90 metros (295 pies) la consideración de esta medida garantizará que la comunicación en este espacio va a ser óptima; considerando que la distancia del cableado horizontal no rebasa los 90 metros se denomina enlace permanente y cada área de trabajo debe tener por lo menos dos cables: uno para datos y otro para voz.

Debido a que la mayoría de los cables no pueden extenderse sobre el suelo estos se colocan en dispositivos de administración de cables tales como: bandejas, canastos, escaleras y canaletas, muchos de estos dispositivos seguirán los recorridos de los cables en las áreas sobre techos suspendidos, las áreas de trabajo dentro de la empresa Compufácil Cía. Ltda., se las determinara de acuerdo con las ubicaciones de las oficinas además se considera el tener un punto adicional en cada área de trabajo para considerarlo activo en caso de ser necesario, los cables se los colocara en canaletas que recorrerán el techo sobrepuesto que existe en el edificio cabe mencionar que los recorridos del cable van por el contorno ya que si surgieren problemas de deterioro o cualquier otro daño sepamos el recorrido que cumplen y poder diagnosticar de la manera más rápida y solucionar los inconvenientes.



<b>Edificio Principal</b> <b>Remigio Crespo y Guayas</b>	<b>Edificio Sucursal # 1</b> <b>Sucre 3-55 y Vargas Machuca</b>	<b>Edificio Sucursal # 2</b> <b>Av. Gonzales Suarez 12-222</b>
Área de trabajo 1 Ventas (exhibición) Dpto. Técnico Bodega	Área de trabajo 1 Ventas (exhibición) y Administración	Área de trabajo 1 Ventas (exhibición) y Administración
Área de trabajo 2 Dpto. Corporativo Gerencia		
Área de trabajo 3 Dpto. Contabilidad		

Tabla 2.2 Áreas de trabajo Compufácil Cía. Ltda.

Para que el cableado funcione de manera más efectiva y eficiente se deben tomar medidas para evitar que el personal no autorizado instale cables de conexión o hub dentro de la red ya que estas anomalías ocasionarían la pérdida de información de la empresa.

#### **2.2.2.4 Cableado backbone o cableado vertical**

El propósito del cableado del backbone es proporcionar interconexiones entre cuartos de entrada de servicios de edificio, cuartos de equipo y cuartos de telecomunicaciones, este cableado incluye la conexión vertical entre pisos en edificios de varios pisos, cuando se diseña un cableado backbone se espera que este sirva para cubrir las necesidades del edificio por varios periodos, considerando que cada uno de estos periodos tenga una duración de 3 a 10 años aproximadamente; pudiendo soportar el crecimiento de la red y cambios en el requerimiento de servicios sin tener que instalar cableado adicional.

Para su instalación se deberá calcular para el uso máximo simultaneo de los usuarios existentes para ello es recomendable utilizar topología de estrella jerárquica la misma que se ilustra la figura 2.15.

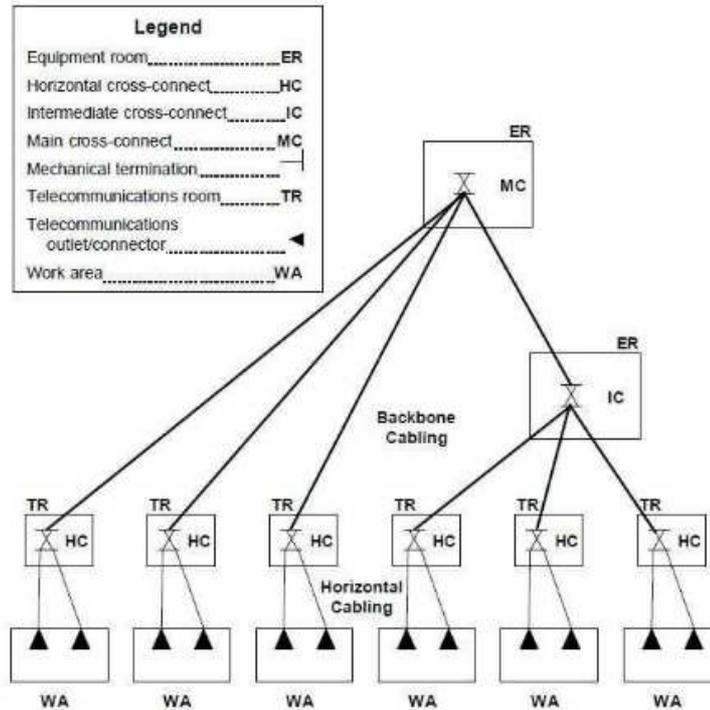


Figura 2.15: Cableado backbone o vertical

El cableado del backbone incluye:

- medios de transmisión como cables.
- puntos principales e intermedios de conexión cruzada.
- terminaciones mecánicas.

Los siguientes medios son reconocidos para uso del backbone:

- Cable par trenzado.
- Cable de fibra óptica multimodo.
- Cable de fibra óptica monomodo.

Para escoger el tipo de medio que se puede utilizar para la elaboración de un cableado backbone podemos considerar:

- La flexibilidad con respecto a los servicios soportados.
- El tiempo de vida útil requerido.
- El tamaño físico y el número de usuarios.

### 2.2.2.5 Cableado horizontal

El sistema de cableado horizontal se extiende desde el área de trabajo de telecomunicaciones al rack de telecomunicaciones y consiste de lo siguiente:

- Enchufe de telecomunicaciones.
- Terminaciones de cable (asignaciones de guías del conector modular RJ-45).
- Conexiones de transición.

La topología más utilizada y que brinda mejor rendimiento en la comunicación se la estrella (un cable para cada salida), la norma recomienda que se utilice 2 conectores RJ-45 en cada puesto de trabajo que son para voz y datos (figura 2.16).

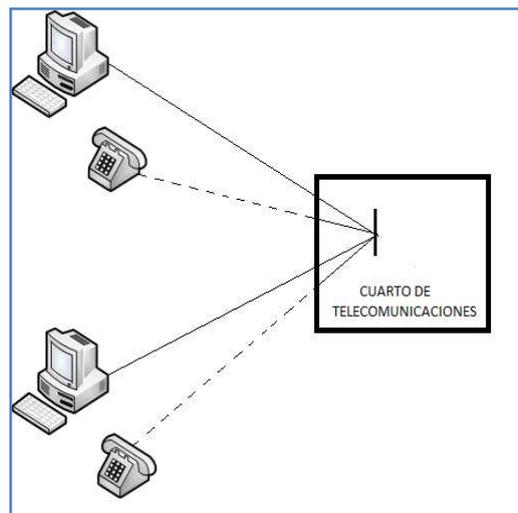


Figura 2.16: Cableado Horizontal



Los componentes del sistema de cableado horizontal son lo que se describen a continuación:

- Cableado horizontal.
- Conectores de telecomunicaciones.
- Terminaciones de cable (asignaciones de guías del conector modular RJ-45).
- Patch cords en el cuarto de telecomunicaciones.
- Salidas de telecomunicaciones de múltiples usuarios.
- Puntos de consolidación.

Dentro del cableado horizontal no debe existir más de un punto de transición o consolidación entre la cruzada horizontal y el cuarto de telecomunicaciones, tampoco deben existir empalmes o splitters.

El sistema de cableado horizontal se extiende desde el área de trabajo al rack de telecomunicaciones y consiste de lo siguiente:

- La distancia máxima del cableado horizontal debe ser de 90mts, independiente del tipo de medio, en caso de utilizar un MUTUA (multi-user telecommunication outlet assembly) la distancia puede disminuir.
- Para cada canal horizontal el total de patch cords, cables en el cuarto de telecomunicaciones no debe exceder de 10 mts.
- La distancia máxima de los patch cords, o cables en las cruzadas es de 5mts.
- Los cables dentro del sistema de cableado estructurado deberán estar protegidos íntegramente en todo su recorrido por canaletas pegadas a paredes y por escalerillas o bandejas tipo malla metálicas para tendidos sobre el cielo raso, que los protejan y permitan mantener sus características físicas intactas garantizando que la información no va a tener problemas en su trayectoria o solución es enviar los cables por el techo falso siguiendo el recorrido de la pared y de los Figuras expuestos.



- Desde las salas de equipamiento y salas de telecomunicaciones, hacia cada punto de usuario de voz y hacia cada puntos de usuario de datos, se instala cable UTP categoría 6, debidamente terminados hacia el lado del gabinete respectivo en patch panels de jacks blindados RJ45 categoría 6 necesarios para atender los requerimientos de voz y datos. Este cableado terminará hacia el lado de los usuarios en faceplates de dos salidas con jacks RJ45 Categoría 6 blindados.
- Se plantea que para el cableado se utilice cable UTP categoría 6 con sistema de blindaje para conexión a tierra categoría 6 en topología estrella, permitiendo una longitud máxima del cable de 90 metros, entre el patch panel contenido en el gabinete de comunicaciones y el jack de la salida de comunicaciones.
- Para el tendido de los cables se deberá considerar siempre una holgura en la medida a manera de remanente de mínimo 1 metro que quedará dentro de los gabinetes de comunicaciones. Dentro de las placas de salida (faceplates) también se dejará cable remanente para el mantenimiento de los puntos.
- En los distintos pisos se tienen gabinetes, que alojarán lo siguiente: bandejas para el backbone de fibra óptica, patch panels con jacks RJ-45 categoría 6 para reflejo de los puntos de usuarios de datos, también cuenta con patch panel que reflejan los servicios telefónicos provenientes de la central telefónica.
- En cada puesto de trabajo se deberá instalar dos jacks RJ-45 de 8 contactos categoría 6 sobre un faceplate de dos salidas, estos faceplate deberán soportar etiquetas individuales del tipo inserción para cada puerto con cubierta de policarbonato transparente e irán instalados sobre soportes de bastidor universal.
- Las cajas plásticas tipo bastidor universal deberán colocarlas sobre la pared deben ser retardantes de fuego y poseen pre cortes de fábrica a fin de evitar el uso de sierras o taladros que deformen la caja o dejen astillas que puedan dañar el cable y se respete la certificación de los productos y mano de obra.



- Los patch cords deberán poseer conectores RJ45 y ser de cable Categoría 6 de fábrica. Los patch cords para las estaciones de trabajo serán de 6 pies de longitud, para el gabinete de piso serán de 3 pies de longitud y para los gabinetes de pared serán de 3 pies según certificación de los patch cord. Sólo en casos puntuales, durante la instalación de los puntos de voz y datos, si la longitud de cables es muy corta o muy larga, serán colocados cables de acuerdo a las medidas adecuadas para lograr una correcta instalación. Se debe incluir cinta velcro, cinta espiral transparente o superior, etiquetas y demás accesorios necesarios para permitir una adecuada identificación y orden dentro de cada gabinete de acuerdo a las Normas y Estándares correspondientes.

Es decir, se identificará cada cable, puerto del faceplate y cada conexión del panel con un código que permita fácilmente determinar su ubicación y recorrido dentro del piso se deberá hacer un diagrama pictoFigura para ser colocado en el gabinete al término de la instalación así como en la documentación pertinente.

- En las ubicaciones de personal donde existen tabiquerías bajas y no exista soporte para el adosado de canaletas para la bajada de cables desde el falso techo hacia la ubicación final de los faceplate se colocara silicón el mismo que hará que las canaletas no se muevan y se conservará la estética de la oficina.

#### 2.2.2.6 Administración

Dentro de la administración se considera mantener a la red siempre activa y en funcionamiento por eso basado en la norma TIA/EIA - 568 -B.1 se tomaran las siguientes indicaciones por parte del administrador de red para que el funcionamiento sea eficiente.

**Parámetros de prueba.-** Estos son los únicos puntos que los probadores requieren probar y si el enlace pasa todas las categorías, el enlace es considerado “Pasa”. Si el enlace falla en alguno de los parámetros, el enlace es considerada un “Falla”.



**Mapa de cables.-** El mapa de alambrado es el parámetro de prueba más obvio., todos los cables deben tener un conexión correcta pin a pin, de otra manera la información no pasará a través del cable, pretende verificar una terminación correcta en los pines e indica si la red tiene continuidad, corto circuitos, pares divididos, cruzados, invertidos, etc.

**Longitud.-** La longitud del cable entre dos puntos extremos, no está destinado para medidas precisas debido a la Incertidumbre del “NVP” 10%

- Longitud Máxima Enlace permanente 90 metros
- Longitud Máxima Enlace canal 100 metros

**El NVP = La Velocidad Nominal de Propagación.-** Es una medida de velocidad de señal a través de un cable como un porcentaje a la velocidad de la luz. NVP de 0.5 significa que es una señal que viaja a un 50% a la velocidad de la luz. El NVP varía de cable a cable; además obtener una medida exacta (dentro de un 10%) es imposible a menos que el NVP sea calibrado con una longitud conocida de cable (y aun así solo sería bueno para ese carrete particular de cable).

**Perdidas de inserción.-** Medida de pérdida de señal dentro del cable, para poder realizar esta medición debemos tener en cuenta la atenuación: si una señal es enviada a través de cable a una potencia de “1”, la potencia de la señal en el extremo receptor será algo menos de “1”. Esa diferencia se llama atenuación.

**Next.-** Pérdida NEXT (Near End Cross Talk)

- Se aplica una señal a un par y se mide el acoplamiento resultante en otro par.
- Se miden todas las combinaciones 1-2; 1-3; 1-4; 2-3; 2-4; 4-3

**PS Next.-PSNEXT (power sum Next).-** Mide el NEXT que se acopla a un par si los otros 3 pares transmiten simultáneamente:

- Medición más estricta que el NEXT par a par
- Revisa el ruido en una transmisión de múltiples disturbadores



**Perdidas por Retorno.-** Es una medición de la energía reflejada causada por malos acoples de impedancia o diferencias de impedancia dentro del mismo cable.

**Tiempo de Propagación.-** Retraso en la señal desde que se transmite hasta que se recibe.

**Diferencia en Tiempo de Propagación.-** La diferencia en el retraso de propagación entre “el par más rápido y el par más lento”.

## 2.3 DISEÑO DE DIAGRAMAS DE RED

### 2.3.1 Distribución departamental actual

A continuación en la tabla 2.3, 2.4 y 2.5 se pone a consideración la distribución con la que cuenta la empresa Compufácil Cía. Ltda., en la actualidad misma que obedece a las habilidades de cada una de las personas en los diferentes departamentos con los que cuenta la empresa y sus agencias; entre ellos tenemos:

Departamento	Responsable
Gerencia	Ing. Ricardo Ramírez
Departamento Administrativo y Contabilidad	Ing. Teodoro Castro
Departamento de Arriendos	Ing. Marcia Ortiz
Departamento de Ventas	Lcdo. Fausto Orellana
Departamento Técnico	Sra. María Cristina Malo
Departamento Logística	Sr. Vinicio Pillajo

Tabla 2.3: Distribución departamental almacén principal

Departamento	Responsable
Administrativo	Sra. Ruth Ullauri
Ventas	Sra. Cecilia Chicaiza

Tabla 2.4: Distribución departamental almacén principal



Departamento	Responsable
Administrativo	Ing. Diego Brito
Ventas	Sra. Joseph Ávila

Tabla 2.5: Distribución departamental Sucursal # 2

**Operación y procedimientos administrativos.-**Dentro de la empresa Compufácil Cía. Ltda., las operaciones y procedimientos que se deben seguir para el almacenamiento de la información están regidos por programas informáticos, mismos que son independientes entre sí y su uso está enfocado a cubrir las necesidades de cada uno de los departamentos de la empresa (tabla 2.6), a continuación se describe brevemente los sistemas con los que se cuenta en la actualidad:

- **Rental Company Manage System (RCMS).** - Este programa fue adquirido con la finalidad de manejar todas las transacciones financieras de la empresa, el mismo se implementó en el año 2005, este es un programa desarrollado por una empresa americana que no tiene soporte y que su funcionamiento fue impartido al momento de la venta, pero al poco tiempo de su implementación empezó a generar problemas en el manejo de la información. Su uso en la parte de manejo de contratos de alquiler se podría considerar como bueno, las deficiencias que se manejan en la actualidad son: la delimitación de la base de datos es pequeña y ha empezado a generar problemas con el almacenamiento de la información.
- **Ahjesotf.-** Este programa empezó a utilizarse en el año 2006 dados los inconvenientes que presento la implementación del otro sistema. La compra de este sistema sirvió para cubrir las necesidades de la empresa en el ámbito de equipos nuevos y mercadería, pero no presta la utilidad para el manejo de equipos en alquiler la empresa cuenta con el respaldo de un programador el cual puede realizar cambios en el código fuente y adaptar a las necesidades de la empresa. Este programa es comercializado dentro del país por las funcionalidades al momento de la programación, el programa es amigable y de fácil manejo es utilizado por gran parte del personal de la empresa por las funcionalidades que presta.



- **Sysaid.-** Este es un programa para el control de las tareas y sirve para medir la producción que se realiza en el departamento técnico, es un programa de fácil manejo y se considera un sistema de información que solo sirve para poder obtener datos informativos de trabajos realizados.

Los programas antes mencionados cubren requerimientos de diferentes departamentos de la empresa como indica la tabla 2.6:

Departamento	Ajhesoft	RCMS	SYSAIDE	CRM
Gerencia	X	X	X	X
Arriendos	X	X		X
Ventas	X	X		X
Técnico	X	X	X	
Contable	X	X		
Bodega	X	X		
Sucursal 1	X	X		X
Sucursal 2	X	X		X

Tabla 2.6: Operación y procedimientos administrativos de Compufácil Cía. Ltda.

**Requerimiento de usuarios.-** La empresa Compufácil Cía. Ltda., ha decidido realizar una actualización de su red de datos y dentro de dicha actualización se toman en consideración su almacén principal situado en la ciudad de Cuenca en la dirección Av. Remigio Crespo y Guayas esq. Edificio San José, la sucursal #1 en la calle Sucre 3-55 y Vargas Machuca y la sucursal # 2 ubicado en la Av. Gonzales Suarez 12-222 en Totoracocha, la estructura corporativa de la empresa está formada por 6 departamentos.



A continuación se los detalla en la tabla 2.7:

<b>Departamento</b>	<b>Número de usuarios</b>
Gerencia general	1
Departamento de arriendos	2
Departamento de ventas	17
Departamento de contabilidad y administración	6
Departamento de logística	3
Departamento técnico	13

Tabla 2. 7: Estructura departamental

Entre los principales requerimientos que los usuarios solicitan de la red son:

- Eficacia, eficiencia, escalabilidad y fiabilidad en la red.
- Acceso al correo electrónico.
- Acceso a internet.
- Integridad, confiabilidad, disponibilidad de la información.
- Sistema de compras públicas.
- Control de horarios de trabajo (biométricamente).
- Accesibilidad a servidores de datos y programas en todo momento.
- Rapidez en sistemas.
- Seguridad de la red y sistemas.
- Fácil uso.
- Transferencia de archivos dentro de los usuarios de la red y los clientes externos.
- Mejor distribución de puestos de trabajo.
- Que los cables de conexiones no sean visibles.
- Mayor rapidez la utilizar los programas básicos de la empresa (RCMS, Ajhesoft, Sysaid, correo electrónico).
- Equipos de calidad.



### 2.3.2 Diseños de diagramas de red

A continuación se presentan los mapas y diseños de la situación actual de la red como las propuestas para el cableado estructurado más eficiente.

#### 2.3.2.1 Diseños actuales de la red de Compufácil Cía. Ltda.

Lo expuesto en las figuras que se encuentran en el anexo 1.1, 1.2, 1.3 y 1.4 que se refieren al cableado estructurado nos muestran el panorama de la empresa Compufácil Cía. Ltda., entre los principales problemas que genera el cableado podemos citar los siguientes:

- Los cables no están colocados adecuadamente.
- No tiene escalabilidad, seguridad y accesibilidad.
- Los dispositivos que se encuentran funcionando en la actualidad tienen ya su vida útil de 4 años y no se ha realizado mantenimiento de los mismos.
- Los puestos de trabajo no están ubicados de manera estática y se los cambia de manera continua agravando los problemas de la red.
- No existe un administrador de red, por tanto los problemas que se ocurren son solucionados de manera superficial y no basados en mantener un cableado estructurado.
- La transmisión de la información se la realiza de manera lenta provocando en los usuarios molestias, existe retraso en las transacciones solicitadas a los servidores y provoca pérdida de tiempo en los usuarios.

#### 2.3.2.2 Diseños físicos propuestos para la empresa Compufácil Cía. Ltda.

Las distribuciones de espacios físicos que se presentan en las figuras 2.17, 2.18 y 2.19, en los anexos 2.1, 2.2 y 2.3 son los planteados para distribuir de manera más óptima los recursos de personal e instalaciones.

### Almacén principal “San José”

Este edificio tiene 23 mts (calle Guayas) y 25 mts de frente (Av. Remigio Crespo); cuenta con 13 mts de altura, cada planta es de 3mts.

- Primer piso: Se encuentra ocupada en un 90% de la totalidad de la planta baja del edificio, con un espacio físico aproximado a 23mts x 25mts.
- Segundo piso: Dentro de este piso, la empresa se encuentra ocupando aproximadamente un 70% de la totalidad de la planta alta, se encuentran ubicadas las instalaciones administrativas como son:
- Tercer piso: Dentro de este piso se encuentra el departamento de contabilidad, ocupando un 30% del total de la planta alta.

A continuación la figura 2.17 nos muestra la estructura del edificio principal:

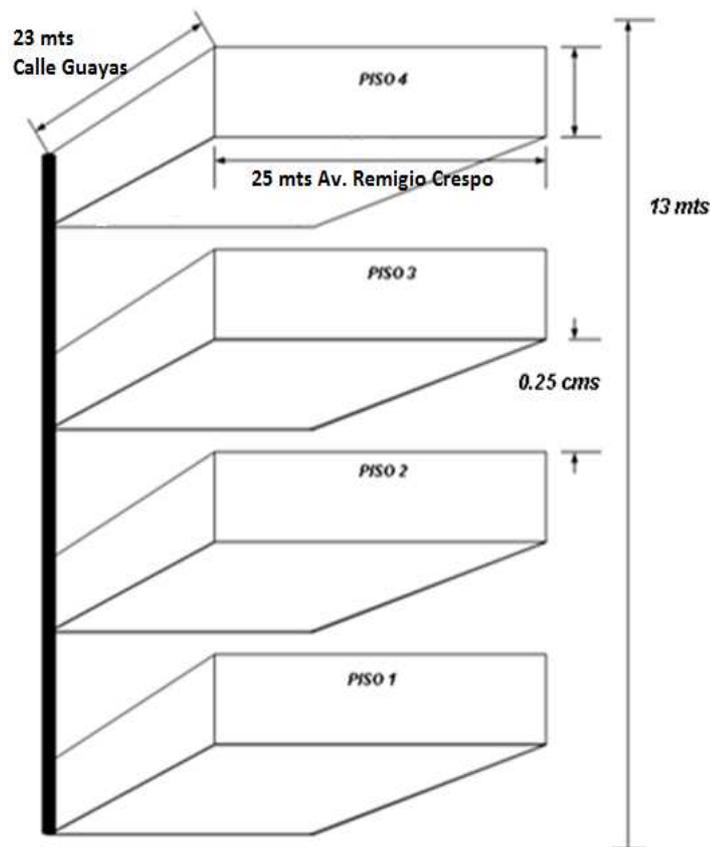


Figura 2.17: Estructura física almacén principal

### Sucursal # 1

El almacén sucursal cuenta con una infraestructura aproximada de 7 mts de frente por 13 mts de largo, espacio en el cual se encuentra ubicado: el almacén de exhibición, oficina del jefe de almacén y bodega, a continuación se ilustra en la figura 2.18 un bosquejo de la infraestructura del local.

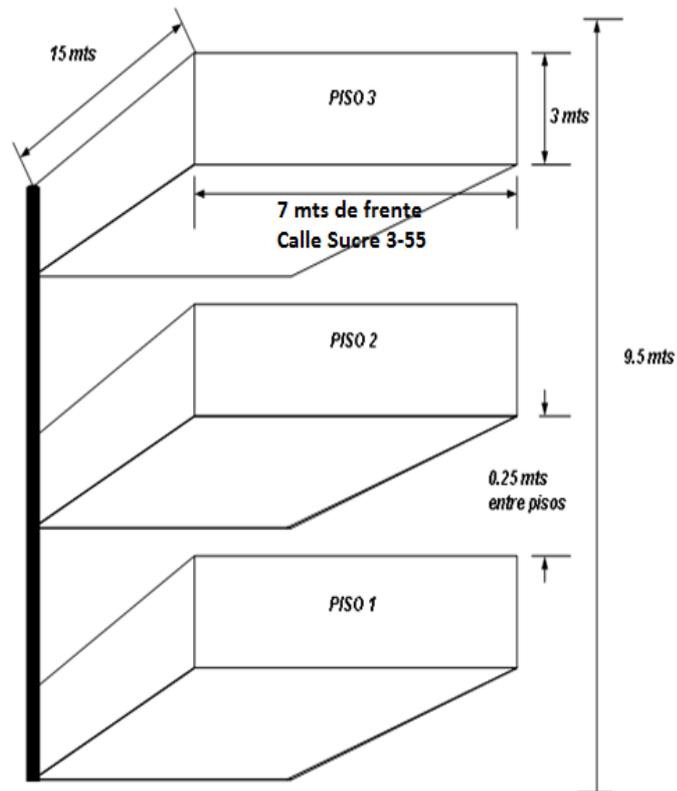


Figura 2.18: Estructura física sucursal # 1

## Sucursal # 2

El almacén sucursal cuenta con una infraestructura aproximada de 8 mts de frente y 10 mts de fondo, espacio en el cual se encuentra ubicado: el almacén de exhibición, puestos de almacén y bodega; a continuación en la figura 2.19 está la infraestructura de la sucursal # 2.

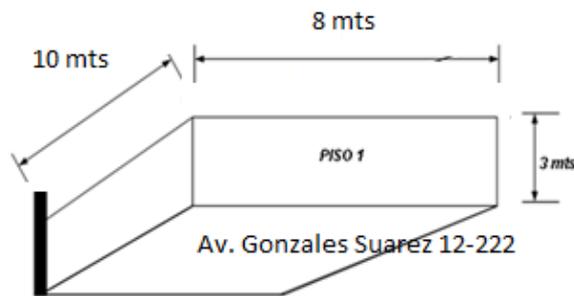


Figura 2.19: Estructura física sucursal # 2

### 2.3.2.3 Diseños de distribución físico para Compufácil Cía. Ltda.

La construcción de una red que satisfaga las necesidades de la empresas tiene muchas más probabilidades de ser exitosa si se utiliza un modelo de diseño jerárquico ya que tiene la ventaja de separar la red en tres niveles; los mismos que facilitan el diseño, implementación, mantenimiento y escalabilidad; cada capa tiene sus propias funciones específicas y no es necesariamente una separación física, sino lógica ya que los dispositivos pueden trabajar en diferentes capas.

Las capas que componen un modelo de diseño jerárquico tenemos:

- **Capa de acceso.-** La capa de acceso es el punto de entrada para las estaciones de trabajo y los servidores de usuario a la red, dentro de esta capa los dispositivos más utilizados son los hub con este se comparte el ancho de banda y los switch donde el ancho de banda es dedicado.
- **Capa de distribución.-** La capa de distribución de la red se encuentra entre las capas de acceso y núcleo, ayuda a definir y separar el núcleo; el propósito de esta capa es ofrecer una definición fronteriza en la cual se puede llevar a cabo la manipulación de paquetes.



- **Descripción de la capa núcleo.-** La capa de núcleo (core layer) o backbone; es literalmente el núcleo de la red, su única función es switchear tráfico tan rápido como sea posible y se encarga de llevar grandes cantidades de tráfico de manera confiable y veloz, por lo que la latencia y la velocidad son factores importantes en esta capa. En esta capa se coloca el punto de demarcación establecido por el ISP que en el caso de la empresa Compufácil Cía. Ltda., está establecido por la compañía Punto Net; como también se encuentra el router que proporcionara el servicio a las diferentes peticiones de los usuarios.

Los servidores de la empresa se los debe colocar en la capa núcleo los mismos que describimos en el anexo 2.4 y 2.5, en este podemos observar cómo están distribuidos los servidores de la empresa y la distribución física de los dispositivos de la red.

#### **2.3.2.4 Distribución lógica para la red de Compufácil Cía. Ltda.**

El diagrama lógico es el modelo de topología de red sin todos los detalles de la instalación exacta del cableado que nos sirve para tener un bosquejo de lo que pretendemos alcanzar al implementar el sistema de cableado estructurado.

El diagrama lógico es el mapa de ruta básico de la red que incluye los siguientes elementos:

- Especificar las ubicaciones e identificaciones de los armarios de cableado MDF e IDF.
- Documentar el tipo y la cantidad de cables que se utilizan para interconectar los IDF con el MDF.
- Documentar la cantidad de cables de repuesto que están disponibles para aumentar el ancho de banda entre los armarios de cableado.
- Proporcionar documentación detallada sobre todos los tendidos de cable, los números de identificación y en cuál de los puertos del HCC o VCC termina el tendido de cableado.



El edificio principal de la empresa Compufácil Cía. Ltda., cuenta con 3 pisos de los cuales la empresa ocupa un 70% de la totalidad, sucursal # 1 ocupa un piso y la sucursal # 2 un piso.

- Gerencia general: ocupa el 2 piso (1 oficina).
- Departamento de arriendos: ocupa el 2 piso con dos equipos.
- Departamento de ventas: ocupa el 1 y 2 piso.
- Departamento técnico: ocupa el 1 piso.
- Departamento contable: ocupa el 3 piso.
- Departamento Logística: ocupa el 1 y 2 piso.
- Sucursal # 1: ocupa el 1 piso.
- Sucursal # 2: 1 piso.

Teniendo en cuenta esta disposición física de los distintos departamentos y los requerimientos de tráfico y seguridad se plantea desarrollar una serie de redes departamentales (VLAN) mismas que se conectara al núcleo o backbone de la red principal.

De acuerdo con este criterio es necesaria la colocación de una unidad de distribución principal (MDF), donde se aloje el núcleo o backbone de la red se recomienda ubicarlo en el segundo piso del edificio principal en el mismo en el cuarto de telecomunicaciones aquí se deben instalar todo los equipos de la red y la centralilla telefónica.

Luego es necesaria la colocación de las unidades de distribución intermedia (IDF). Debido a que cada departamento tendrá su propia red es necesario que exista un IDF en cada área de trabajo (piso), para que sirva como centro de captación , donde se conectaran las PC y las impresoras ; y a su vez también es necesario la colocación de otros IDF intermedios que sirvan como vinculo para conectarnos al MDF.

De esta forma los IDF que se ubican en cada área de trabajo se los denomina Conexión Horizontal (HC) y se colocara uno en cada piso de los dos edificios.



En los armarios del MDF que se encuentra en el 2º piso se colocaran los switch que se emplean en la red, los 5 servidores principales y el switch hacia la nube de internet.

En el anexo 2.6 se describen la distribución lógica para cada uno de los edificios que conforman la empresa.

**Sede Principal.**-Los terminales de conexión de las oficinas están distribuidos de la siguiente manera:

- Primer piso: 21 computadores / 3 impresoras.
- Segundo piso: 10 computadores / 1 impresora.
- Tercer piso: 5 computadores / 1 impresora.

En el primer piso se conecta un switch en el gabinete del departamento de ventas y otro en el departamento técnico estos switch deberían de ser de 24 puertos ya que son departamentos que crecerán de manera exponencial, el departamento de bodega con el cual se completan los 3 puntos se los conectara al switch del DT.

En el segundo piso se conecta un switch de 24 puertos 10 para puntos ya existentes de ventas corporativas, 1 de impresión y quedan puntos en la sala de reuniones ya que cuando se tienen exposiciones por parte de proveedores se dispone de 3 puntos dentro de la sala para conectarse de manera directa, claro está que estos puntos deben ser habilitados para poder acceder a la red.

En el piso 3 será suficiente el conectar un switch de 12 puertos que servirían para cubrir las necesidades de los usuarios de este departamento.

Además se destinara un switch el mismo que servirá para la conexión de las dos sucursales de la empresa con sus usuarios, impresoras y cámaras respectivamente.

**Sucursal # 1.**-Los terminales propuestos para la sucursal son los que se describen a continuación:



- Primer piso: 3 computadores / 1 impresoras.

**Sucursal # 2.**-Dentro de esta sucursal se plantea el siguiente diagrama con los terminales para usuarios:

- Primer piso: 3 computadores / 1 impresoras.

### **2.3.2.5 Diseños VLAN para la red de Compufácil Cía. Ltda.**

La implementación de las VLAN combina las conmutaciones de capa 2 y las tecnologías de enrutamiento de capa 3 para limitar tanto los dominios de colisión como los dominios de broadcast, este tipo de redes ofrecen seguridad con la creación de grupos VLAN al momento de su conexión.

Las principales ventajas que obtenemos al implementar redes VLAN son:

- Mayor flexibilidad en la administración y en los cambios de la red, ya que la arquitectura puede cambiarse usando los parámetros de los conmutadores.
- Aumento de la seguridad, ya que la información se encapsula en un nivel adicional y posiblemente se analiza.
- Disminución en la transmisión de tráfico en la red.

La empresa Compufácil Cía. Ltda., ve la necesidad de crear 3 VLAN como se presenta en el anexo 2.7.

**Dirección IP clase A:** 10.10.0.0

**Número de subredes:** 3

**VLAN 1:** Usuarios

**VLAN 2:** Servidor de cámaras

**VLAN 3:** Servidores generales



### 2.3.2.6 Diseños físicos y lógicos para servicio de voz

El sistema de voz también deberá ser replanteado para el edificio éste se maneja de acuerdo con los requerimientos de cada usuario, además se pone de manifiesto que únicamente se realizara la conexión de extensiones desde la centralilla ubicada en la recepción ubicada en la planta baja del edificio y distribuirá a todo el edificio.

Cabe indicar que la empresa cuenta con 4 líneas las mismas que se distribuyen de acuerdo a la tabla 2.8:

Ubicación	Tipo de llamadas
Edificio San José	<b>3 líneas telefónicas para:</b> Local Nacional Fax <b>2 línea telefónica para:</b> Celular <b>1 línea telefónica para:</b> Call center (1800)
Sucursal # 1	<b>1 línea telefónica para:</b> Local Nacional Celular
Sucursal # 2	<b>1 línea telefónica para:</b> Local Nacional Celular

Tabla 2.8: Cuadro de tipo de líneas telefónicas en Compufácil Cía. Ltda.

Las redes de voz y fax emplean conmutación de circuitos y trabajan así:



- Para poder inicializar la conexión es preciso realizar el establecimiento de una llamada.
- Durante la conexión se reservan recursos de la red.
- Se utiliza el ancho de banda fijo (64 Kb por el canal de voz) que pueden ser consumidos o no en función del tráfico.
- Los costos de las llamadas y de cada conexión se generan en función de la duración de las llamadas externas que realicen los usuarios.
- Los servicios que se proporcione este servicio dependerán de las regulaciones del proveedor en el caso de la empresa Compufácil Cía. Ltda., el proveedor es la empresa ETAPA.

Las necesidades de comunicación que demanda la empresa Compufácil Cía. Ltda., son altas en cuanto a la telefonía, ya que la gran mayoría de clientes maneja sus requerimientos a través de llamadas telefónicas a sus agentes de servicio; por tal motivo se ve necesaria la utilización de una centralilla que permita el intercambio de llamadas internas entre las personas usuarias y al mismo tiempo, hace posible que todas esas personas compartan cierto número de líneas telefónicas externas. Además la distribución de la empresa dentro del edificio hace posible que esta solución mejore los canales de comunicación entre los usuarios.

La central telefónica es un dispositivo que opera dentro de la empresa, mientras que el proveedor es el responsable de proporcionar el servicio; el propósito general de utilizar una centralilla es disminuir los costos que resultarían si se necesitaría una línea de teléfono para usuarios y lógicamente la proyección de acuerdo con el crecimiento de la empresa.

La centralilla permite que cada usuario pueda comunicarse internamente con otro usuario de la red sin que esta conexión represente un gasto de llamada, estas conexiones pueden hacerse entre todos los usuarios de la red además de poder realizar llamadas externas desde su propio teléfono este tipo de llamadas se gestionan dentro de la centralilla.



Entre los componentes que se utilizan para la realización de un sistema de voz podemos indicar:

- **Centralilla.**-Este tipo de dispositivo trabaja conectado a la línea telefónica que centraliza todo el sistema y que controlará el paso de las llamadas internas y externas.
- **Red de líneas.**-Son todas las líneas que conforman el sistema de voz es aquel que unificara todos los puestos de trabajo con la centralilla.
- **Consola.**-Es un dispositivo telefónico para la persona administrativa de la empresa desde el que se controla y configura el sistema.
- **Terminales.**-Son las extensiones de la red una por cada usuario.

Lo que se pretende con la configuración de manera correcta de una centralilla telefónica es: dotar a todas los usuarios de la empresa de un aparato telefónico por medio del cual se puedan comunicar de manera interna y externa sin incurrir en gastos de telefonía elevados además de mantener comunicación directa con los clientes de manera que se puedan solventar las necesidades informáticas.

Al centralizar el tráfico de las llamadas entrantes a través de una sola persona genera confianza al cliente además de canalizar de manera rápida a la persona indicada para ayudarle con sus requerimientos.

Para las conexiones internas de telefonía se utilizará el MDF principal ubicado en el segundo piso del edificio donde se propone se instale para una mejor distribución de los recursos y además para mantener la seguridad que necesitan los dispositivos que conforma una sala de telecomunicación.

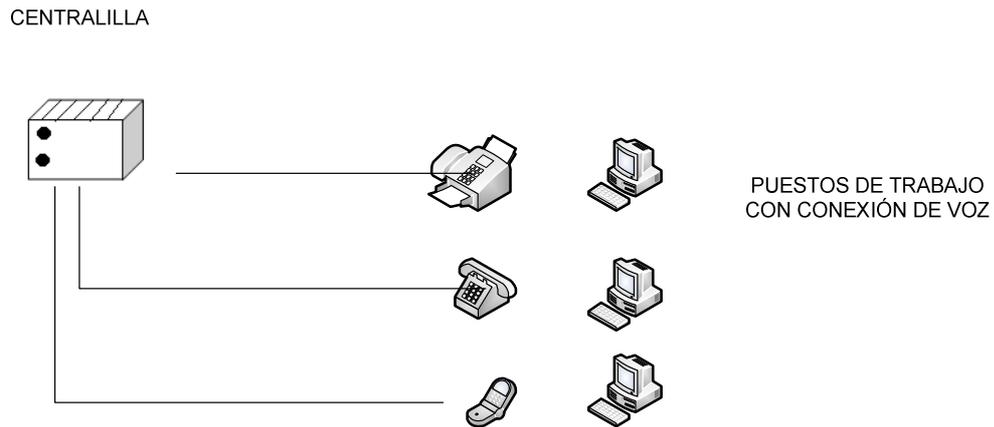


Figura 2.20: Sistema de cableado de voz

En una red telefónica pública conmutada (PSTN) se transmiten múltiples llamadas a través del mismo medio de transmisión con frecuencia el medio empleado para su instalación en el cobre, no obstante se puede utilizar la fibra óptica.

En la actualidad la PSTN funciona mediante la conmutación de circuitos digitales, estos brindan ventajas sobre las redes de conmutación de paquetes, cuando usa un circuito en una red de conmutación de circuitos, tiene el circuito completo durante todo el tiempo que lo esté utilizando sin la competencia de otros usuarios.

Los puntos para el sistema de voz se los detalla en los diseños correspondientes a los anexos 2.7.

La distribución de los puntos de voz se encuentra identificada de la siguiente manera:

- Almacén de exhibición (grupo 1).
- Suministros (grupo 2).
- Impresión y digitalización corporativa (grupo 3).
- Portátiles y computadores corporativos (grupo 4).
- Arriendos de computadores (grupo 5).
- Departamento técnico (grupo 6).
- Fax (grupo 7).
- Operadora (grupo 9).

## 2.4 DESCRIPCION DE MATERIALES



Para la construcción de un sistema de cableado estructurado, se debe utilizar equipos y materiales de calidad; los mismos además deben cumplir con los estándares y normas internacionales a fin de garantizar que el servicio proporcionado sea óptimo y de la más alta calidad.

El utilizar equipos y elementos con tecnología de punta y última generación solo servirá si se obtiene el mayor provecho de ellos, se puede considerar gastos innecesarios el utilizar equipos demasiado caros sino se tiene los conocimientos para poder obtener los mayores beneficios que estos ofrecen, la finalidad de la utilización de dispositivos de red es proveer de un servicio óptimo sin desperdiciar recursos financieros como lógicos.

Los materiales que van a ser necesarios para poder estructurar el sistema de cableado tenemos:

#### 2.4.1 Cableado Backbone o vertical.

- Cable fibra óptica multimodo de 2 fibras de 62.5/125 micrones con longitud de onda de 1300nm con ancho de banda mínimo de 500MHz/Km, atenuación de 1.0dB/Km reforzadas con filamentos sintéticos de relleno; el mismo que recorrerá los tres pisos del edificio principal y el primer piso de las sucursales.
- Para la red alternativa se utilizarán cables de par trenzado blindado calibre 24 (UTP AWG-24) Cat 6, el cual garantiza la transmisión sobre este tipo de medio de datos a velocidades hasta de 1 Gbits/seg.) El número de conductores por cable será de 8 hilos trenzados en 4 pares independientes.
- Tubería de 4" de metal rígido para exteriores y galvanizada para interiores.

Cable	Cantidad (MTS)	Valor Unitario	Valor total
Fibra Óptica	15,60 mts	1.76	27.45
Cable UTP Cat. 6	15,60 mts	0.62	9.67
Buitrón	15,60 mts	1.08	16.04
<b>TOTAL</b>	<b>46.00 mts</b>		<b>53.96</b>



Tabla 2.9: Cableado vertical

Cable	Cantidad (MTS)	Valor Unitario	Valor total
Fibra Óptica	10.80 mts	1.76	19.00
Cable UTP Cat. 6	10.80 mts	0.62	6.70
Buitrón	10.80 mts	1.08	11.66
<b>TOTAL</b>	<b>32.40 mts</b>		<b>37.36</b>

Tabla 2.10: Cableado backbone sucursal # 1

Cable	Cantidad (MTS)	Valor unitario	Valor total
Fibra Óptica	3,60 mts	1.76	6.34
Cable UTP Cat. 6	3,60 mts	0.62	2.23
Buitrón	3,60 mts	1.08	3.88
<b>TOTAL</b>	<b>10.80 mts</b>		<b>12.45</b>

Tabla 2.11: Cableado backbone sucursal # 2

#### 2.4.2 Cableado Horizontal/Cable Par Trenzado UTP Categoría 6

Para el cableado horizontal se utilizará cable par trenzado no apantallado (UTP) de categoría 6 de calibre 24, el cual maneja velocidades de 1000 Mbps (1000BaseTX). Este cable nos brinda velocidades de transmisión que varían entre 350 y 500 Mhz, la utilización de este cable ofrecerá a la empresa una mejor conectividad entre los dispositivos que se pretenden utilizar dentro de este esquema ya que estos soportan y manejan tecnologías, protocolos y puertos Fast Ethernet y Gigabit Ethernet que nos proporcionan mejor adaptabilidad y a su vez mejor desempeño de los dispositivos además mejora la pérdida de retorno una de las características que hace una mejor opción al momento de un diseño de red empresarial.

Piso	Área	Cantidad (MTS)	Valor Unitario	Valor total
------	------	----------------	----------------	-------------



1	1,1	144.50	0.62	89.55
1	1,2	233.00	0.62	144.46
1	1,3	55.00	0.62	34.10
2	2,1	16.00	0.62	9.92
2	2,2	247.50	0.62	153.45
3	3,1	140.00	0.62	86.80
<b>TOTAL</b>		<b>836.00</b>		<b>518.28</b>

Tabla 2.12: Cableado horizontal almacén principal

Piso	Área	Cantidad (MTS)	Valor unitario	Valor total
1	1,1	66	0.62	40.92
<b>TOTAL</b>		<b>66</b>		<b>40.92</b>

Tabla 2.13: Cableado horizontal sucursal # 1

Piso	Área	Cantidad (MTS)	Valor unitario	Valor total
1	1,1	52.80	0.62	32.74
<b>TOTAL</b>		<b>52.80</b>		<b>32.74</b>

Tabla 2.14: Cableado horizontal sucursal # 2

### 2.4.3 Canaletas

Las canaletas son utilizadas para distribuir y soportar el cableado horizontal y conectar el hardware entre la salida del área de trabajo y el cuarto de telecomunicaciones.

Edificio	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Piso 1	200	1.56	312.00
Piso 2	99	1.56	154.44
Piso 3	96	1.56	149.76
Sucursal# 1	27	1.56	42.12



Sucursal # 2	21	1.56	32.76
<b>TOTAL</b>	<b>443</b>		<b>691.08</b>

Tabla 2.15: Canaletas

#### 2.4.4 Patch Cord

Dentro de la red los patch cord serán utilizados tanto en cada área de trabajo y dentro del MDF; este cumplirá con especificaciones UTP categoría 6 ya que estos podrán fácilmente adaptarse al resto de cableado que se maneja en las instalaciones, estos además serán de distintas dimensiones dependiendo las conexiones que se necesiten realizar dentro del diseño de la red.

Principal	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Piso 1	26	6.39	166.14
Piso 2	11	6.39	70.29
Piso 3	7	6.39	44.73
Sucursal # 1	4	6.39	25.56
Sucursal # 2	4	6.39	25.56
<b>TOTAL</b>	<b>47</b>		<b>332.28</b>

Tabla 2.16: Patch cord

#### 2.4.5 Patch Panel

Con la utilización de patch panel lo que pretendemos lograr es que todos los cables que están en cada piso lleguen a este dispositivo; organizándolo de tal manera que



los cables puedan ser manipulados de manera rápida y eficiente por el administrador de red. El patch panel que se utilizara tiene 24 puertos categoría 6 y son los que se encuentran actualmente utilizados a estos se los etiquetará y distribuirá de mejor manera los cables.

Edificio	Cantidad
Piso 1	2
Piso 2	3
Piso 3	1
Sucursal #	1
Sucursal # 2	1
<b>TOTAL</b>	<b>8</b>

Tabla 2.17: Patch cord

### 2.4.6 Switchs

Un switch es un dispositivo digital de lógica de interconexión de redes de computadores que opera en la capa de enlace de datos, su función principal es interconectar dos o más segmentos de red pasando datos de un segmento a otro de acuerdo con la dirección MAC de destino de las tramas en la red, los switchs los vamos a utilizar para conectar múltiples redes, fusionándolas en una sola, además de mejorar el rendimiento y la seguridad, los switch se van a reutilizar ya que los que se tienen en este momento cubren con las necesidades de la red.

- **3Com TippingPoint X505.**-Una plataforma de seguridad integrada basada en tecnología de prevención de intrusiones (IPS). En ella se combinan funcionalidades de firewall de inspección de paquetes, VPN IPSec, gestión de ancho de banda, filtrado de contenidos Web y routing dinámico, para ofrecer a las empresas una completa solución de protección preventiva, automática y dinámica.El producto ha sido, pues, diseñado como sistema “tres en uno”, agrupando, IDS conmutación con soporte VLAN y firewall. La plataforma de TippingPoint sobre la que se ha desarrollado permite bloquear una amplia gama de gusanos, virus, troyanos, ataques DoS, spyware, phishing y amenazas típicamente asociadas a la VoIP, entre otros peligros para la red. Además, el sistema se actualiza regularmente con

protección preventiva frente a ataques a vulnerabilidades y agresiones de “día cero” mediante el servicio Digital Vaccine de Tipping Point. Incluye también capacidades de gestión de ancho de banda que permite ralentizar el tráfico no esencial para priorizar el crítico.

- **Switch 3com de 12 y 24 puertos**

#### 2.4.7 Rack

Será colocado en el MDF de nuestras instalaciones, el cual nos va a ayudar a tener organizados los dispositivos que van a ser administrados y utilizados en nuestra red, el rack con el que cuenta la empresa en este momento va a ser reutilizado.



Figura 2.21: Rack



### 2.4.8 Conector RJ45

Estos serán utilizados dentro del cableado y estos son ofrecidos de varias categorías, modelos y dependiendo del uso que se le vaya a dar; dentro de nuestro análisis lo que se ha visto conveniente en utilizar:

Edificio	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Piso 1	51	0.24	12.24
Piso 2	27	0.24	6.48
Piso 3	15	0.24	3.60
Sucursal # 1	10	0.24	2.40
Sucursal # 2	10	0.24	2.40
<b>TOTAL</b>	<b>136</b>		<b>27.12</b>

Tabla 2.18: Conector RJ-45

### 2.4.9 Conector ST multimodo

Los conectores son elementos que se encargan de conectar las líneas de fibras a un elemento, ya puede ser un transmisor o receptor. El conector ST o BFOC en redes de edificios y en sistemas de seguridad.

Edificio	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Piso 1	2	3.60	7.20
Piso 2	2	3.60	7.20
Piso 3	2	3.60	7.20
Sucursal # 1	2	3.60	7.20
Sucursal # 2	2	3.60	7.20
<b>TOTAL</b>	<b>12</b>		<b>36.00</b>

Tabla 2.19: Conector ST multimodo

### 2.4.10 Face Plate

De 2 puertos con identificador, uno para el puerto de voz y datos en color marfil.



<b>Edificio</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unitario</b>	<b>Valor total</b>
Piso 1	24	1.50	36.00
Piso 2	11	1.50	16.50
Piso 3	6	1.50	9.00
Sucursal # 1	4	1.50	6.00
Sucursal # 2	4	1.50	6.00
<b>TOTAL</b>	<b>49</b>		<b>73.50</b>

Tabla 2.20: Face plate con identificador

## **2.5 DIRECCIONAMIENTO IP**

### **2.5.1 Concepto de direccionamiento IP**

Una dirección IP es un número que identifica de manera lógica y jerárquica una interfaz a un dispositivo (habitualmente una computadora) dentro de una red que utilice el protocolo de internet (IP), que corresponde al nivel de red o nivel 3 del modelo de referencia OSI.

Una vez que se desarrolla el esquema de direccionamiento IP para un cliente, éste se debe documentar con precisión. Se debe establecer una convención estándar para el direccionamiento de hosts importantes en la red, dicho esquema de direccionamiento debe ser uniforme en toda la red; los mapas de direccionamiento ofrecen una visión de la red.

Las direcciones IP se pueden expresar como números de notación decimal: se dividen los 32 bits de la dirección en cuatro octetos. El valor decimal de cada octeto puede ser entre 0 y 255 (el número binario de 8 bits más alto es 11111111 y esos



bits, de derecha a izquierda, tienen valores decimales de 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64 y 128, lo que suma 256 en total, 255 más la 0 dirección 00000000).

### 2.5.2 Tipos de direcciones

Dentro del diseño de redes se debe tomar en cuenta el tipo de direcciones que se van a utilizar para cada uno de los usuarios de la red de esta manera el diseño estará completo tanto en la parte lógica como en la parte física además que podremos asignar y brindar los servicios de la red con solo la conexión de un cable evitando las demoras al momento de querer incorporar un nuevo punto de trabajo y haciendo que la red vaya escalando de manera ordenada.

#### 2.5.2.1 IP dinámica

Una dirección IP dinámica es asignada mediante un servidor Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) al usuario. DHCP apareció como protocolo estándar en octubre de 1993. La IP que se obtiene tiene una duración máxima determinada. El servidor DHCP provee parámetros de configuración específicos para cada cliente que desee participar en la red. Las IPs dinámicas son las que actualmente ofrecen la mayoría de operadores, estas suelen cambiar cada vez que el usuario reconecta por cualquier causa su equipo.

#### **Ventajas**

- Reduce los costos de operación a los proveedores de servicios de Internet (ISP).
- Reduce la cantidad de IP asignadas (de forma fija) inactivas.

#### **Desventajas**

- Obliga a depender de servicios que redirigen un host a una IP.



La asignación de las direcciones IP de manera dinámica dependen de la implementación concreta de la red, el servidor DHCP tiene tres métodos para asignar las direcciones IP y los ponemos a consideración:

- **Manualmente**, cuando el servidor tiene a su disposición una tabla que empareja direcciones MAC con direcciones IP, creada manualmente por el administrador de la red. Sólo clientes con una dirección MAC válida recibirán una dirección IP del servidor.
- **Automáticamente**, donde el servidor DHCP asigna permanentemente una dirección IP libre, tomada de un rango prefijado por el administrador, a cualquier cliente que solicite una.
- **Dinámicamente**, el único método que permite la reutilización de direcciones IP, este indica que el administrador de la red asigna un rango de direcciones IP para el DHCP y cada ordenador cliente de la LAN tiene su software de comunicación TCP/IP configurado para solicitar una dirección IP del servidor DHCP cuando su tarjeta de interfaz de red se inicie. El proceso es transparente para el usuario y tiene un periodo de validez limitado.

### 2.5.2.2 IP Fija

Una dirección IP fija es la asignada por el usuario, o bien dada por el proveedor ISP en la primera conexión. Las IPs fijas actualmente en el mercado de acceso a Internet tienen un costo adicional mensual y son asignadas por el usuario después de haber recibido la información del proveedor o bien asignadas por el proveedor en el momento de la primera conexión.

Esto permite al usuario montar servidores web, correo, FTP, etc. y dirigir un nombre de dominio a esta IP sin tener que mantener actualizado el servidor DNS cada vez que cambie la IP como ocurre con las IPs dinámicas.

La ventaja más evidente al utilizar IP fija podemos decir que es más fácil de asignar el dominio para un site dentro de las desventajas más evidentes son más vulnerables a ataques, puesto que el usuario está siempre conectado en la misma IP y es posible que se preparen ataques con más tiempo (mediante la detección de vulnerabilidades



de los sistemas operativos o aplicaciones y es más caro para los ISP puesto que esa IP puede no estar usándose las 24 horas del día.

### 2.5.2.3 Direcciones Privadas

Hay ciertas direcciones en cada clase de dirección IP que no están asignadas y que se denominan direcciones privadas estas direcciones pueden ser utilizadas por los hosts que usan traducción de dirección de red (NAT) para conectarse a una red pública o por los hosts que no se conectan a Internet. En una misma red no pueden existir dos direcciones iguales, pero sí se pueden repetir en dos redes privadas que no tengan conexión entre sí o que se conecten a través del protocolo NAT.

Las direcciones privadas son:

- **Clase A:** 10.0.0.0 a 10.255.255.255 (8 bits red, 24 bits hosts). 1 red clase A, uso VIP, ej.: la red militar estadounidense.
- **Clase B:** 172.16.0.0 a 172.31.255.255 (12 bits red, 20 bits hosts). 16 redes clase B contiguas, uso en universidades y grandes compañías.
- **Clase C:** 192.168.0.0 a 192.168.255.255 (16 bits red, 16 bits hosts). 256 redes clase C contiguas, uso de compañías medias y pequeñas además de pequeños proveedores de internet (ISP).

A partir de 1993, ante la previsible futura escasez de direcciones IPv4 debido al crecimiento exponencial de hosts en Internet, se empezó a introducir el sistema CIDR, que pretende en líneas generales establecer una distribución de direcciones más fina y granulada, calculando las direcciones necesarias y "desperdiciando" las mínimas posibles, para rodear el problema que la distribución por clases había estado gestando., este sistema es, de hecho, el empleado actualmente para la delegación de direcciones.

### 2.5.3 Clases de direcciones IP



Hay tres clases de direcciones IP que una organización puede recibir de parte de la Internet Corporation for Assigned Names and Numbers (ICANN), tenemos: clase A, clase B y clase C como se indica en la figura 2.21.

- Red de clase A asignada para los gobiernos de todo el mundo, se asigna el primer octeto para identificar la red, reservando los tres últimos octetos (24 bits) para que sean asignados a los hosts, de modo que la cantidad máxima de hosts es  $2^{24} - 2$  (se excluyen la dirección reservada para broadcast (últimos octetos en 255) y de red (últimos octetos en 0)), es decir, 16 777 214 hosts.
- Red de clase B asignadas a empresas medianas, se asignan los dos primeros octetos para identificar la red, reservando los dos octetos finales (16 bits) para que sean asignados a los hosts, de modo que la cantidad máxima de hosts es  $2^{16} - 2$ , o 65 534 hosts.
- Red de clase C para los demás solicitantes, se asignan los tres primeros octetos para identificar la red, reservando el octeto final (8 bits) para que sea asignado a los hosts, de modo que la cantidad máxima de hosts es  $2^8 - 2$ , ó 254 hosts.

Clase	Rango	N° de Redes	N° de Host	Máscara de Red	Broadcast ID
A	1.0.0.0 - 127.255.255.255	126	16.777.214	255.0.0.0	x.255.255.255
B	128.0.0.0 - 191.255.255.255	16.384	65.534	255.255.0.0	x.x.255.255
C	192.0.0.0 - 223.255.255.255	2.097.150	254	255.255.255.0	x.x.x.255

Tabla 2.21: Clases de direcciones IP

Tenemos otras direcciones de red que son destinadas a tareas específicas, entre ellas tenemos:



- La dirección 0.0.0.0 es utilizada por las máquinas cuando están arrancando o no se les ha asignado dirección de red.
- La dirección que tiene su parte de host a cero sirve para definir la red en la que se ubica. Se denomina dirección de red.
- Dirección de broadcast es aquella dirección que tiene su parte de host a unos sirve para comunicar con todos los hosts de la red en la que se ubica.
- Las direcciones 127.x.x.x se reservan para pruebas de retroalimentación a esta se la conoce como dirección de bucle local o loopback.

#### **2.5.4 Máscara de subred**

La máscara permite distinguir los bits que identifican la red y los que identifican el host de una dirección IP. Dada la dirección de clase A 10.2.1.2 sabemos que pertenece a la red 10.0.0.0 y el host al que se refiere es el 2.1.2 dentro de la misma. La máscara se forma poniendo a 1 los bits que identifican la red y a 0 los bits que identifican el host.

De esta forma una dirección de clase A tendrá como máscara 255.0.0.0, una de clase B 255.255.0.0 y una de clase C 255.255.255.0. Los dispositivos de red realizan un AND entre la dirección IP y la máscara para obtener la dirección de red a la que pertenece el host identificado por la dirección IP dada.

Por ejemplo un router necesita saber cuál es la red a la que pertenece la dirección IP del datagrama destino para poder consultar la tabla de encaminamiento y poder enviar el datagrama por la interfaz de salida. Para esto se necesita tener cables directos.

#### **2.5.5 Creación de subredes**

El espacio de direcciones de una red puede ser subdividido a su vez creando subredes autónomas separadas, un ejemplo de uso es cuando necesitamos agrupar



todos los empleados pertenecientes a un departamento de una empresa, en este caso crearíamos una subred que englobara las direcciones IP de éstos, para conseguirlo hay que reservar bits del campo host para identificar la subred estableciendo a uno los bits de red-subred en la máscara.

Por ejemplo la dirección 172.16.1.1 con máscara 255.255.255.0 nos indica que los dos primeros octetos identifican la red (por ser una dirección de clase B), el tercer octeto identifica la subred (a 1 los bits en la máscara) y el cuarto identifica el host (a 0 los bits correspondientes dentro de la máscara). Hay dos direcciones de cada subred que quedan reservadas: aquella que identifica la subred (campo host a 0) y la dirección para realizar broadcast en la subred (todos los bits del campo host en 1).

### **2.5.6 Distribución de las direcciones IP**

Para realiza el direccionamiento de red se ha considerado conveniente segmentarla para una mejor administración considerando la utilización de VLAN; se ha considerado conveniente la utilización de direccionamiento privado para las redes internas ya que la información está centralizada y es solo de uso exclusivo de los usuarios de la empresa, evita el desperdicio de direcciones y es accesible a escalamiento utilizando VLMS además proporcionamos seguridad para compartir la información de una manera segura dentro de la empresa, cabe recalcar que estas redes privadas no tienen conexión directa a Internet y de esta manera minimizamos el ingreso a usuarios externos.



En el anexo 3.1 se presentan los dispositivos de red que conforman el direccionamiento IP para la empresa Compufácil Cía. Ltda.

### **2.5.7 Distribución lógica y usuarios de la empresa Compufácil Cía. Ltda.**

Los equipos que se encuentran actualmente en la empresa Compufácil Cía. Ltda., tienen un rango de direcciones de tipo A es decir 10.10.0.1, las direcciones de cada uno de los usuarios han sido colocadas de manera ordenada, como se indica en el diagrama lógico expuesto en el anexo 3.2 propuesto para la empresa Compufácil Cía. Ltda., buscando con la implementación tener mejor calidad en la transmisión de la información.



### 3 ANALISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA INALAMBRICO DE COMUNICACIÓN

#### 3.1 INTRODUCCION Y CONCEPTOS

##### 3.1.1 Introducción

El presente capítulo está dirigido a proporcionar conocimientos, poner a consideración análisis de las ventajas y beneficios que podemos obtener al utilizar un sistema de cableado inalámbrico para mejorar la comunicación, además de diseñar el diagrama de red inalámbrica y unir todos estos conceptos en un documento de utilidad para el Administrador de red.

En los últimos años la tecnología inalámbrica ha evolucionado y proliferado de manera creciente, esto se debe a varias razones como: el estilo de vida actual, las necesidades permanentes de conectividad ya sea al internet o a redes locales, la movilidad mediante dispositivos como celulares y computadores portátiles, flexibilidad de conexión, etc., además en muchos lugares se ha puesto a disposición de los usuarios conexiones inalámbricas gratuitas para mantenerlos conectados a una red haciendo de esto parte del vivir diario en las sociedades actuales.

Las redes wireless son un complemento de las redes de cableado estructurado ya existentes debido a que complementan la tarea de transmisión de información y distribución de servicios de una red, a nivel empresarial se ha buscado sacar la mayor rentabilidad de esta tecnología implementando el uso del wireless dentro de las empresas o fábricas formado redes WLAN que tiene como medio de transmisión el aire, esta red cubre un entorno de red geográfico limitado dependiendo del alcance de recepción y envío de las antenas; las ondas que se utilizan para la comunicación, su nivel de velocidad es relativamente mucho más alto que el que comúnmente se tiene al utilizar el cableado estructurado, la tasa de errores en este tipo de comunicación es de escala baja y la administración es de manera privada dependiendo del criterio del administrador de red.



El avance tecnológico y el uso de equipos que están en constante evolución ponen a disposición una variedad de estándares para redes inalámbricas, los cuales brindan múltiples soluciones de interés; por tanto se pretende elegir el que brinde mayores prestaciones y cubra las necesidades de los usuarios de la red y de la empresa.

La conexión inalámbrica facilita el trabajo en lugares donde los computadores no se encuentran estáticos o donde el llegar con cables es una tarea difícil debido a su ubicación dentro del espacio de físico de trabajo. El objetivo principal de la investigación planteada es recolectar información y su procesamiento para evaluar los diferentes enlaces inalámbricos, mediante análisis de factibilidad y capacidades de los dispositivos para la aplicación de una red inalámbrica.

La transmisión de la información ha evolucionado dando lugar a nuevas exigencias y expectativas en cuanto a su almacenamiento; se espera que la transmisión se realice a velocidades eficientes y a largas distancias pretendiendo mejorar los aspectos de atención al cliente; Compufácil Cía. Ltda., pretende mejorar la comunicación entre el edificio principal y las sucursales ya que al momento los problemas más evidentes es manejar su información y la lentitud en la conexión con los sistemas de la empresa que generan problemas de atención al cliente ya que las transacciones a los servidores tienen tiempos de respuesta demasiado largos, además la empresa busca reducir el costo que genera tener una conexión de internet para cada agencia y mejorar la seguridad de los datos .

### **3.1.2 Conceptos de sistemas inalámbricos**

Para empezar con el estudio de los sistemas de comunicación inalámbrica se pondrá a consideración algunos conceptos básicos:

### 3.1.2.1 Orígenes de la comunicación inalámbrica

Podríamos considerar como origen de las redes inalámbricas el experimento realizado en el año de 1979 por Ingenieros de la IBM en Suiza, el mismo que consistía en conectar varios computadores en una red mediante enlaces infrarrojos, el resultado positivo de esta conexión constituyó el inicio de la evolución tecnológica en lo que a conexiones inalámbricas se refiere.

En 1880 Graham Bell y Summer Tainter inventaron el fotófono (figura 3.1) que permitió la transmisión del sonido por medio de la emisión de luz, considerándola como otra de las conexiones para transmisión de datos sin necesidad de cables, la misma no evolucionó debido a que en ese entonces la electricidad no se distribuía, pero marcó el precedente para futuras investigaciones de transmisión sin necesidad de cables.

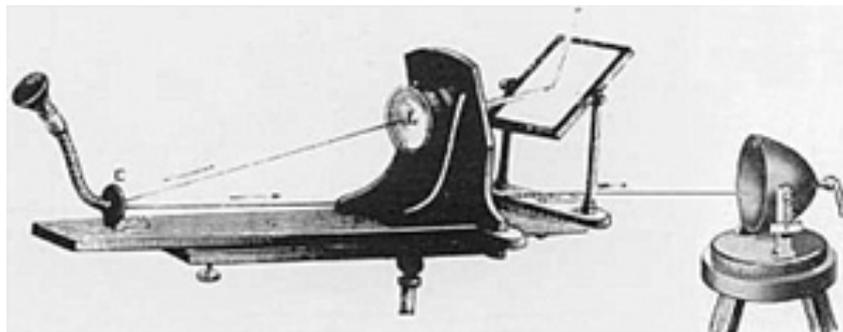


Figura 3.1: Fotófono

En el año de 1888 el físico alemán Rudolf Hertz realizó la primera transmisión sin cables con ondas electromagnéticas mediante un oscilador que usó como emisor y un resonador que hacía el papel de receptor, posterior a ésta transmisión las ondas de radio se convirtieron en un medio de comunicación.

Durante el año de 1971 bajo la dirección de Norman Abramson de la Universidad de Hawaii se realizó el primer sistema de transmisión de paquetes mediante una red de comunicación por radio que se la denominó ALOHA esta logró la conexión entre 7 computadoras situadas en diferentes islas, su principal problema fue el control de acceso al medio, mismo que fue solucionado utilizando señales que informaban si el medio se encontraba ocupado (figura 3.2)

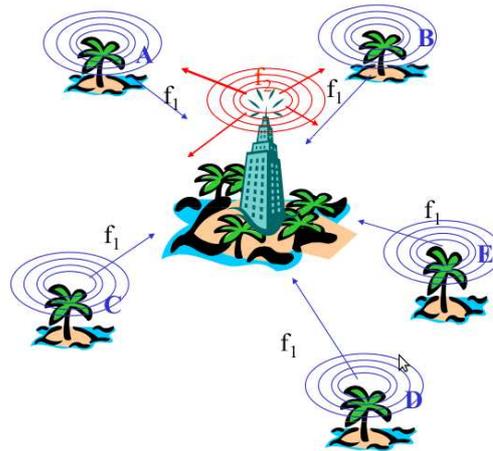


Figura 3.2: Modelo de la red ALOHA

Un año después Aloha se conectó mediante ARPANET (ARPANET es una red de computadoras creada por el Departamento de Defensa de los EEUU como medio de comunicación para los diferentes organismos del país) al continente americano.

En el año de 1985 la Federal Communication Commission se encargó de asignar bandas para generar mayor productividad e investigación dentro de las comunicaciones inalámbricas, durante el año de 1991 se publicaban los primeros trabajos de LAN ya que según la norma IEEE 802 solo se considera LAN a aquellas redes que transmitan al menos a 1 Mbps la red inalámbrica de alcance local ya existía pero su introducción en el mercado e implantación a nivel doméstico y laboral aún se haría esperar unos años.

A partir de todas las investigaciones y experimentos realizados para la comunicación inalámbrica se pone a consideración las siguientes bandas de frecuencia:



- 433MHz, 860MHz, 2,4GHz, 5GHz, (24GHz)
- La banda de 2,4 GHz está disponible en todo el mundo
- La banda de 5 GHz difiere de unos países a otros

La utilización de cualquiera de las bandas antes mencionadas no requiere permiso alguno para su funcionamiento, pero si se usan anchos de banda diferentes estos se deben registrar con las autoridades permitentes en nuestro caso con el Ministerio de Comunicaciones del Ecuador además que el primero en registrar adquiere los derechos de empleo de la banda.

En la actualidad los ambientes inalámbricos son cada vez más comunes y están disponibles en muchos lugares públicos como: Universidades, cafeterías, hospitales, aeropuertos entre otros con el objetivo de proveer de acceso a dispositivos como portátiles y celulares inteligentes habilitados a conexiones inalámbricas.

La tecnología Wi-fi es la que ha brindado más apoyo al sector industrial por sus prestaciones y por resolver las necesidades empresariales y puntos de conexión públicos, el uso de la tecnología Wi-fi además ha garantizado la interoperabilidad entre los proveedores de equipos para conexiones inalámbricas lo cual ha garantizado el éxito en las conexiones.

### **3.1.2.2 Concepto de WLAN**

“Por red inalámbrica entendemos una red que utiliza ondas electromagnéticas como medio de transmisión de la información que viaja a través del canal inalámbrico enlazando los diferentes equipos o terminales móviles asociados a la red, estos enlaces se implementan básicamente a través de tecnologías de microondas y de infrarrojos.”<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup>08.802.11-Francisco-Lopez-Ortiz-res.pdf



### 3.1.2.3 Ventajas y desventajas de una red WLAN

A continuación podemos citar algunas de las ventajas que nos proporciona la implementación de un sistema inalámbrico:

- **Movilidad:** Información en tiempo real en cualquier lugar de la organización, empresa o fábrica para cualquier usuario de la red, esto representa mayor productividad y posibilidad de acceso a los servicios de la red.
- **Facilidad de instalación.-** Evita la instalación y conexión de cables a través de la infraestructura de la empresa.
- **Flexibilidad.-** Permite que los servicios proporcionados a través de la red puedan llegar donde el cable no.
- **Reducción costos.-** En un entorno dinámico dentro del cual los puestos de trabajo no pueden ubicarse en un sitio único sino que al contrario demandan del personal agilidad y dinamismo se ve conveniente la instalación de una red inalámbrica la misma que reducirá costos de instalación y mantenimiento.
- **Escalabilidad.-** La incorporación de nuevas topologías o el cambio de las mismas, es sencillo y trata igual redes pequeñas y grandes, además permite la incorporación de dispositivos según sea la necesidad del cliente.

Podríamos considerar como las grandes desventajas de este tipo de redes la velocidad de transmisión y la cobertura de la señal.

### 3.1.2.4 Funcionamiento de las redes inalámbricas

A continuación describiremos brevemente el funcionamiento de transmisión mediante ondas, la descripción la daremos en base a dos criterios: el primero será el de cómo se transmiten las ondas para lograr la transmisión de datos y la segunda como actúan los dispositivos dentro de la conexión inalámbrica.



- **Transmisión de información con respecto a las ondas magnéticas.-**  
 “Como ya hemos explicado anteriormente, la transmisión de la información se la realiza mediante ondas electromagnéticas mismas que transportan la información de un punto a otro, para este objetivo se hace uso de ondas portadoras que son de frecuencia mucho más alta que la onda moduladora (la señal que contiene la información a transmitir). Al acoplarse la onda moduladora con la portadora se lo conoce como modulación, surgiendo una señal de radio que ocupa más de una frecuencia (un ancho de banda) debido a que la frecuencia de la primera se acopla a la de la segunda, gracias a esto pueden existir varias portadoras simultáneamente en el mismo espacio sin interferirse, siempre y cuando se transmitan en diferentes frecuencias.

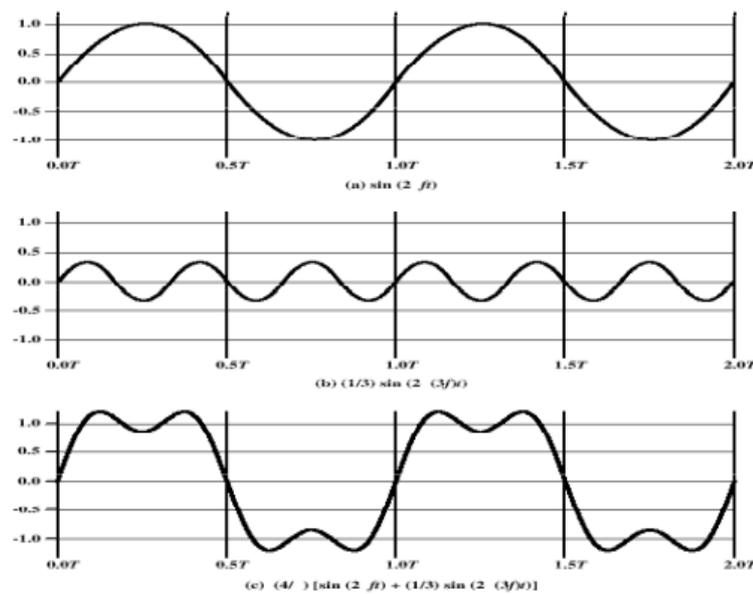


Figura 3.3: Transmisión de ondas magnéticas

Otra ventaja de la modulación mediante ondas portadoras es la mayor facilidad en la transmisión de la información, resulta más económico transmitir una señal de frecuencia alta (como es la modulada) y el alcance es mayor. El receptor se sintoniza para seleccionar una frecuencia de radio y rechazar las demás, tras esto demodulará la señal para obtener los datos originales de la onda moduladora, el dispositivo electrónico encargado de



esta tarea se llama módem debido a que MODula y DEModula.”<sup>5</sup>(figura 3.3).

- **Transmisión de información con respecto a los dispositivos.-** El dispositivo que requiera empezar la transmisión debe identificar los puntos y las redes disponibles, esto se hace a través del monitoreo en el cual el dispositivo anuncia querer realizar una transmisión de información, el dispositivo elige la red dentro de la cual desea compartir la información e inicia un proceso de autenticación con el punto de acceso al medio. Una vez verificado se procede a la asociación mediante la cual se puede proceder ya con el envío o recepción de información.

### 3.1.2.5 Antenas y clasificación de antenas

“Una antena es un dispositivo (conductor metálico) diseñado con el objetivo de emitir o recibir ondas electromagnéticas hacia el espacio libre.”<sup>6</sup>

Las antenas son físicamente diversas y son fabricadas dependiendo su utilidad, las que más demanda tienen son aquellas cuyos elementos metálicos con una geometría especial producen mejor transmisión de la frecuencia de operación.

Las principales características que posee una antena son:

- Ganancia de la antena.
- Diagrama de radiación o patrón de radiación.
- Ancho del haz.
- Impedancia de entrada.
- Polarización.
- Ganancia del lóbulo principal y el lóbulo trasero o “Front to back ratio”.
- pérdida de retorno.
- ancho de banda.

---

<sup>5</sup> <http://histinf.blogs.upv.es/2010/12/02/historia-de-las-redes-inalambricas/#more-1150>

<sup>6</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/Antena>



Entre otras, estas son las que mejor describen el funcionamiento y el resultado que se pretende alcanzar a utilizar antenas para la transmisión.

Las antenas pueden clasificarse según:

- **Frecuencia y tamaño:** Las antenas que nos sirven para la comunicación mediante HF son diferentes a las utilizadas para la transmisión de microondas estas trabajan en el rango de frecuencias de los 2.4 GHz y 5 GHz.
- **Directividad:** Este tipo de antenas pueden ser omnidireccionales, sectoriales o directivas.
- **Construcción física:** Las antenas pueden ser construidas de maneras diferentes, desde las más simples como mallas o latas hasta las más sofisticadas que incluyen en su estructura tecnologías de última generación capaz de transmitir información de una manera poco imaginable.

Para este caso de estudio nos centraremos en describir las antenas omnidireccionales y direccionales.

- **Antenas omnidireccionales.-** Son aquellas que irradian un campo en todo su contorno ( $360^\circ$ ), en la forma de una figura geométrica sin agujero central, este tipo de antena tiene un alcance corto y limitado, la más clara explicación de su funcionamiento es la comparación con una bombilla de luz, al momento de encenderla su luz irradia por todas las direcciones destellos de luz pero su alcance es limitado.
- **Antenas direccionales.-** Son aquellas las cuales son posible el poder dirigirles el campo de irradiación hacia uno o más lugares esto dependerá del concepto del cálculo y forma de construcción de la antena, este tipo de antena es el más utilizado para la aplicación de redes inalámbricas.

A continuación describiremos algunos de los tipos de antenas:

**Dipolo de media onda.-** Este tipo de antena es la base de muchos otros modelos y su construcción es muy fácil, está formada por dos trozos de material conductor, cada uno de un cuarto de longitud de onda. Si se conecta a la línea de alimentación por el centro, la distribución de corriente y de voltaje es simétrica y ofrece una impedancia de 72 ohmios. Es fácil ver que la corriente en los extremos debe ser cero y como la corriente y el voltaje están desfasados 90 grados, el voltaje en cambio es máximo en los extremos (figura 3.4).

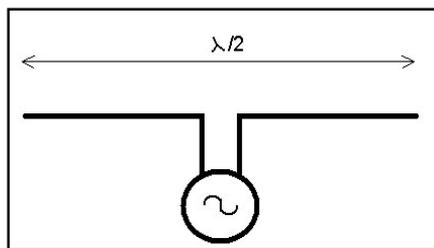


Figura 3.4: Dipolo de media onda

**Dipolo doblado.-** Cerrando el dipolo pero manteniendo la misma dimensión, se aumenta el ancho de banda y la resistencia de entrada se multiplica por cuatro, este tipo de antenas es utilizado en televisión (figura 3.5).

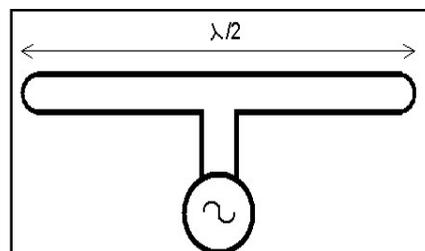


Figura 3.5: Dipolo doblado

**Antena Yagi-Uda.-** El dipolo de media onda tiene una ganancia de apenas 2,1 dBi. Para alcanzar grandes distancias, el Ing. japonés Uda desarrolló una antena formada por un dipolo de media onda al que le añadió otro dipolo ligeramente más largo en

la parte posterior que funge como reflector y varios dipolos de longitud ligeramente inferior que actúan como directores, contribuyendo a enfocar la energía en la misma dirección. Esta antena fue divulgada por un profesor de origen Japonés Yagi en la década de los treinta y constituye uno de los modelos más populares por la facilidad de construcción (figura 3.6).

La ganancia de la antena se puede aumentar al incrementar el número de elementos directores, lo cual está limitado sólo por consideraciones mecánicas. En la banda de 2,4 GHz es fácil obtener ganancias de unos 14 dB. Frecuentemente estas antenas son recubiertas por una envoltura transparente a las ondas electromagnéticas que le proporciona protección contra los elementos denominada radome. Es muy fácil de construir sobre una amplia gama de frecuencias.

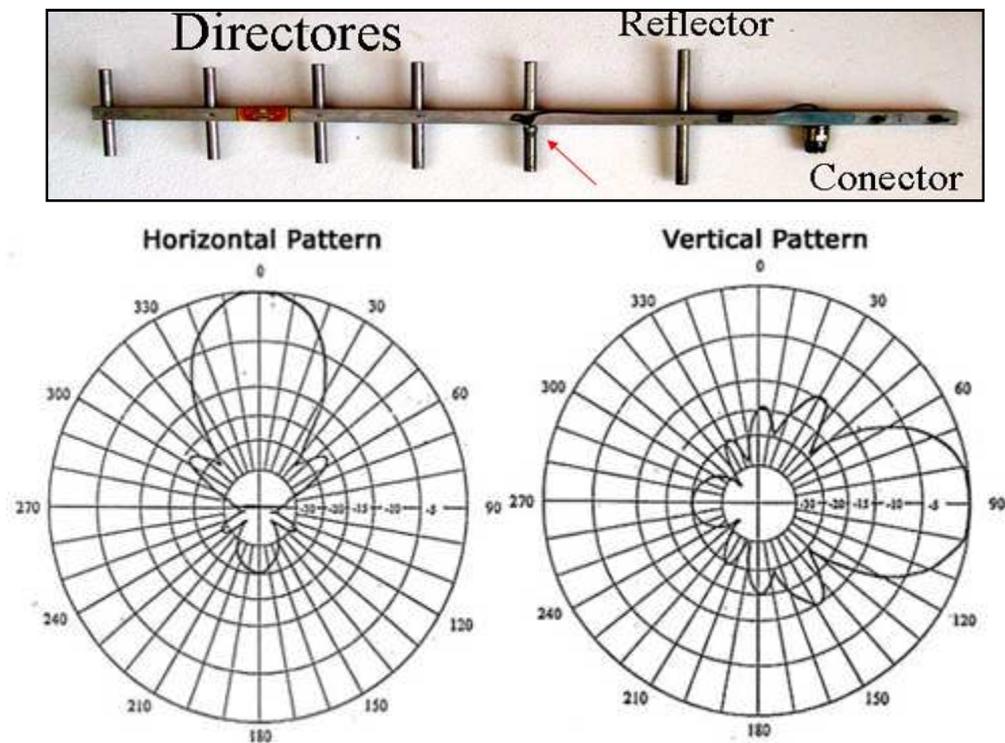


Figura 3.6: Patrón de radiación de una antena Yagi-Uda

**Antenas Omni-direccionales.**-Este tipo de antenas es muy utilizada en estaciones bases, cuando se quiere cubrir todas las direcciones, está fabricado por dipolo de media onda pero sus prestaciones son limitadas, para ampliar y utilizar de mejor manera sus atributos se combina con antenas elementales en lo que se conoce como “arreglos de dipolos”, esto produce una mejor en la transmisión con 8 a 12 dBi, su

mayor aplicación para implementar enlaces punto a multipunto (PtMP), su cobertura esta desde 1 a 5 km como se muestra en la figura su mayor rendimiento se da en el plano de derecha a izquierda.

Este tipo de antenas tiene incorporadas diferentes configuraciones y prestaciones dependiendo la necesidad del cliente (figura 3.7).

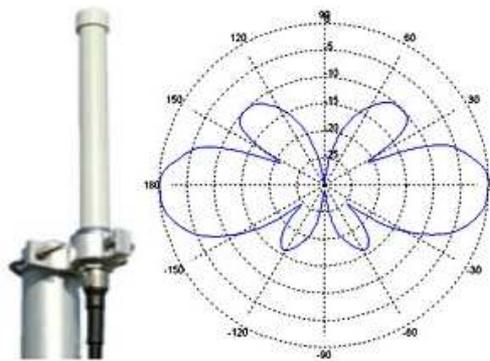


Figura 3.7: Antena Omnidireccional y el diagrama de radiación vertical

**Antenas sectoriales.-** Este tipo de antena ofrece ventajas como: mejor ganancia (a expensas de cubrir un zona más restringida) y posibilidad de inclinarlas para dar servicio a las zonas de interés. Normalmente, una antena sectorial tiene una ganancia más alta que las antenas Omni-direccionales y su rango varia de 10 - 19 dBi. Este tipo de antena se usa generalmente para servir radios de 15 km. Un valor común de ganancia para una antena sectorial es de 14dBi para un ancho del haz horizontal de unos 90° y un ancho del haz vertical de 20 °. Típicamente, una antena de sectorial estaba montada en una torre alta, ligeramente inclinada para poder servir a un área justo debajo de ella. El diagrama de radiación de este tipo de antena muestra claramente que la señal es enviada a la parte frontal y casi nula a la parte posterior igual que a los lados (figura 3.8).

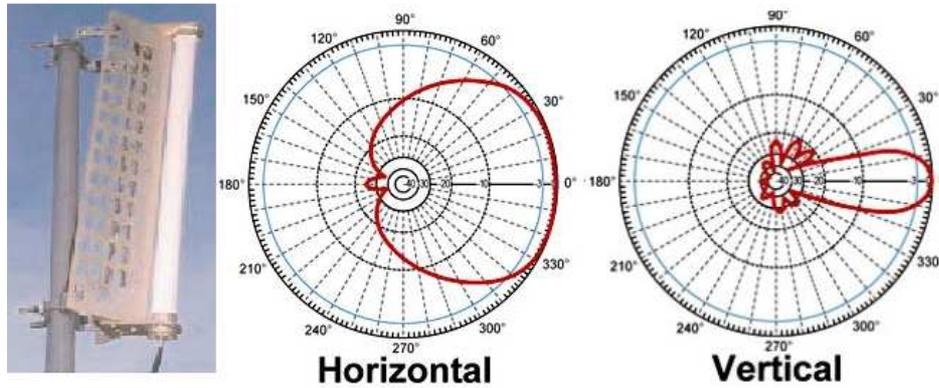


Figura 3.8: Antena sectorial y diagrama de radiación

**Reflector parabólico.-** Este tipo de antena se utiliza para enlaces de larga distancia especialmente en frecuencias de microondas, además permite obtener ganancias de hasta 30 dB a costos razonables. El reflector puede ser una lámina sólida o perforada, y mientras las perforaciones no excedan de una décima parte de la longitud de onda su efecto en las prestaciones eléctricas de la antena no será notable, mientras que la resistencia al viento es significativamente menor. En algunos casos el reflector se fabrica con una malla o con una grilla de alambre. Como la frecuencia de operación depende solamente del elemento activo o alimentador. El diagrama de radiación de una antena parabólica es bastante similar al de una antena Yagi pero con un ángulo del servicio mucho más angosto (figura 3.9).



Figura 3.9: Reflector parabólico con una antena guía-onda

**Antena Plana o “Patch”.-** Como muestra la figura 3.10 su diseño la hace popular ya que es visiblemente discreta, se consigue con ganancias de hasta 23 dBi en nuestro rango de frecuencias y a menudo se pegan a la caja que contiene el radio, en un solo

objeto.”<sup>7</sup>



Figura 3.10: Antenas planas

## 3.2 CLASIFICACION, ARQUITECTURA Y PROTOCOLOS DE ENLANCES INALAMBRICOS

### 3.2.1 Clasificación de las redes inalámbricas

Los tipos de redes se clasifican según su alcance y el tipo de onda electromagnética que utilice para su transmisión, las clasificamos así:

#### 3.2.1.1 Wireless Personal Area Network (WPAN)

Este tipo de redes permite la conexión de dispositivos electrónicos como por ejemplo: asistente personal digital (PDA), agendas electrónicas, computadoras personales, teléfonos celulares, etc., la comunicación dentro de este tipo de red está dentro de un rango que abarca pocos metros, permite la comunicación y sincronización de la información, este tipo de redes no pueden sustituir redes locales o amplias.

Las tecnologías que se implementan en este tipo de redes pueden ser:

- **Bluetooth:** es considerada como la tecnología principal dentro de la WPAN, ésta tecnología fue lanzada por la empresa Ericson en el año de 1994, protocolo que sigue la especificación IEEE 802.15.1 que posibilita la

<sup>7</sup>[http://8\\_es\\_antenas\\_y\\_cables\\_guia\\_v01](http://8_es_antenas_y_cables_guia_v01)



transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace por radiofrecuencia en la banda ISM de los 2,4 GHz con una velocidad máxima de 1 Mbps. Su ventaja principal es utilizar un bajo consumo de energía en dispositivos pequeños.

- **ZigBee:** basado en la especificación IEEE 802.15.4 con esta tecnología y utilizado en aplicaciones que requieren comunicaciones seguras con tasas bajas de transmisión de datos y maximización de la vida útil de sus baterías, bajo consumo esto representa bajos costos. Este tipo de tecnología es aplicada en electrodomésticos, sistemas de música y juguetes.

La transmisión de la información se la realiza mediante la banda de frecuencia de 2.4 GHz y en 16 canales, su velocidad máxima de transmisión es de 250 Kbps y su alcance es de 100 mts aproximadamente.

- **Radio Frequency Identification en español identificación por radiofrecuencia (RFID):** sistema remoto de almacenamiento y recuperación de datos con el propósito de transmitir la identidad de un objeto mediante ondas de radio su alcance es de pocos metros y la velocidad de transmisión son bajas. Su aplicación más evidente y conocida por la mayoría de personas es el control remoto de los televisores o estéreos es simple de constatar que su alcance es corto y la señal sufre interferencias cuando se atraviesa algún objeto.

### 3.2.1.2 Wireless Local Area Network (WLAN)

Se considera un sistema de comunicación de datos muy utilizado en la actualidad como alternativa al momento de crear una red local o como una extensión de los sistemas de cableado estructurado ya existentes con el objetivo de brindar movilidad a los usuarios de una empresa y se han vuelto populares dentro de los hogares con el objetivo de tener acceso a internet entre varias computadoras; este tipo de conexión realiza su transmisión mediante tecnologías de radiofrecuencia generalmente soportan tasas de transmisión entre 1Mbps a 54 Mbps con algunos fabricantes que ofrecen la mejora de transmisión con 108 Mbps de propiedad y su alcance puede ser de 30 a 300 mts aplicando la norma 802.11n, incluso su señal puede atravesar paredes.



Utilizan tecnologías inalámbricas basadas en HiperLAN (High Performance LAN) o Wi-Fi (Wireless Fidelity).

Este tipo de redes pueden ser aplicadas en dos sectores claramente definidos:

- **Casa privada o pequeño negocio WLAN.-** En la actualidad este tipo de redes han sido implementadas dentro de los hogares y oficinas de pequeños negocios haciendo que las conexiones sean cada vez más simples y dotando de este servicio a más usuarios; permiten las transmisiones dentro de un espacio de 100 a 200 mts la cobertura y la intensidad de la señal dependerá en gran medida a la calidad del servicio distribuido desde el proveedor y la calidad de los equipos instalados para la distribución de la señal.
- **WLAN de clase Enterprise.-** Se considera que este tipo de redes utilizan un gran número de puntos de acceso individuales para transmitir la señal a una zona amplia, los equipos utilizados para estas conexiones son muchos más robustos y de características superiores a los utilizados para uso doméstico o pequeños negocios, su principal ventaja es tener mayor seguridad autenticación, administración remota y herramientas que ayudan a la integración de esta nueva tecnología con la existente ya sea esta de pequeñas empresas o sistemas de cableado estructurado.

### 3.2.1.3 Wireless Metropolitan Area Network (WMAN)

Es una red de área geográfica extensa que permite a varios organismos conectarse en una misma red para obtener servicios mediante la transmisión de: datos, voz y video se la considera como una evolución de las redes locales pero cubriendo mayores áreas; este tipo de redes poseen sus propios estándares de funcionamiento.

Su transmisión se realiza mediante conexiones satelitales o antenas de radio utilizan dos buses unidireccionales, cada uno de ellos es independiente del otro en cuanto a la transferencia de información; además su conexión puede ser sobre medios como fibra óptica y par trenzado los cuales mejoran las velocidades de transmisión y baja

sus niveles de latencia (entre 1 y 5 ms), esto mejora además su estabilidad y carencias de interferencias radioeléctricas su área de cobertura oscila entre los 4km.

Este tipo de redes brinda la posibilidad de conexión entre dos puntos cuando existen prohibiciones de conexión mediante cables o cuando físicamente es imposible que se pueda realizarla por ejemplo: la conexión entre el edificio principal de una empresa con sucursales repartidas dentro de una red metropolitana; la inversión para la implementación de este tipo de redes es costosa debido a los dispositivos que se utilizan los mismos que devolverán la inversión realizada con conexiones exitosas y de velocidades eficientes que dependiendo de las necesidades de la empresa podrán traducirse en beneficios para la empresa que adopta implementar esta tecnología.

### 3.2.2 Arquitectura de redes inalámbricas

La arquitectura hace referencia a la disposición lógica de los dispositivos que se utilizan dentro de un sistema de comunicación inalámbrico, existen dos topologías básicas y a continuación los describimos:

#### 3.2.2.1 Redes ad-hoc sin infraestructura (IBSS Independent Basic Service Set)

Una red Ad Hoc es usualmente aquella que existe por un tiempo limitado entre dos o más dispositivos inalámbricos que no están conectados a través de un punto de acceso a una red cableada(figura 3.11).

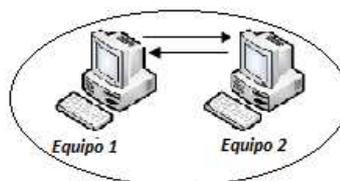


Figura 3.11: Red Ad-Hoc

### 3.2.2.2 Redes con infraestructura (BSS, Basic Service Set)

Esta aplicación describe el uso de "puntos de acceso" los mismos que son dispositivos que controlan y gestiona la transmisión de la información dentro de una red LAN inalámbrica, entre redes LAN inalámbricas o entre células LAN inalámbricas y otras tecnologías, dichos puntos de acceso además garantizan que la transmisión se la realice en tiempos óptimos y eficientes en la red inalámbrica (figura 3.12).

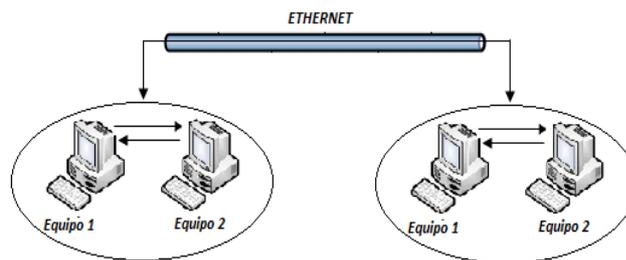


Figura3.12: Red con infraestructura

### 3.2.3 Protocolo de enlaces inalámbricos

Para que se pueda realizar la correcta transmisión de información se debe utilizar protocolos siendo el IEEE 802.X un conjunto de estándares para la aplicación de tecnologías de área local inalámbrica.

El protocolo más utilizado es el IEEE 802.11 o WI-FI define el uso de los dos niveles más bajos de la arquitectura OSI, especificando las normas de funcionamiento en una WLAN, en la tabla xxx se pone a consideración los estándares para este tipo de conexión.

A continuación en la tabla 3.1 se pone a consideración una lista de estándares y su descripción detallada brevemente.



Estándar	Descripción
802.11a	Admite un ancho de banda 54 Mbps (en la práctica es de 30 Mbps) Provee ocho canales de radio en la banda de frecuencia de 5 GHz.
802.11b	El más utilizado en la actualidad Rendimiento total máximo de 11 Mbps Alcance 300 metros en espacio abierto Frecuencia de 2.4GHz con 3 canales de radio disponibles
802.11c	Permite combinar el 802.1d con dispositivos compatibles 802.11 (en el nivel de enlace de datos)
802.11d	Permite que distintos dispositivos intercambien información en rangos de frecuencia según lo que se permite en el país de origen del dispositivo.
802.11e	Define los requisitos de diferentes paquetes en cuanto al ancho de banda y al retardo de transmisión para permitir mejores transmisiones de audio y vídeo



802.11f	Especifica recomendaciones para proveedores de puntos de acceso para que sean más compatibles Utiliza el protocolo IAPP que le permite a un usuario itinerante cambiarse claramente de un punto de acceso a otro mientras está en movimiento sin importar qué marcas de puntos de acceso se usan en la infraestructura de la red.
802.11g	Ancho de banda de 54 Mbps Rango de frecuencia de 2.4 GHz Compatible con el estándar 802,11b
802.11h	Tiene por objeto unir el estándar 802.11 con el estándar europeo y cumplir con las regulaciones europeas relacionadas con el uso de las frecuencias y el rendimiento energético.
802.11i	El estándar 802.11i está destinado a mejorar la seguridad en la transferencia de datos (al administrar y distribuir claves, y al implementar el cifrado y la autenticación). Este estándar se basa en el AES (estándar de cifrado avanzado) y puede cifrar transmisiones que se ejecutan en las tecnologías 802.11a, 802.11b y 802.11g.
802.11r	El estándar 802.11r se elaboró para que pueda usar señales infrarrojas
802.11j	El estándar 802.11j es para la regulación japonesa lo que el 802.11h es para la regulación europea.

Tabla 3.1: Estándar 802.11 o Wi-Fi

### 3.3 ELEMENTOS DE UN SISTEMA INALAMBRICO

Los sistemas de cableado inalámbrico utilizan para su estructura varios dispositivos, a continuación detallaremos sus principales componentes:

- **Dispositivos de comunicación.-** Se conoce a los terminales de los usuarios de la red los mismos que se encargan de enviar / recibir las señales de comunicación dentro de la red inalámbrica.
- **Estación base.-** Encargada de recibir y enviar las señales entre los dispositivos de los usuarios de la red y la central de conmutación.
- **Central de conmutación.-** Encargada de procesar, direccionar y completar las conexiones generadas por los usuarios de la red, además se encarga de ejecutar funciones puente usuarios inalámbricos y usuarios de un sistema de cableado estructurado.



### 3.4 DISEÑO DE DIAGRAMAS DE RED

Lo que se pretende con la elaboración de los diagramas de red para las conexiones inalámbricas entre el edificio principal y las sucursales de la empresa Compufácil Cía. Ltda., es tener un control en las actividades para la implementación de este tipo de red, además facilitan la representación de las relaciones lógicas y secuenciales de conexión.

#### 3.4.1 Requerimiento de interconexión de Compufácil Cía. Ltda.

Debido al crecimiento que ha tenido la empresa por su posicionamiento comercial dentro de la ciudad de Cuenca y por tanto la apertura de las sucursales en distintos puntos comerciales se ha considerado necesaria la implementación del sistema de conexión inalámbrico con el principal objetivo de brindar a sus clientes un servicio más ágil a través de conexiones entre los diferentes locales de la empresa.

Se considera importante la implementación de un sistema de cableado ya que el tráfico de datos entre el edificio principal y las sucursales ha tenido un incremento en la transmisión de datos; cabe indicar que los servidores de datos se encuentran situados en el edificio principal y las consultas a estos se las realizan de manera remota.

Para realizar la conexión entre el edificio principal y la sucursal se optó por un enlace mediante “radioenlace de microondas” por medio de antenas; dado que este medio puede cubrir la distancia a las cuales se encuentran las sucursales de aproximadamente 4 Km desde el punto principal que sería Icto Cruz (figura 3.13).

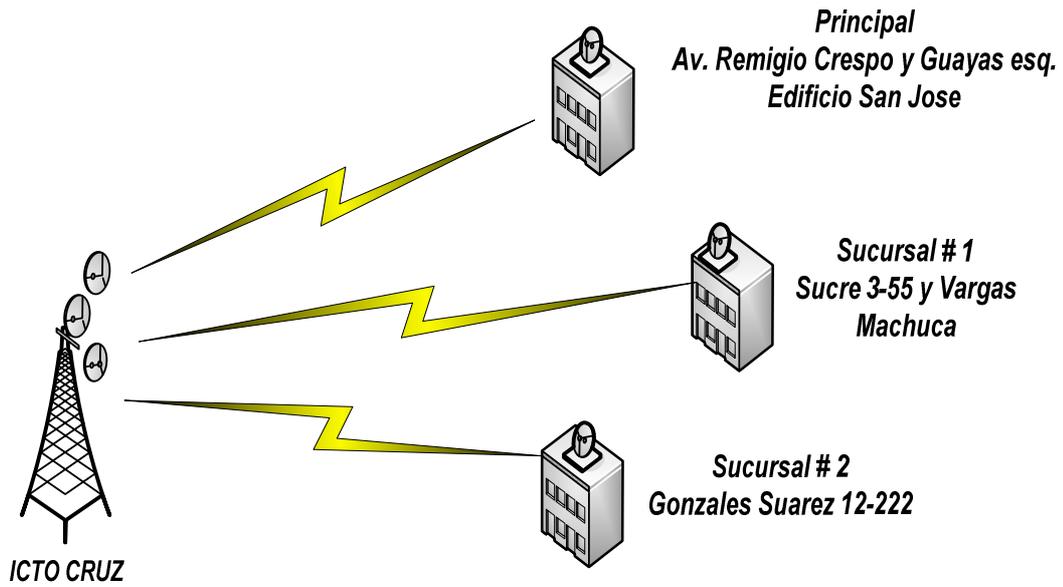


Figura 3.13: Conexión Compufácil Cía. Ltda.

### 3.4.1.1 Diagrama de conexión de red inalámbrica

A continuación se describe la conexión entre los edificios que conforman la empresa, siendo estos: el edificio principal y las sucursales:

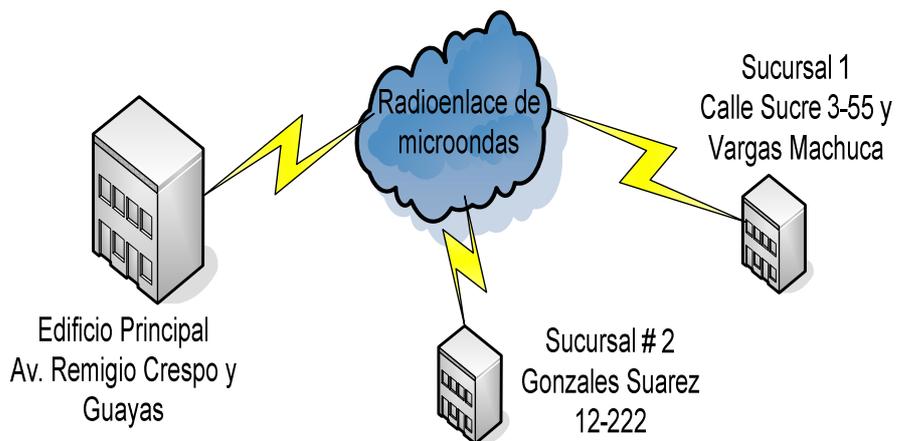


Figura 3.14: Conexión inalámbrica



El estándar que se ha considerado propicio para la implementación de este sistema de conexión inalámbrica es el IEEE 802.11n es una mejora del 802.11-2007, este ha mejorado significativamente el rendimiento con velocidades de transmisión de 54Mbps a un máximo de 600Mbps, este estándar además establece especificaciones para los dispositivos, además implementa la tecnología Multiple-Input Multiple-Output (MIMO) y unión de interfaces de red (Channel Bonding), además de agregar tramas a la capa MAC (figura 3.14).

La tecnología MIMO nos va a permitir realizar la conexión entre antenas transmisoras y receptoras para mejorar los canales de comunicación de la empresa, los beneficios más relevantes que nos brinda en nuestro caso particular de estudio es la diversidad de antenas que se pueden utilizar para la implementación y el multiplexado espacial.

### **3.4.2 Requerimientos del sistema de conexión inalámbrica**

A continuación citamos los requerimientos que pretendemos alcanzar con la implementación del sistema inalámbrico:

#### **3.4.2.1 Requerimientos funcionales**

Con la descripción de los requerimientos funcionales sabremos qué es lo que debe hacer el sistema de conexión inalámbrico:

- Ofrecer acceso a los servicios y sistemas que tiene la empresa en todas sus localidades.
- Habilitar el acceso a los recursos informáticos para todos los locales.

Para poder cumplir con estos requerimientos debemos aplicar los siguientes requerimientos técnicos:

- Homogeneidad de dispositivos para conexión punto a punto
- Cobertura mínima de 3 a 4 kilómetros.
- Velocidad de transmisión de 70 Mb/s

- Soporte para tecnología MIMO
- Compatibilidad con estándares 802.11n

### 3.4.3 Línea de vista

A continuación se va a proceder a la revisión de la línea de vista<sup>8</sup>, entre las localidades (Edificio principal, Sucursal # 1 Centro y Sucursal # 2 Totoracocho) con el sector de Icto Cruz en el cual se instalará la torre que realiza la interconexión entre cada uno de los puntos (figura 3.15).

La ubicación de coordenadas es importante la ubicación de los edificios dentro de un mapa el mismo que debe contener las coordenadas de cada edificio; esta información es importante para poder realizar los cálculos de factibilidad de implementación del sistema de conexión inalámbrico.



Figura 3.15: Línea de vista

<sup>8</sup> Línea de vista: es el espacio libre que existe entre dos puntos, Debido a que las ondas de radio de alta frecuencia son atenuadas por obstáculos, se requiere una clara línea de vista entre las antenas para un óptimo desempeño y un alcance máximo

### 3.5 ANÁLISIS DE HARDWARE PARA LA IMPLEMENTACIÓN

Para la implementación del sistema de comunicación inalámbrica se ha considerado que la red a diseñar es de tipo MAN dado el alcance, cobertura y la conectividad que se pretende alcanzar al integrar sus edificios situados en diferentes puntos de la ciudad.

Al plantear una solución basada en la tecnología de redes esta conlleva la utilización de dispositivos que cumplan con las especificaciones anteriormente descritas por el estándar IEEE 802.11n, para que su operabilidad sea apropiada para cubrir las necesidades del cliente y este se vea traducida en la calidad de servicio al cliente, para realizar el enlace inalámbrico de largo alcance se requiere de hardware apropiado el cual nos permitirá realizar la conexión de los almacenes de la empresa Compufácil Cía. Ltda.

A continuación describiremos los componentes del sistema de comunicación inalámbrica propuesto para la empresa Compufácil Cía. Ltda.:

#### 3.5.1 Bridges

Los bridges son dispositivos que permiten la conexión de dos o varias redes LAN con el objetivo de formar una LAN que abarque todas estas subredes (figura 3.16).

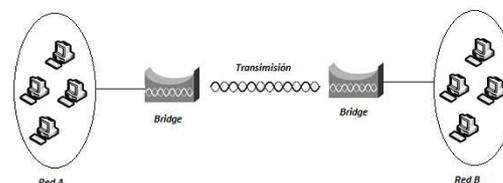


Figura 3.16: Bridge

Este tipo de dispositivos ha tenido gran aceptación dentro de la implementación de las redes inalámbricas debido a su facilidad al momento de la instalación y configuración; son aplicados en mercados como campus de hospitales, escuelas



universidades, instalaciones de redes temporales, proveedores de servicios de internet (ISP), conexiones de respaldo entre otras.

Este dispositivo cuenta con un puerto de conexión de cable que se conecta con la red del sistema de cableado estructurado y un puerto inalámbrico que se conecta con un transmisor – receptor, otro puerto es encargado de recibir los datos a transmitir mientras que el otro se encarga de retransmitir la información a otro puerto, dicho puerto no podrá realizarla retransmisión si el paquete de información no se encuentra completo, debido a esta manera de enviar / recibir información se pueden realizar transmisiones simultáneas de información.

La transmisión mediante los bridge de red son transparentes, la información que es enviada por medio de ellos es automática, generalmente los usuarios no tienen idea de que su información está siendo transmitida de un lugar a otro mediante este enlace.

La utilización de bridges de grupos de trabajo son utilizados para la conexión de redes inalámbricas de gran tamaño, este dispositivo actúa como un cliente inalámbrico en la red inalámbrica y luego en las interfaces de una red cableada, la parte del sistema de cableado estructurado se conecta a un switch que conecta a varios dispositivos.

**Solución Ubiquiti.**-Se considera este modelo para la implementación del sistema de comunicación inalámbrica ya que ha sido diseñado y fabricado para ser utilizado en exteriores y soportar las condiciones de operabilidad a pesar del medio ambiente en el que se encuentren instaladas (figura 3.17).

Este dispositivo es compatible para ser implementado en sistemas con la norma IEEE 802.11n la cual es objeto de esta aplicación, añade además a sus características la tecnología MIMO (Multiple-Input Multiple-Output) que aplicada a este dispositivo permite transmitir de mejor manera la información, las soluciones AirMax son compatibles con MIMO 802.11N pero a su vez tiene una multiplexación TDMA (Time Division Multiple Access ó Acceso Múltiple por División de Tiempo) para sincronizar los CPE (Customer Premises Equipment / Equipo Local del Cliente). Esta nueva incorporación de acceso le permite a



Ubiquitiintroducir un protocolo propietario para que los clientes solamente con las opciones de la empresa para utilizar en su red. Esta multiplexación se realiza por software, en base al desarrollado por FreeBSD para reemplazar al CSMA en algunos chipset Atheros.

Otra de las ventajas que incorpora AirControl misma que permite controlar desde un punto central hasta 100 de estos equipos, generando como beneficio el poder alcanzar enlaces de 20 km aproximadamente usando su antena de doble polaridad de 25 dBi de ganancia.

Entre sus características además podemos citar que tiene:

- 1 interface radio de 5.8 GHz (5470MHz-5825MHz) lo que nos permitiría disponer de un enlace independiente en la red.
- Su máxima sensibilidad en esa banda es de -96 dBm.
- Potencia máxima de transmisión 27 dBm.
- Puerto Ethernet 10/100 WEP, WPA y WPA2.
- Consumo energético max de 8 W.
- Ancho de banda en el exterior de 150 Mbp/s.
- Enlaces de hasta 20 KM.



Figura 3.17: Descripción antena Ubiquiti

### 3.6 SEGURIDAD INALAMBRICA

La implementación de redes inalámbricas conlleva la aplicación de nueva tecnología que nos augura un futuro prometedor en lo que a canales de comunicación nos referimos; pero al mismo tiempo presenta grandes retos de seguridad de la información a quienes son encargados de manejar uno de los activos más importantes de una empresa, ya que como su transmisión es de manera no visible se debe cuidar aspectos como: la seguridad, privacidad e integridad de los datos.

Las herramientas de seguridad que protejan los datos transmitidos han sido adoptadas por varias empresas para evitar posibles ataques a sus bases de datos y garantizan que sus sistemas funcionen de manera óptima.



Los principales problemas de seguridad que ocurren dentro de un sistema de conexión inalámbrico los citamos a continuación:

- Facilidad de interceptar las comunicaciones
  - Sniffing (captura de tráfico)
  - Secuestro de sesiones
- Facilidad de obstaculizar las comunicaciones
- Accesos no autorizados a la red:
  - Por puntos de acceso abusivos (no autorizados)
  - Por conexiones directas de equipo a equipo (ad-hoc)
  - Por puntos de acceso inseguros
- Puntos de acceso falsos

Los riesgos que se crean al tener una red desprotegida puede ser blanco de ataques a su información si esta no cuenta con niveles de encriptación, la información pudiere ser interceptada y espiada por medio de dispositivos como un computador PC o portátil que pudiera encontrarse dentro o fuera del edificio, los ataques también pudieren ser planificados mediante antenas.

La privacidad dentro de red busca como principal objetivo brindar seguridad en la información a un nivel igual al que un sistema de cableado estructurado, el mejor medio para una transmisión es la encriptación de la información, esto evita la captura de la información cuando está siendo transmitida.

Empresas y personas que utilizan las redes inalámbricas deben ser conscientes de los problemas potenciales y las contramedidas aplicables. Tratamos las amenazas de seguridad y las maneras de reforzar la seguridad de una red inalámbrica mediante el uso de encriptación y autenticación.

Dentro de un sistema de comunicación inalámbrica existen varios niveles de amenaza a la seguridad de las redes, entre ellos podemos citar a los hackers estos son capaces de: robar o borrar la información de una empresa, obtener acceso a aplicaciones e incluso paralizar el funcionamiento de una empresa.



### 3.6.1 Ataques a los sistemas de conexión inalámbrica

La vulnerabilidad de las redes inalámbricas son variadas y de acuerdo al peligro que representa se las clasifica en:

#### 3.6.1.1 Ataques pasivos

Ataque pasivo, donde sólo se escucha la información, ni siquiera se dejan huellas que posibiliten una identificación posterior.

- **Acceso no autorizado.-** El acceso a una red inalámbrica puede hacerse con gran facilidad, es suficiente el encender dispositivos inalámbricos y buscar redes disponibles con niveles de seguridad limitados. Sin la seguridad adecuada, cualquier persona puede acceder a servidores y aplicaciones que residen en la red corporativa.
- **Análisis de tráfico.-** El atacante obtiene información por el hecho de examinar el tráfico de la red y sus patrones de comportamiento, los paquetes que no estén protegidos podrán revelar fácilmente el contenido.

#### 3.6.1.2 Ataques activos.

- **Suplantación.-** Mediante un sniffer para hacerse con varias direcciones MAC válidas. El análisis de tráfico le ayudará a saber a qué horas debe conectarse suplantando a un usuario u otro. Otra forma consiste en instalar puntos de acceso ilegítimos para engañar a usuarios legítimos para que se conecten a este AP en lugar del autorizado.
- **Modificación.-**El atacante borra, manipula, añade o reordena los mensajes transmitidos
- **Denegación de servicio.-** El atacante puede generar interferencias hasta que se produzcan tantos errores en la transmisión que la velocidad caiga a extremos inaceptables o la red deje de operar en absoluto.



- **Otros ataques.**-Inundar con solicitudes de autenticación, solicitudes de autenticación de usuarios legítimos, tramas RTS/CTS para silenciar la red, etc.

### **3.6.2 Tecnologías específicas para la seguridad para una red inalámbrica**

El acceso sin necesidad de cables, la razón que hace tan populares a las redes inalámbricas, es a la vez el problema más grande de este tipo de redes en cuanto a seguridad se refiere; al utilizar ondas por las cuales la información se transporta de un lugar a otro hace que cualquier persona con un dispositivo capaz de rastrear este tipo de señales pueda conectarse (intencionalmente o no) a una red que no es la suya.

Muchos administradores de redes parecen no haberse percatado que las implicaciones negativas de seguridad que en la mayoría de conexiones inalámbricas existen, dichos puntos vulnerables se encuentran dentro en puntos de acceso internos ya que no se los configura de manera adecuada y quedan totalmente expuestos a ataques de robo de información.

Los niveles de seguridad han ido evolucionando al igual que las nuevas tecnologías de las redes; al inicio las redes utilizaban Wired Equivalent Privacy (WEP) que en la actualidad se considera un mecanismo de seguridad: inseguro y obsoleto; se ha visto conveniente por parte de la organización IEEE el crear un estándar el mismo que es la base en seguridad de información que al momento se aplica, con certificados de claves públicas y servidores de autenticación. Esto no ha sido suficiente para cubrir con todas las amenazas en contra de las redes y por tanto las empresas asociadas con Wi – Fi decidieron implementar mecanismos de seguridad.

A continuación se procederá a detallar los mecanismos de seguridad para las conexiones inalámbricas, describiendo desde los más básicos hasta los que brindan mayor seguridad a la información:

#### **3.6.2.1 Filtrado de direcciones MAC**



Uno de los primeros mecanismos para custodiar la información fue el filtrado de direcciones MAC, este consistía en transmitir únicamente la información de las tarjetas de red conocidas.

Su forma de operar consiste en: el punto de acceso (AP) examina la dirección MAC de origen de cada trama entrante, esta dirección es comparada con una lista específica de direcciones programadas con anterioridad por el administrador de la red si estas coinciden la transmisión de la información se ejecuta caso contrario la transmisión es negada, esta es una forma primitiva de autenticación.

Las principales desventajas que se presentan al aplicar este mecanismo de seguridad son:

- **Dificultad de administración:** el administrador de la red debe disponer de una lista de direcciones admitidas mismas que se deberán ir actualizando en cada uno de los puntos de acceso de la red.
- **Falsa seguridad:** es fácil para el atacante poder descubrir mediante un algoritmo una dirección MAC o suplantar las existentes en la tarjeta de red pudiendo de esta manera modificar las direcciones que se encuentran en la lista de administración, permite pasar como un usuario legal usurpando su identidad.

Debido a su modo de operar, el filtrado de direcciones MAC solo proporciona cierta dificultad a un atacante al momento de querer ingresar a la red.

### **3.6.2.2 Wired Equivalent Privacy o Seguridad Equivalente al Cable (WEP)**

Este sistema forma parte del estándar 802.11 desde sus orígenes, se considera el sistema más simple de cifrado y viene incorporado en la totalidad de los adaptadores inalámbricos que se los distribuye hoy en día.



El cifrado WEP se realiza en la capa MAC del adaptador de red inalámbrico o en el punto de acceso, utilizando claves compartidas de 64 o 128 bits. Cada clave consta de dos partes, una de las cuales la tiene que configurar el usuario/administrador en cada uno de los adaptadores o puntos de acceso de la red. La otra parte se genera automáticamente y se denomina vector de inicialización (IV). El objetivo del vector de inicialización es obtener claves distintas para cada trama.

**Funcionamiento del cifrado WEP.-** Cuando tenemos activo el cifrado WEP en cualquier dispositivo inalámbrico, bien sea una adaptador de red o un punto de acceso, estamos forzando que el emisor cifre los datos y el CRC de la trama 802.11. El receptor recoge y la descifra. El cifrado se lleva a cabo partiendo de la clave compartida entre dispositivos que, como indicamos con anterioridad, previamente hemos tenido que configurar en cada una de las estaciones. En realidad un sistema WEP almacena cuatro contraseñas y mediante un índice indicamos cuál de ellas vamos a utilizar en las comunicaciones.

El proceso de cifrado WEP agrega un vector de inicialización (IV) aleatorio de 24 bits concatenándolo con un la clave compartida para generar la llave de cifrado. Observamos como al configurar WEP tenemos que introducir un valor de 40 bits (cinco dígitos hexadecimales), que junto con los 24 bits del IV obtenemos la llave de 64 bits. El vector de inicialización podría cambiar en cada trama transmitida. WEP usa la llave de cifrado para generar la salida de datos que serán, los datos cifrados más 32 bits para la comprobación de la integridad, denominada ICV (integrity check value). El valor ICV se utiliza en la estación receptora donde se recalcula y se compara con el del emisor para comprobar si ha habido alguna modificación y tomar una decisión, que puede ser rechazar el paquete.

Para cifrar los datos WEP utiliza el algoritmo RC4, que básicamente consiste en generar un flujo de bits a partir de la clave generada, que utiliza como semilla, y realizar una operación XOR entre este flujo de bits y los datos que tiene que cifrar. El valor IV garantiza que el flujo de bits no sea siempre el mismo. WEP incluye el IV en la parte no cifrada de la trama, lo que aumenta la inseguridad. La estación



receptora utiliza este IV con la clave compartida para descifrar la parte cifrada de la trama.

Lo más habitual es utilizar IV diferentes para transmitir cada trama, el cambio del valor IV mejora la seguridad del cifrado WEP dificultando que se pueda averiguar la contraseña capturando tramas, aunque a pesar de todo sigue siendo inseguro.

Las debilidades más evidentes de la tecnología WEP son:

- Uso de claves estáticas.
- El vector de inicialización (IV) se envía en claro.
- El vector inicial forma parte de la clave WEP.
- No existe control criptoFigura de la integridad.
- Configuración predeterminada débil.
- Autenticación de la estación, no del usuario.
- Autenticación unidireccional.

A pesar de sus defectos, se debe activar la WEP como un nivel mínimo de seguridad.

### **3.6.2.3 Acceso Protegido WiFi o Wifi Protect Access (WPA)**

Este mecanismo de seguridad es considerado como la respuesta de la asociación de empresas Wi-Fi a la seguridad que demandan los usuarios y que con el mecanismo WEP no se pudo lograr.

El funcionamiento de este mecanismo se considera parecido al aplicado en WEP, pero utiliza claves dinámicas, utiliza el algoritmo RC4 para generar un flujo de bits que se utilizan para cifrar con XOR y su vector de inicialización (IV) es de 48 bits. Se considera que la modificación dinámica de las claves puede crear mayores dificultades al momento de querer ingresar en una red.



Además este mecanismo puede soportar varios mecanismos de control de cómo:

- Validación de usuario/contraseña.
- Certificado digital.
- Contraseña compartida.

Es considerado un nivel superior de seguridad pero no se le cataloga como un sistema óptimo de seguridad de información.

WPA incluye las siguientes tecnologías:

- **IEEE 802.1X.**-Estándar del IEEE de 2001 se considera un estándar de control de acceso a la red baso en puertos este puede también ser aplicado a las distintas conexiones de un punto de acceso con las estaciones.  
Su funcionamiento se lo realiza mediante un Servidor de Autenticación, mismo que valida las credenciales proporcionadas por el cliente que requiere la comunicación, si la autorización es positiva entonces el punto de acceso abre el puerto. Este estándar puede actuar con el Protocolo de Autenticación Extensible (EAP) y su aplicación puede ser en medio de comunicación de red cableada e inalámbrica y puede soportar varios métodos de autenticación.
- **Protocolo de autenticación extensible (EAP).**- Este protocolo lleva a cabo las tareas de autenticación, autorización y contabilidad, su funcionamiento se da entre la estación de trabajo y el Servidor de Autenticación y es un mecanismo de encapsulación eficiente.
- **Temporal Key Integrity Protocol (TKIP).**-Según indica Wi-Fi, es el protocolo encargado de la generación de la clave para cada trama.
- **Message Integrity Code (MIC).**-Código que verifica la integridad de los datos de las tramas.

Su funcionamiento se divide dependiendo del ambiente en el cual va a ser aplicado:



- **Funcionamiento empresarial.-** Con servidor AAA, RADIUS este es el modo indicado para las empresas, mismo que requiere un servidor configurado para desempeñar las tareas de autenticación, autorización y contabilidad.
- **Funcionamiento doméstico o pequeñas redes.-** Para su funcionamiento no se requiere un servidor AAA, sino que se utiliza una clave compartida en las estaciones y punto de acceso. Al contrario que en WEP, esta clave sólo se utiliza como punto de inicio para la autenticación, pero no para el cifrado de los datos.

#### 3.6.2.4 IEEE 802.11i

Se crea el estándar 802.11i con la finalidad de mejorar los aspectos de seguridad de las redes inalámbricas, esta debe cumplir con todos los requisitos de seguridad para que sea aplicable en entornos corporativos y domésticos. Este estándar además incluye protocolos de gestión de claves y mejoras de cifrado y autenticación.

- **Temporary Key Integrity Protocol TKIP.-** Es un protocolo de gestión de claves dinámicas admitido por cualquier adaptador que permite utilizar una clave distinta para cada paquete transmitido. La clave se construye a partir de la clave base, la dirección MAC de la estación emisora y del número de serie del paquete como vector de inicialización. Cada paquete que se transmite utilizando TKIP incluye un número de serie único de 48 bits que se incrementa en cada nueva transmisión para asegurar que todas las claves son distintas. Esto evita "ataques de colisión" que se basan en paquetes cifrados con la misma clave, por otro lado al utilizar el número de serie del paquete como vector de inicialización (IV), también evitamos IV duplicados. Además, si se inyectara un paquete con una contraseña temporal que se hubiese podido detectar, el paquete estaría fuera de secuencia y sería descartado. En cuanto a la clave base, se genera a partir del identificador de



asociación, un valor que crea el punto de acceso cada vez que se asocia una estación

- **Counter Mode with Cipher Block Chaining Message Authentication Code Protocol CCMP.-** Es un nuevo protocolo que utiliza AES como algoritmo de cifrado y proporciona integridad y confidencialidad. Se basa en el modo CCM del algoritmo de cifrado AES y utiliza llaves de 128 bits con vectores de inicialización de 48 bits. CCMP consta del algoritmo de privacidad que es el "Counter Mode" (CM) y del algoritmo de integridad y autenticidad que es el "Cipher Block Chaining Message Authentication Code" (CBC-MAC), este se puede aplicar solo sobre RSN (Robust Secure Network).

### 3.6.2.5 Wi-Fi Protected Access 2 - Acceso Protegido Wi-Fi 2 (WPA 2)

Este tipo de mecanismo de seguridad proporciona un nivel alto de seguridad para las redes WLAN fue creado para corregir las vulnerabilidades detectadas en WPA. Este mecanismo basa su funcionamiento en el estándar 802.11i además se basa en WPA y se considera la compatibilidad entre estos mecanismos de seguridad.

Los proveedores de dispositivos de conexión inalámbrica han incorporado dentro de su producción la generación de puntos de acceso apoyados en el protocolo WPA2, este se apoya en utilizar el algoritmo AES (Advanced Encryption Estándar).

Se trata de un algoritmo de cifrado de bloque (RC4 es de flujo) con claves de 128 bits. Requerirá un hardware potente para realizar sus algoritmos. Este aspecto es importante puesto que significa que dispositivos antiguos sin suficientes capacidades de proceso no podrán incorporar WPA2.

“WPA2 está idealmente pensado para empresas tanto del sector privado como del público. Los productos que son certificados para WPA2 le dan a los gerentes de



Tecnologías Informáticas la seguridad que la tecnología cumple con estándares de interoperatividad" declaró Frank Hazlik Managing Director de la Wi-Fi Alliance.

Para el aseguramiento de la integridad y autenticidad de los mensajes, WPA2 utiliza CCMP (Counter-Mode / Cipher Block Chaining / Message Authentication Code Protocol) en lugar de los códigos MIC.

Otra mejora respecto a WPA es que WPA2 incluirá soporte no sólo para el modo BSS sino también para el modo IBSS (redes ad-hoc).

Este mecanismo de seguridad opera de dos formas:

- **WPA2 – Personal.-** Protege el acceso no autorizado de la red mediante la utilización de una contraseña de configuración.
- **WPA2 – Empresa.-** Verifica los usuarios de la red a través de un servidor. WPA2 es compatible con WPA.



## 4 IMPLEMENTACION DEL SISTEMA INALAMBRIDO

La implementación de un sistema de conexión inalámbrica conlleva el estudio de varios factores que ayudan a que el proyecto sea exitoso y cumpla con los requerimientos óptimos de funcionamiento que necesita la empresa y los usuarios.

Para la implementación del sistema se ha visto conveniente la utilización de programas computacionales los mismos que nos ayudarán a optimizar el uso de recursos disponibles.

### 4.1 ANALISIS DE AREA

La empresa Compufácil está ubicada en las calles Remigio Crespo y Guayas en donde funciona el edificio principal, contando además con dos agencias adicionales: la Sucursal # 1 ubicada en el centro histórico de la ciudad de Cuenca situado en la calle Sucre 3-55 y Vargas Machuca y Sucursal # 2 en Av. Gonzales Suarez 12-222 sector Totoracocha el objetivo planteado con este sistema de comunicación es unir a estos edificios a fin de poder compartir y administrar los recursos los mismos que se verán cristalizados en un mejor servicio para su cliente (figura 4.1).

A continuación con el siguiente mapa se procede a localizar cada una de las agencias de la empresa Compufácil Cía. Ltda., además del punto ubicado en Icto Cruz.



**Icto Cruz**



**Edificio Principal**

Av. Remigio Crespo y Guayas esq.



**Sucursal # 1**

Sucre 3-55 y Vargas Machuca



**Sucursal # 2**

Av. Gonzales Suarez 12-222

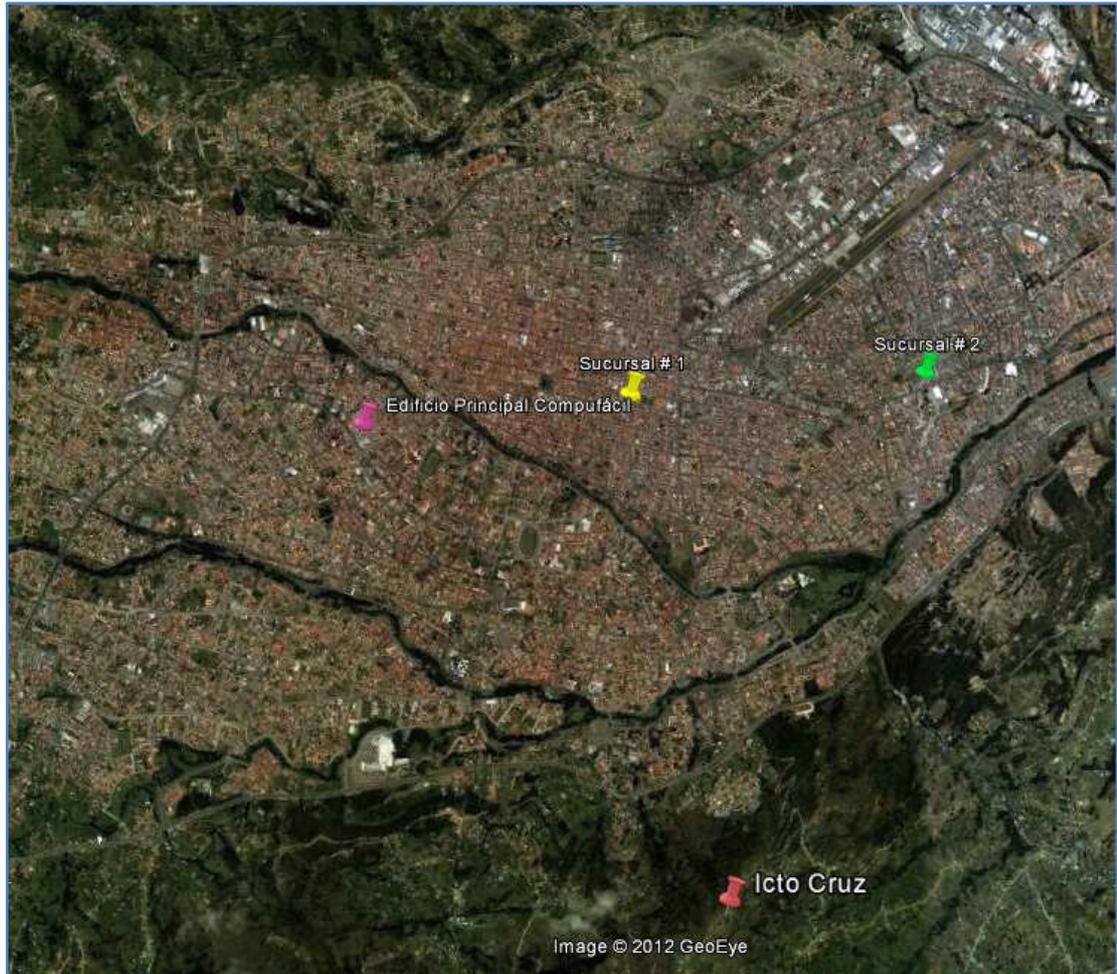


Figura 4.1: Agencias Compufácil Cía. Ltda.

Para que nuestro sistema de comunicación inalámbrica pueda ser implementado se procede a realizar la inspección de los lugares en donde se van a colocar las antenas para realizar los enlaces, podemos constatar que cada uno de ellos tiene una *línea de vista* directa desde su ubicación hacia el sector de Icto Cruz evitando con esto que existan obstáculos que pudieren deteriorar la calidad de la transmisión (figura 4.2, 4.3, 4.4, 4.5).

Cabe indicar que cada una de las agencias que constituyen la empresa Compufácil Cía. Ltda., y el sector de Icto Cruz cuentan con el espacio físico necesario para la colocación de las antenas de igual manera cada agencia cuenta con el espacio físico en donde se colocaran las antenas, en el sector de Icto Cruz se cuenta con una torre la cual ha sido arrendada y en la cual se van a proceder a colocar los dispositivos para la conexión.



Figura 4.2: Línea de vista “Principal / Icto Cruz”

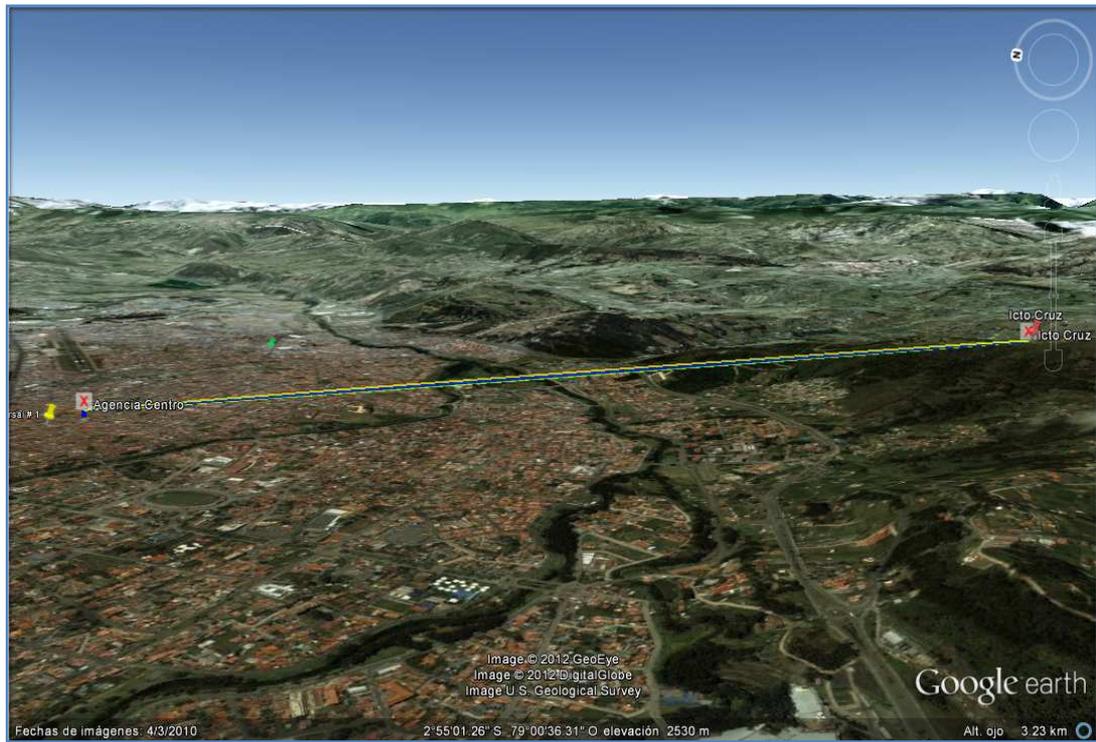


Figura 4.3: Línea de vista “Sucursal # 1 / Icto Cruz”



Figura 4.4: Línea de vista “Sucursal # 2 / Icto Cruz”



Figura 4.5: Vista desde Icto Cruz



El *medio ambiente* es un factor importante que afectan la calidad de la señal durante la transmisión de información, cuando hablamos de conexiones inalámbricas sabemos que el medio por el cual van a transmitirse los datos va a ser el espacio libre (aire).

Para el análisis de nuestro sistema de conexión inalámbrica utilizaremos el programa Radio Mobile el mismo que nos solicita el ingreso de parámetros relacionados con el medio ambiente en el cual va a ser implementado el mencionado sistema, ya que éstos pueden influir en la calidad de la transmisión de datos.

## 4.2 PLANO DE DISTANCIAS Y UBICACIÓN DE ANTENAS

### 4.2.1 Análisis y simulación de los enlaces inalámbricos

Antes de realizar la implementación de un sistema de comunicación inalámbrico se ha visto conveniente utilizar programas computacionales que nos permitan analizar y simular los enlaces entre las agencias de la empresa Compufácil Cía. Ltda. Para ello utilizaremos el software Radio Mobile y la calculadora de enlaces de Ubiquiti, se ha visto conveniente la utilización de estos programas por las prestaciones, sencillez en su manejo, entorno Figura amigable y fiabilidad para los cálculos.

#### 4.2.1.1 Radio Mobile

El autor del software es Roger Coudé, este es un programa que permite la simulación de radio enlaces de larga distancia en terreno irregular para ello utiliza perfiles geoFiguras combinados con la información de los equipos (potencia, sensibilidad del receptor, características de las antenas, pérdidas, etc.) que se pretenden implementar en un sistema de comunicación inalámbrica, nos permite operar dentro del rango de 20 MHz a 20 GHz y longitudes de trayecto de entre 1 y 2000 Km. El uso de este software es de carácter humanitario o amateur, con el podemos realizar los cálculos y obtener todos los datos necesarios para realizar *radio enlaces* funcionales, este programa usa cartografía y mapas satélites los cuales podemos obtener fácilmente en el internet y utiliza mapas de tipos: SRTM, GTOPO30 y DTED otra ventaja es que este software trabaja en múltiples sistemas operativos.

Los parámetros a introducir para realizar las simulaciones permiten reflejar de forma fiel los equipos reales que se piensa utilizar en la instalación para la que estarán destinados.

Para diseñar o emular los radioenlaces vamos a establecer valores como ganancia de antenas, sensibilidad de radios, potencia de transmisión, de acuerdo al tipo de equipo que se eligió para este propósito y así confirmar la adquisición de estos.

Entre los principales datos que se necesitan para utilizar el programa son:

- Conocer la posición GPS del sitio o sitios del sistema
- Cartografía digital
- Hoja de especificaciones técnicas del equipamiento que queremos/planeamos usar.
- Información acerca del tipo de terreno, clima del área, características de los equipos, antenas, potencia, sensibilidad del receptor, que quieren simularse.

Para poder proceder con la configuración y simulación en el programa Radio Mobile debemos obtener información de cada una de las agencias y esta la obtendremos mediante el programa de Google Earth como se presenta en las figuras 4.6, 4.7, 4.8.

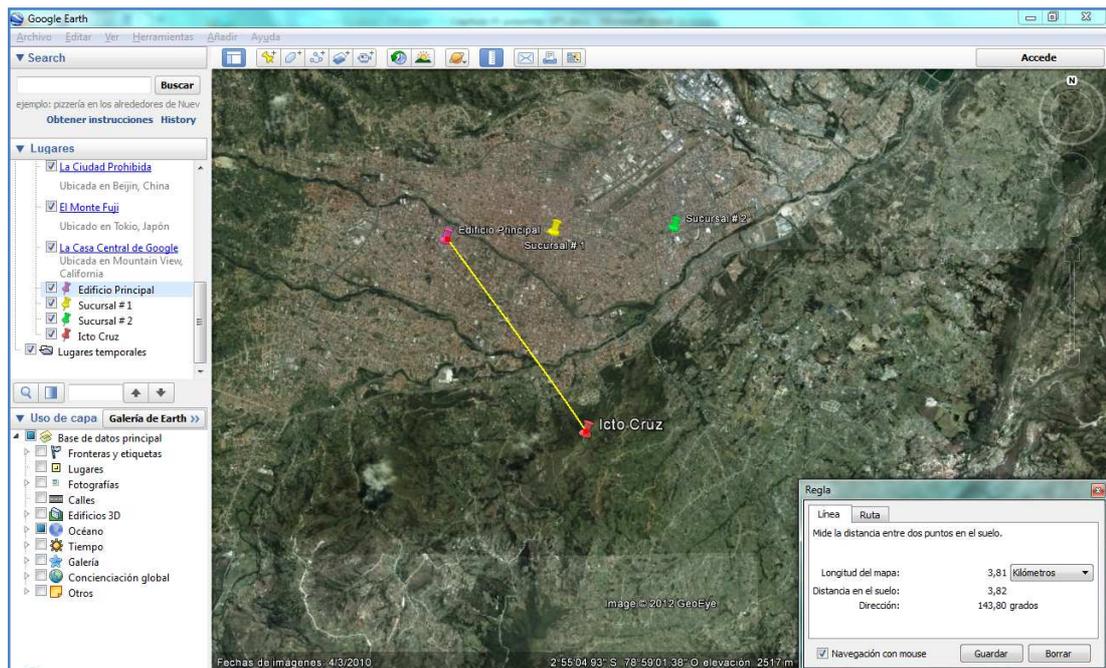


Figura 4.6: Distancia “Edificio principal / Icto Cruz”

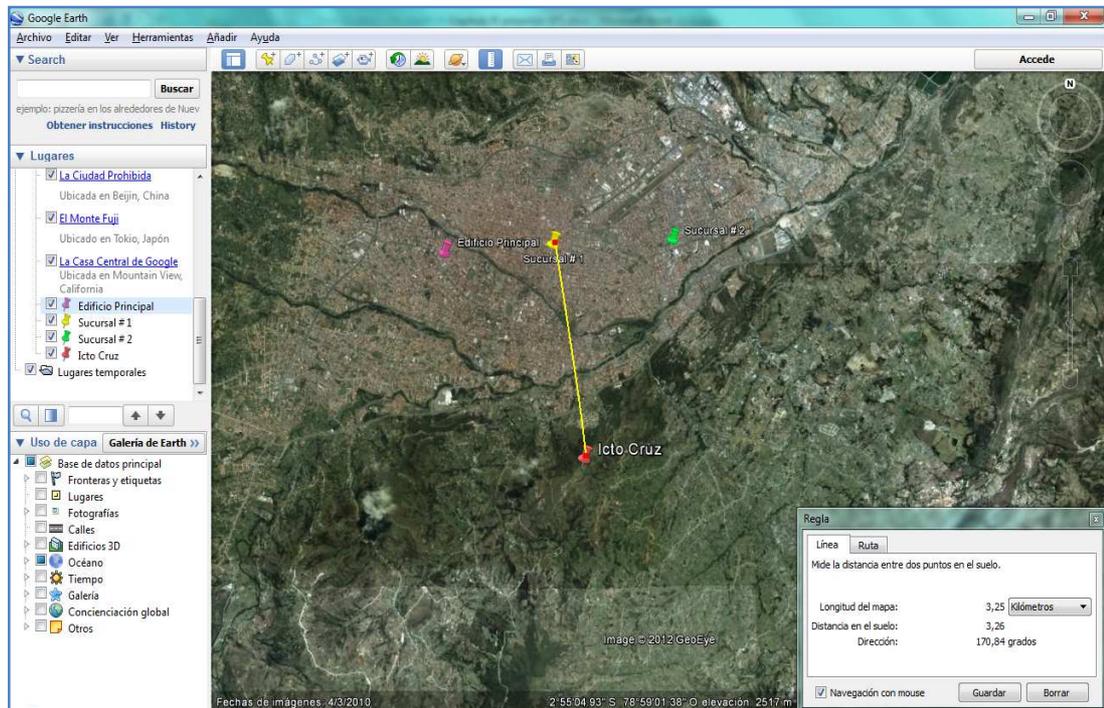


Figura 4.7: Distancia “Sucursal # 1 / Icto Cruz”

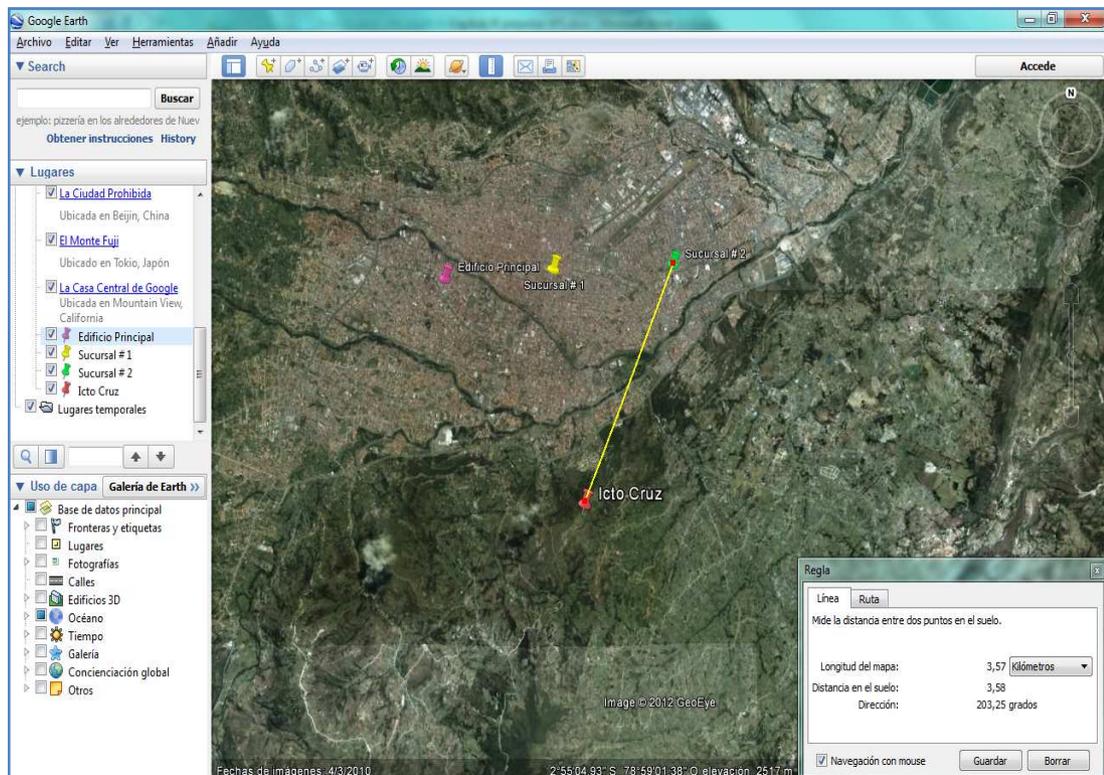


Figura 4.8: Distancia “Sucursal # 2 / Icto Cruz”



A continuación se procede a la tabulación de los datos obtenidos de las distancias entre las agencias de la empresa y el punto de Icto Cruz, estos datos son importantes ya que los vamos a necesitar para llenar algunos parámetros en el programa de simulación(Tabla 4.1).

	Principal - Icto Cruz	Sucursal # 1 - Icto Cruz	Sucursal # 2 - Icto Cruz
<b>Longitud del mapa:</b>	3.81 Km	3.25 Km	3.57 Km
<b>Distancia del suelo:</b>	3.82	3.26	3.58
<b>Dirección:</b>	143.80°	170.84°	203.25°

Tabla 4.1: Distancias de Agencias CompuFácil Cía. Ltda.

**Factibilidad técnica.-** Una vez obtenidas las coordenadas de cada una de las agencias y del punto de Icto Cruz, tenemos la información necesaria para poder realizar el cálculo de factibilidad técnica de estos mediante el programa Radio Mobile, esperando confirmando la factibilidad de implementación de cada uno de los enlaces requeridos.

### Instalación de Radio Mobile

Los siguientes pasos nos ayudan a la instalación del programa:

- Descargar el software que se encuentra en la página [www.Cplus.Org/rmw/download/download.Html](http://www.Cplus.Org/rmw/download/download.Html).
- Descargar e instalar el Visual Basic Runtime (SP6).
- Descargar los siguientes archivos y descomprimirlos.
  - rmwcore.zip
  - rmwupdate.zip
  - spanish



- Culminando los pasos anteriores se debe bajar los mapas “*Shuttle Radar Topography Mission*” (SRTM) estos son archivos de tipo cartografía digital que nos brindan mapas con resolución óptima y se los puede descargar de internet en varias páginas de forma gratuita.

### Simulación Radio Mobile

El diseño de los radioenlaces por medio del programa Radio Mobile permitirá conocer los rangos de la ganancia de las antenas, la pérdida tolerable de las conexiones, y la potencia mínima de transmisión de los radios de cada enlace.

Para empezar con la simulación se necesitará las ubicaciones de los puntos involucrados en la red, en la siguiente tabla se muestran las coordenadas geográficas y la altitud de todos los puntos o nodos involucrados (Tabla 4.2).

Nodos	Dirección	Coordenadas Geográficas	
		Latitud Sur	Longitud Oeste
Edificio Principal	Av. Remigio Crespo y Guayas	2°54'1.65"	79°0'56.18"
Sucursal # 1	Sucre 3-55 y Vargas Machuca	2°53'57.09"	78°59'59.22"
Sucursal # 2	Av. Gonzales Suarez 12-222	2°53'54.11"	78°58'55.98"
Icto Cruz		2°55'42"	78°59'41.80"

Tabla 4.2: Coordenadas geográficas y altitud agencias de Compufácil Cía. Ltda.

Se procede a cargar el mapa de la ciudad de Cuenca de tipo (bmp) que será la base para la simulación en el programa Radio Mobile como se muestran en las figuras 4.9, 4.10, 4.11, 4.12, 4.13, 4.14.

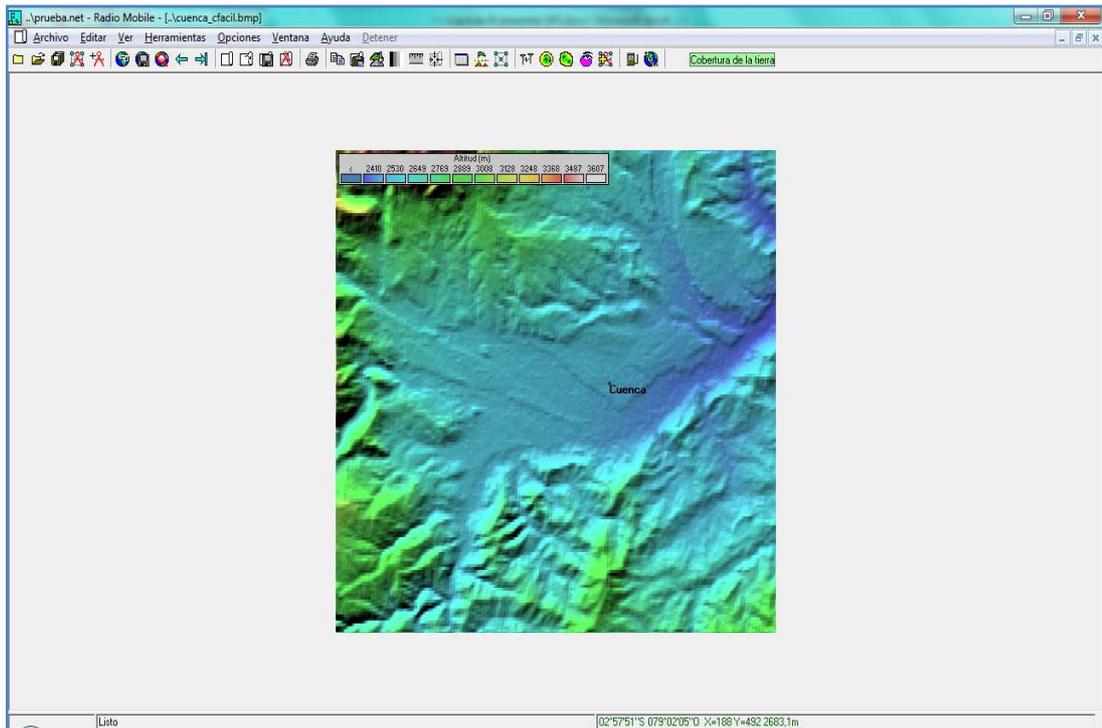


Figura 4.9: Mapa de Cuenca

A continuación se procede a la ubicación de los puntos en donde se van a situar las agencias con los datos que nos solicita el programa:

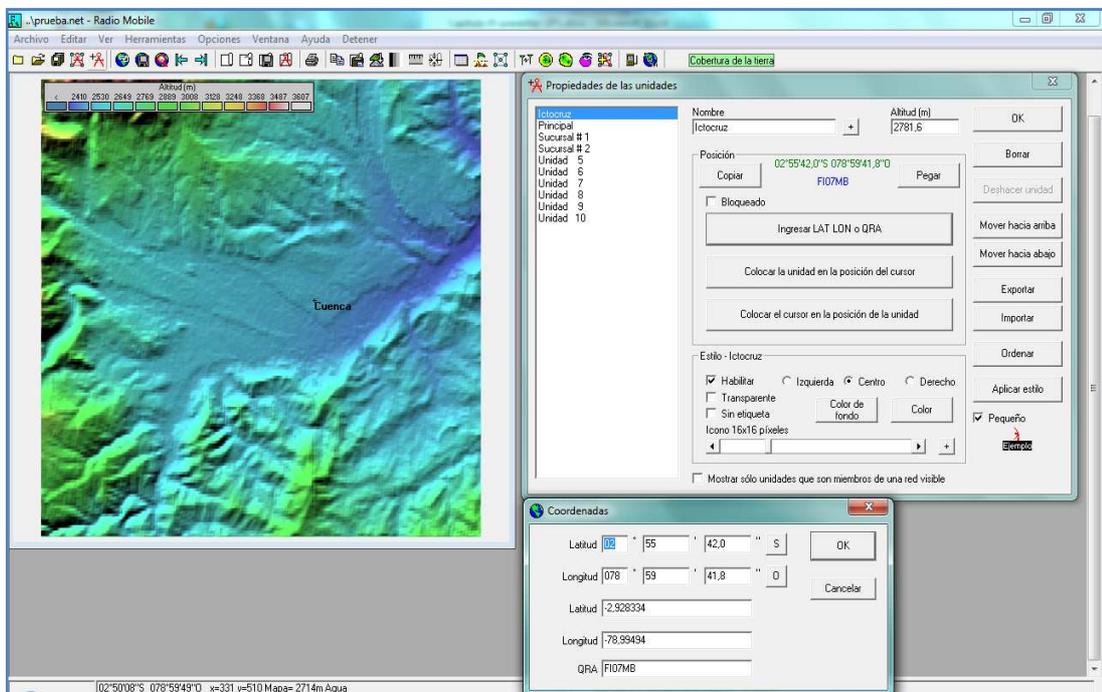


Figura 4.10: Parámetros de unidad “Icto Cruz”

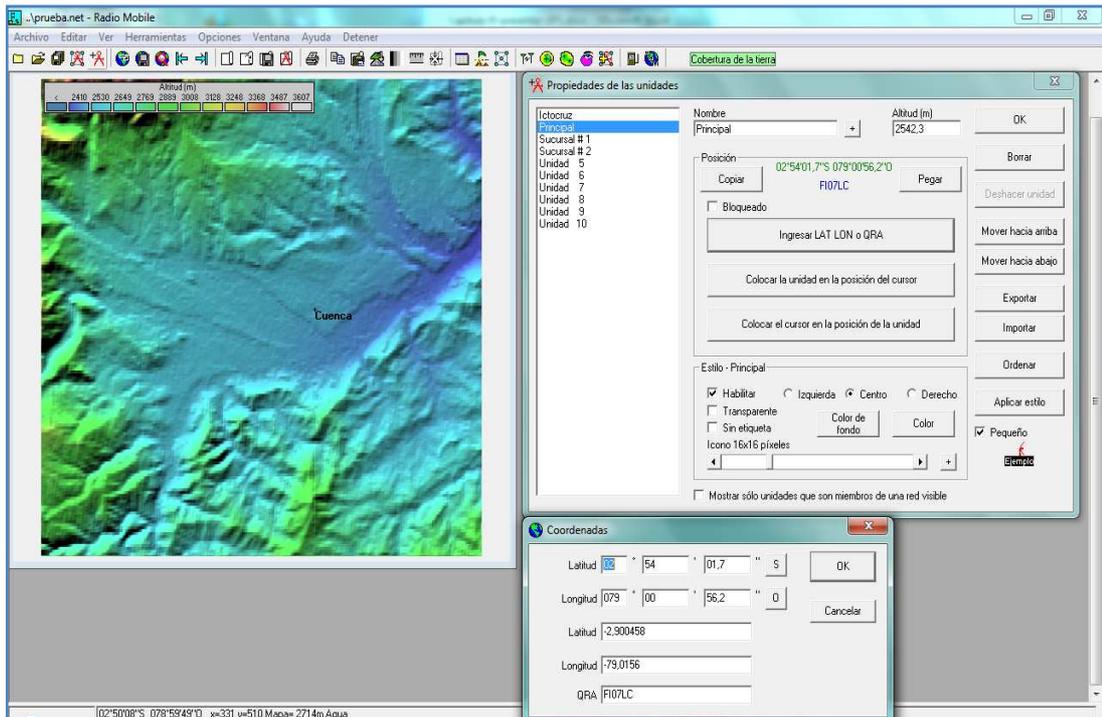


Figura 4.11: Parámetros de unidad “Principal”

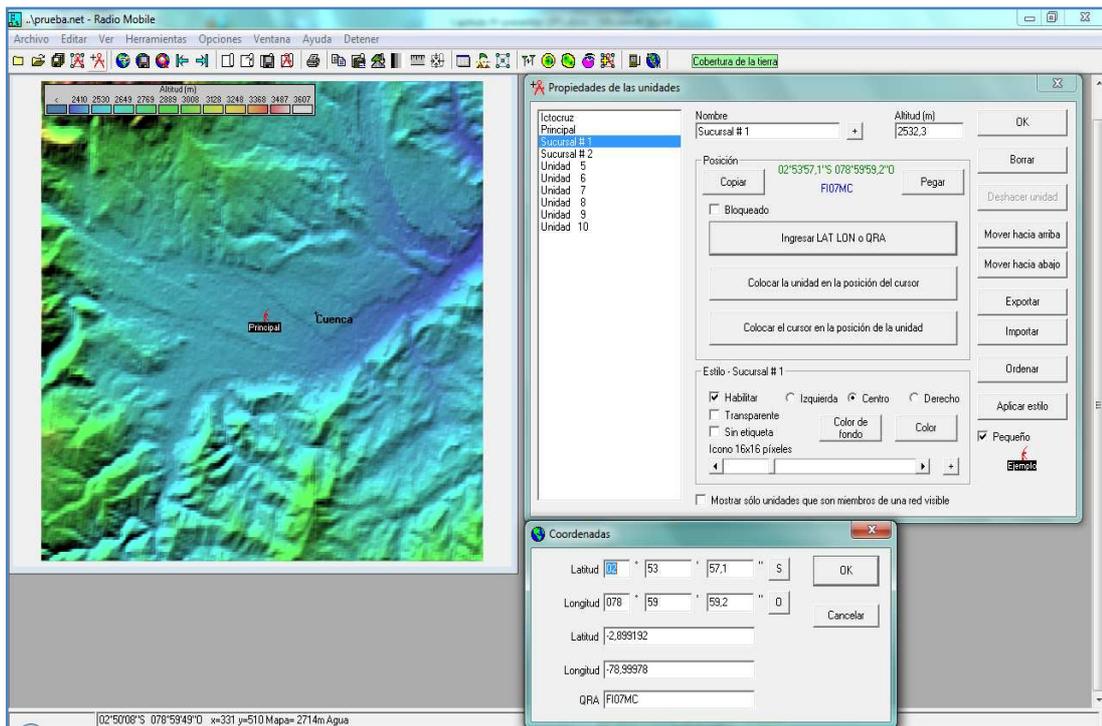


Figura 4.12: Parámetro de unidad “Sucursal # 1”

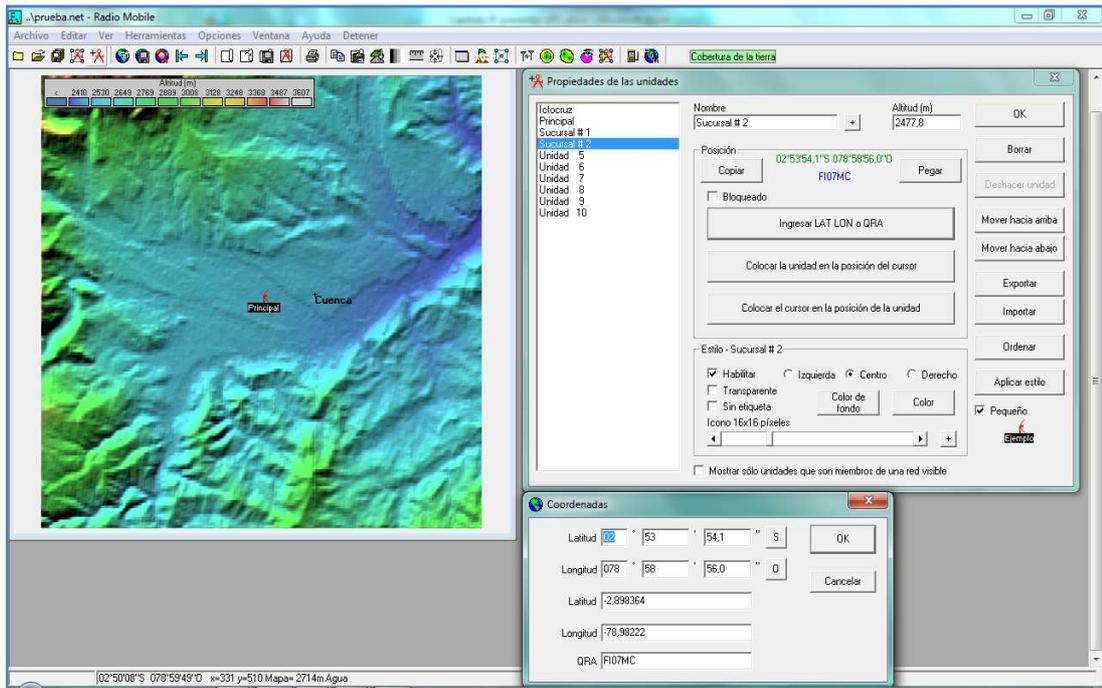


Figura 4.13: Parámetro de unidad “Sucursal # 2”

A continuación se indica en el mapa en cada una de las agencias de la empresa Compufácil Cía. Ltda., en el programa Radio Mobile.

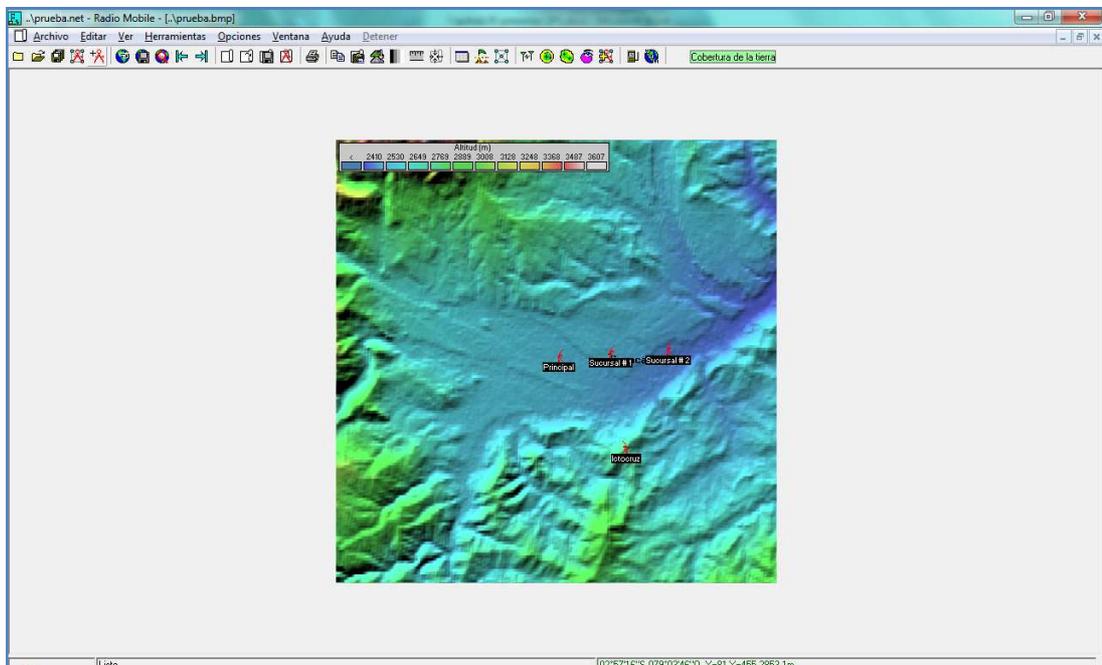


Figura 4.14: Mapa de agencias Compufácil Cía. Ltda.



### Simulación de radioenlace “Principal / Icto Cruz”

A continuación se procede a crear las redes que van a formar parte del sistema de conexión inalámbrica, para ello se necesitan configurar los siguientes parámetros:

- **Nombre para la Red.**
- **Frecuencia mínima:** 5470 MHz.
- **Frecuencia máxima:** 5825 MHz.
- **Polarización:** Vertical.
- **Modo Estadístico:** Accidental.
- **Clima:** Continental Templado.

Radio Mobile utiliza el modelo Longley-Rice o también conocido como Modelo de Terreno Irregular (ITM) como modelo de radiopropagación, es un modelo estadístico que toma en cuenta los siguientes parámetros para su cálculo:

**Polarización:** Depende de los equipos reales a utilizarse puede ser horizontal o vertical pero el modelo Longley-Rice reconoce que la polaridad de los dos equipos va a ser igual.

**Refractividad:** La refractividad de la atmósfera determina la cantidad de “bending” o curvatura que sufrirán las ondas radio, datos como: refractividad de la superficie, **conductividad** del suelo y **permitividad** relativa del suelo son datos que se pueden obtener o utilizar los valores por defecto (tabla 4.3).

	<b>Permitividad</b>	<b>Conductividad</b>
Tierra media	15	0.005
Tierra pobre	4	0.001
Tierra rica	25	0.020
Agua fresca	81	0.010
Agua mar	81	5.000

Tabla 4.3: Valores de permitividad y conductividad



**Clima:** Dentro del programa Radio Mobile debemos escoger el clima en el cual va a ser implementado el sistema de conexión, hay 7 modelos de clima:

- Ecuatorial (Congo);
- Continental Sub-tropical (Sudan y Centro América);
- Marítimo Sub-tropical (Oeste de las costas de África);
- Desierto (Sahara);
- Continental templado;
- Marítimo Templado, sobre la tierra (Reino Unido y continentes de la costa Oeste);
- Marítimo Templado, sobre el mar

**Variabilidad:** El modo de variabilidad es considerado como la especificación para determinar la fiabilidad de los cálculos, el modelo Longley-Rice presenta modos de cálculo de la variabilidad y estos son:

- El modo accidental se utiliza para evaluar interferencias.
- El modo broadcast es para unidades estacionarias y
- Modo mobile para comunicaciones móviles.
- Modo spot el programa hace un único intento para enviar un mensaje en la simulación.

Los tipos de variabilidad descritos en el modelo Longley-Rice son el tiempo, la posición, y la variabilidad de situación. Estas tres dimensiones de variabilidad, fueron desarrolladas para considerar y clasificar variaciones en los niveles de señal medidos.

**Configuración de parámetros.-** En la siguiente lista se muestra la configuración del Radio Mobile para la simulación de los radioenlaces, empezaremos con la configuración de los parámetros los mismos que nos servirán para configurar nuestros enlaces (figura 4.15):

- **Nombre de la red**
- **Frecuencia mínima: 5470MHz**
- **Frecuencia máxima: 5825MHz**
- **Polarización: Vertical**
- **Modo estadístico: Accidental**
- **Refractividad de la superficie: Valor por defecto**
- **Conductividad del suelo: Valor por defecto**
- **Permitividad relativa al suelo: Valor por defecto**
- **Clima: Continente templado**

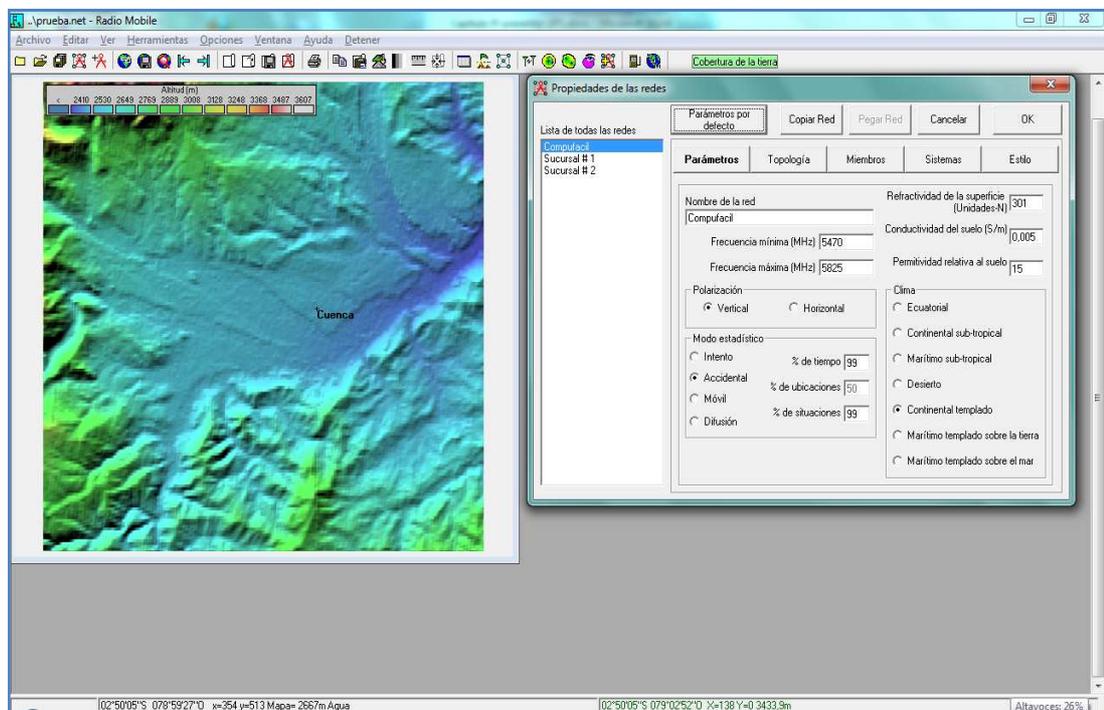


Figura 4.15: Configuración de parámetros “Principal”

**Configuración de tipología.**-A continuación se procede a la configuración de la topología que se va a utilizar en la implementación de nuestro sistema, se aplicara la siguiente configuración (figura 4.16):

**Topología tipo estrella:** en una topología de estrella todos los datos pasan a través del concentrador antes de alcanzar su destino.

**Re de datos, cluster (Nodo / Terminal):** Se utiliza esta opción para redes de datos que pueden transmitir datagramas.

**Máximo número de transmisiones permitidas:** si se configura a “0”, este parámetro impedirá el uso de reemisiones.

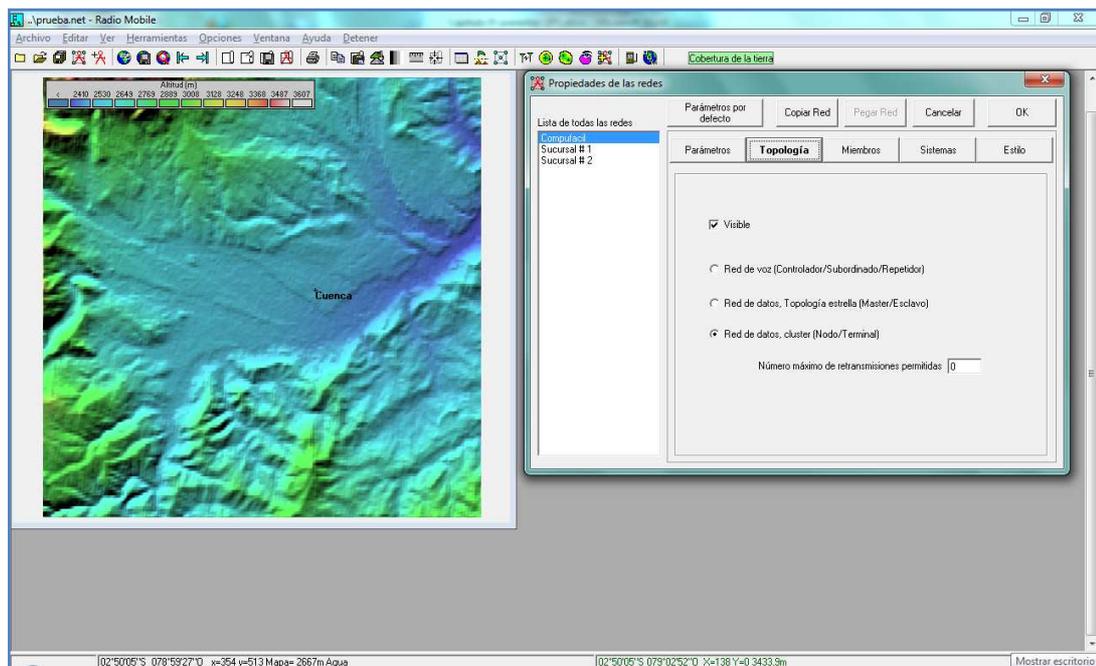


Figura 4.16: Configuración topología “Principal”

**Configuración de miembros.-** Procedemos a la configuración de los miembros (figura 4.17):

- Lista de todas las unidades creadas, las mismas que representan las agencias y el punto de Icto Cruz y entre los cuales podemos realizar conexiones de punto a punto o multipunto dependiendo de cómo se desea realizar la configuración del sistema de comunicación.
- Rol de principal aquí tenemos dos opciones: Terminal / Nodo dependiendo como están localizados los puntos dentro del esquema diseñado para la red.
- Sistema aquí se coloca el nombre del sistema de comunicación que se va a establecer.

- Dirección de la antena aquí colocamos el punto en donde va a estar la otra antena para la transmisión, podemos observar el diagrama de radiación de la antena.

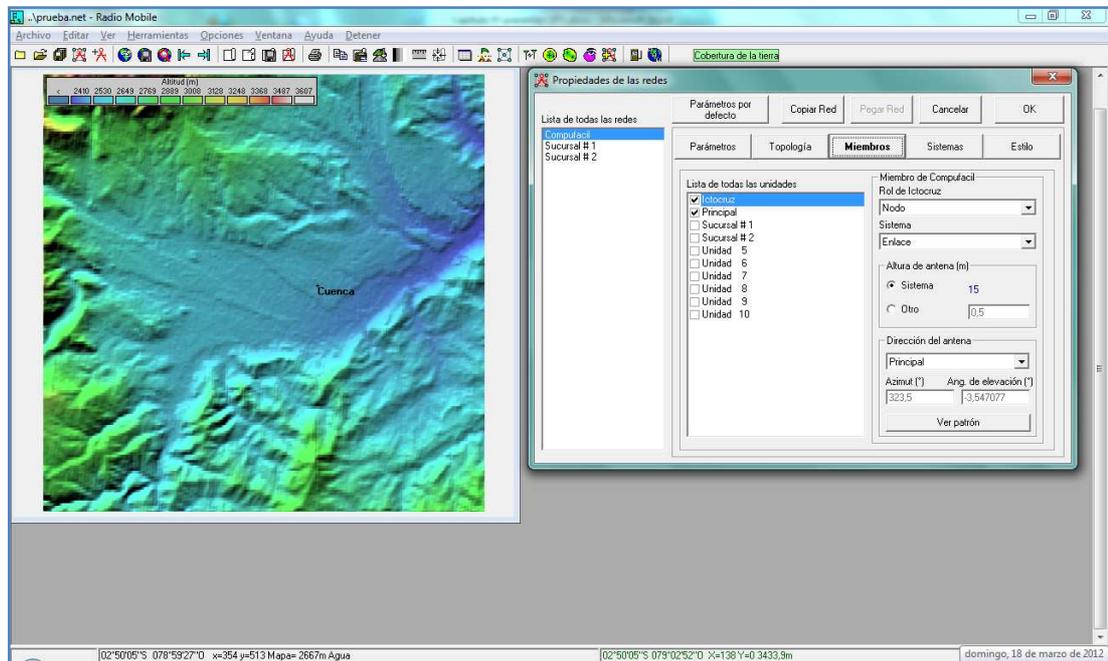


Figura 4.17: Configuración de miembros “Principal”

También podemos observar el patrón en donde se observa el diagrama de radiación de la antena que va a ser colocada para la transmisión (figura 4.18).

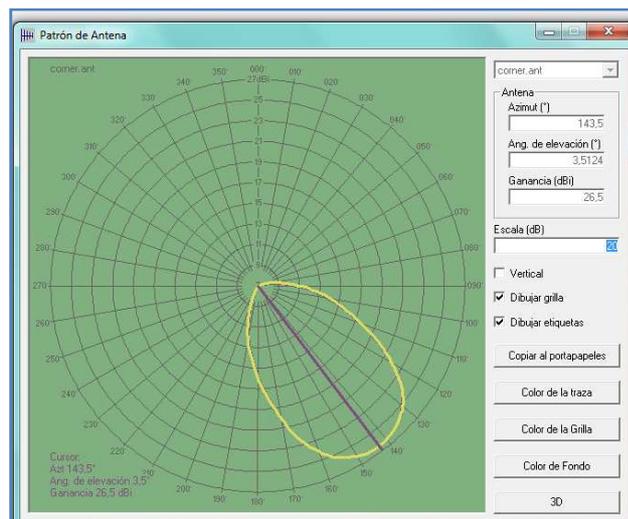


Figura 4.18: Diagrama de radiación antena “Principal”

**Configuración de sistema.-** Para la simulación de nuestro sistema también se ve necesaria la información de los equipos que se pretenden utilizar para la implementación (figura 4.19), los datos son los siguientes:

- **Nombre del sistema**
- **Potencia de transmisor: 27dBm**
- **Umbral de receptor / sensibilidad: -96dBm**
- **Tipo de antena: corner.ant**
- **Ganancia de la antena: 25 dBi**

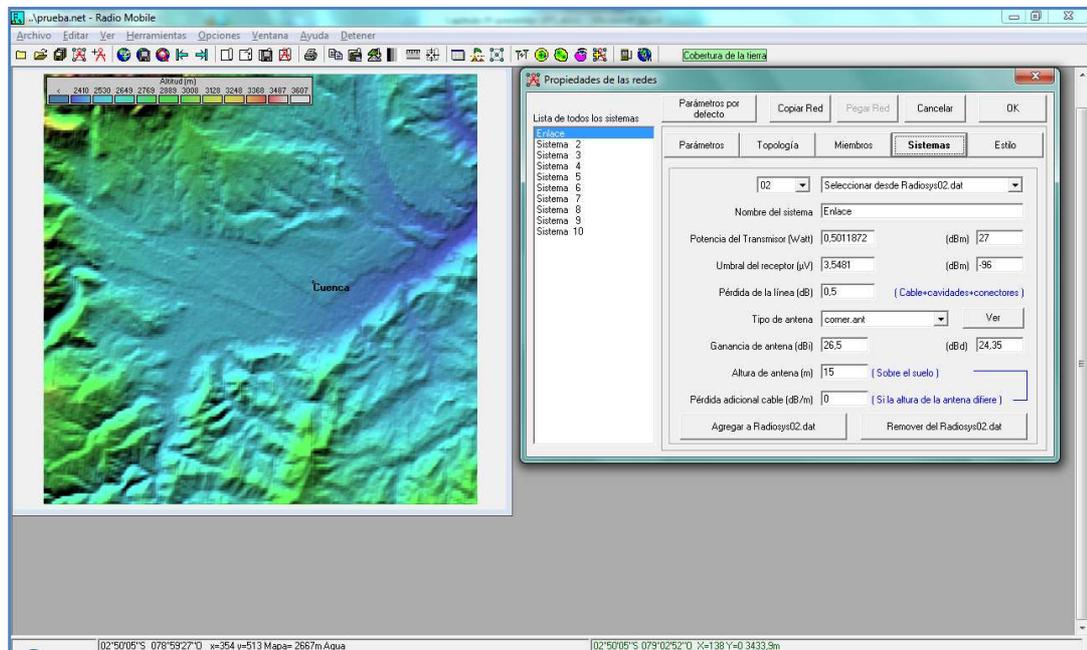


Figura 4.19: Configuración de sistemas “Principal”

**Configuración de estilo.-** A continuación podemos configurar como se desea el estilo de la simulación de los enlaces (figura 4.20):

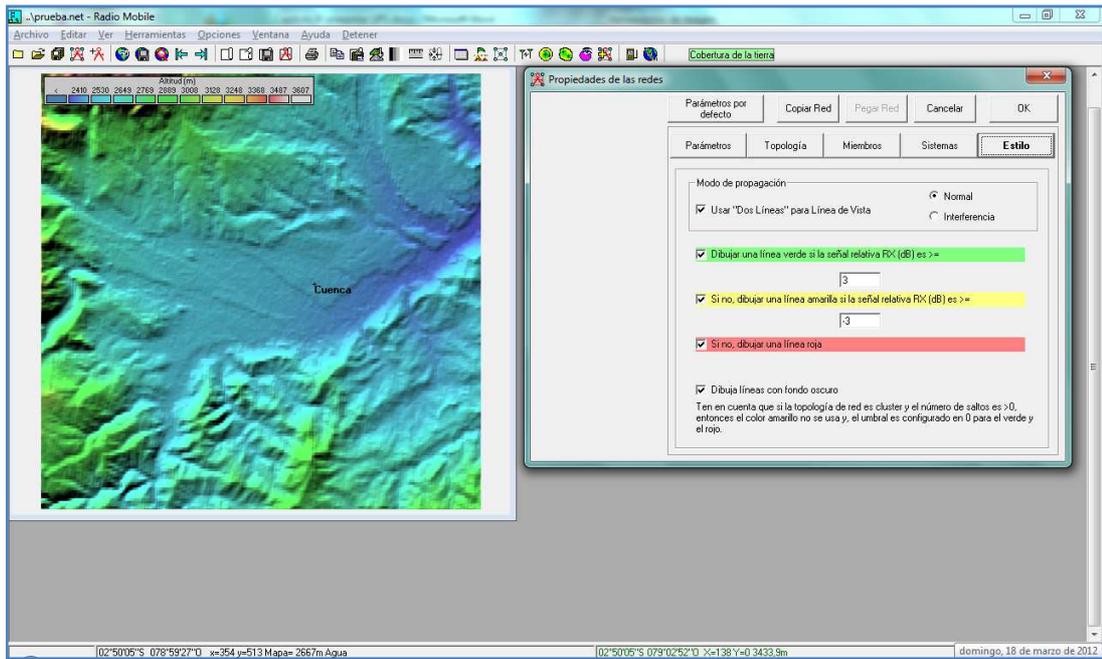


Figura 4.20: Configuración de estilo “Principal”

### Simulación de radioenlace “Sucursal # 1/ Icto Cruz”

Las figuras para la implementación del radioenlace para “Sucursal # 1 / Icto Cruz” son: figura 4.21, 4.22, 4.23, 4.24, 4.25.

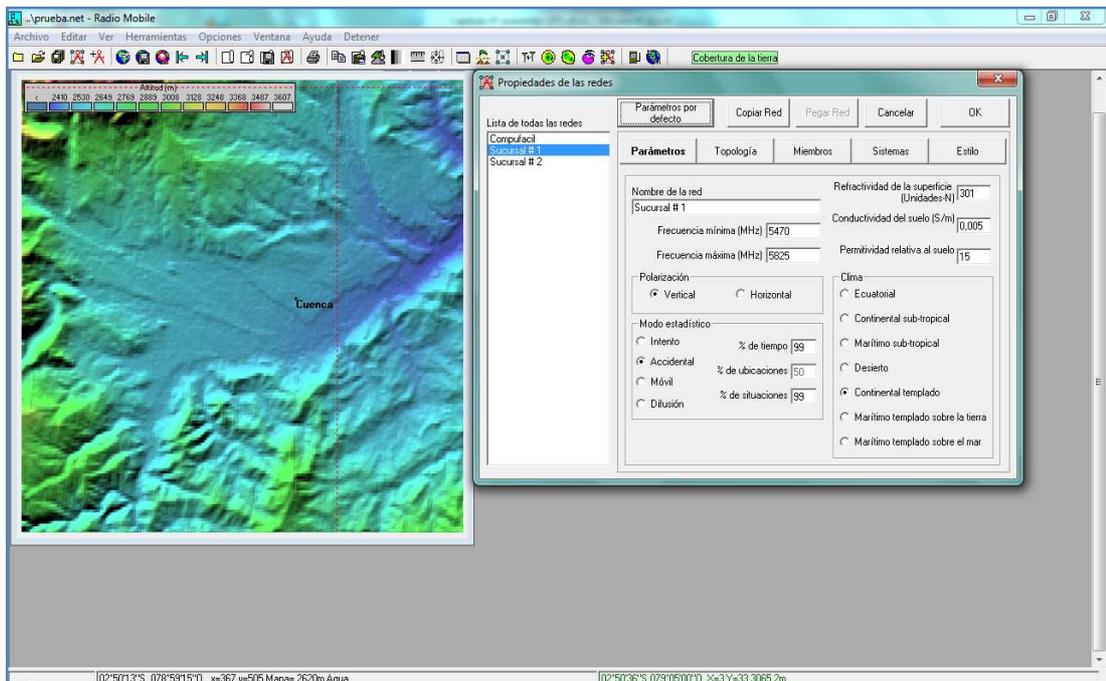


Figura 4.21: Configuración de parámetros “Sucursal # 1”

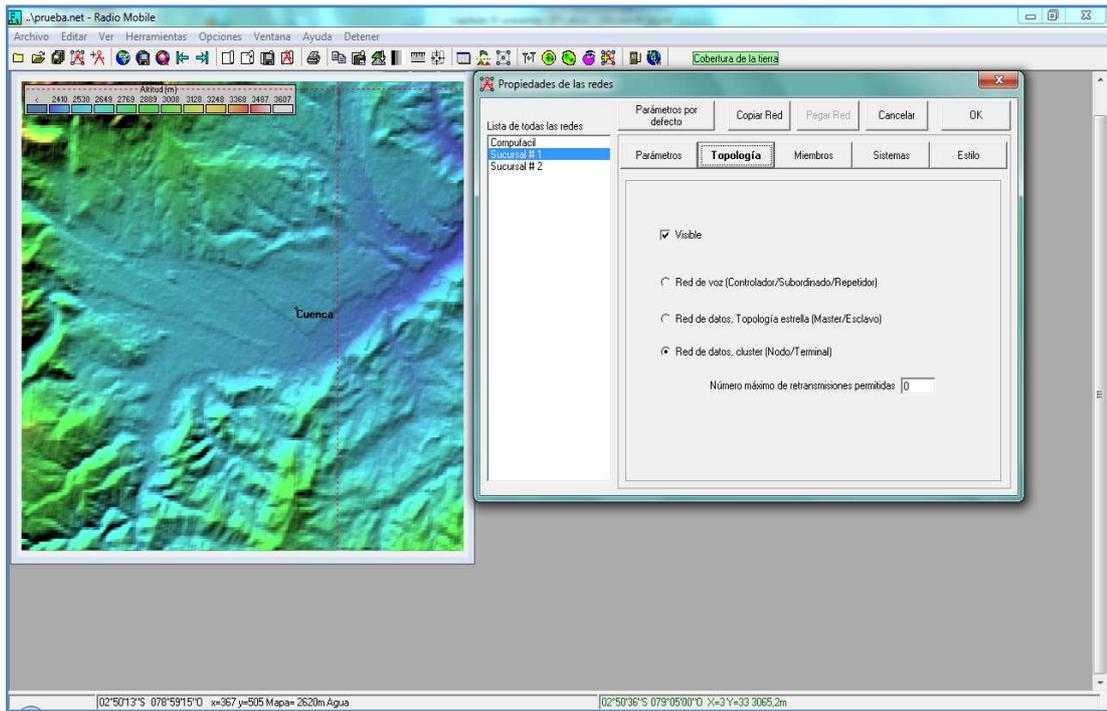


Figura 4.22: Configuración de topología “Sucursal # 1”

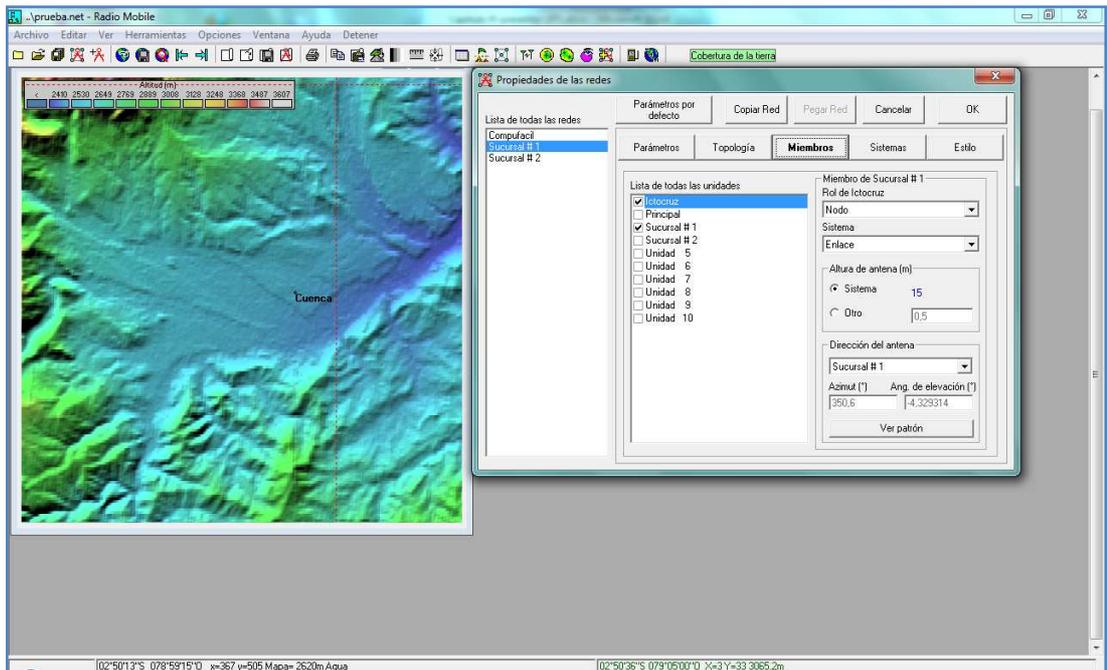


Figura 4.23: Configuración de miembros “Sucursal # 1”

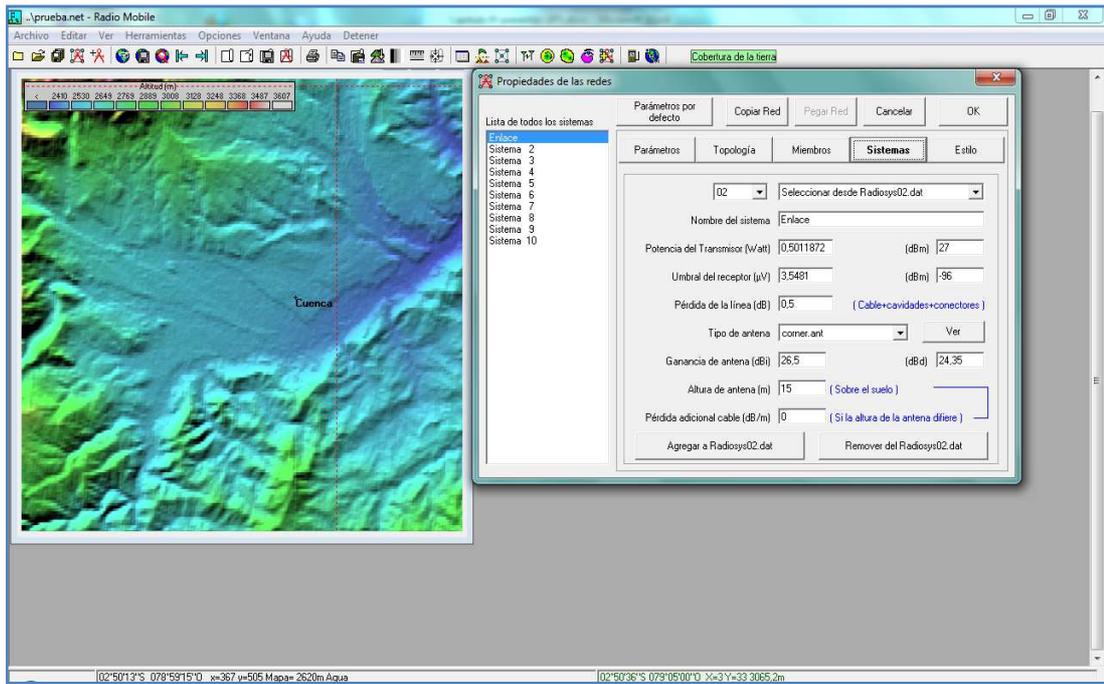


Figura 4.24: Configuración de sistemas “Sucursal # 1”

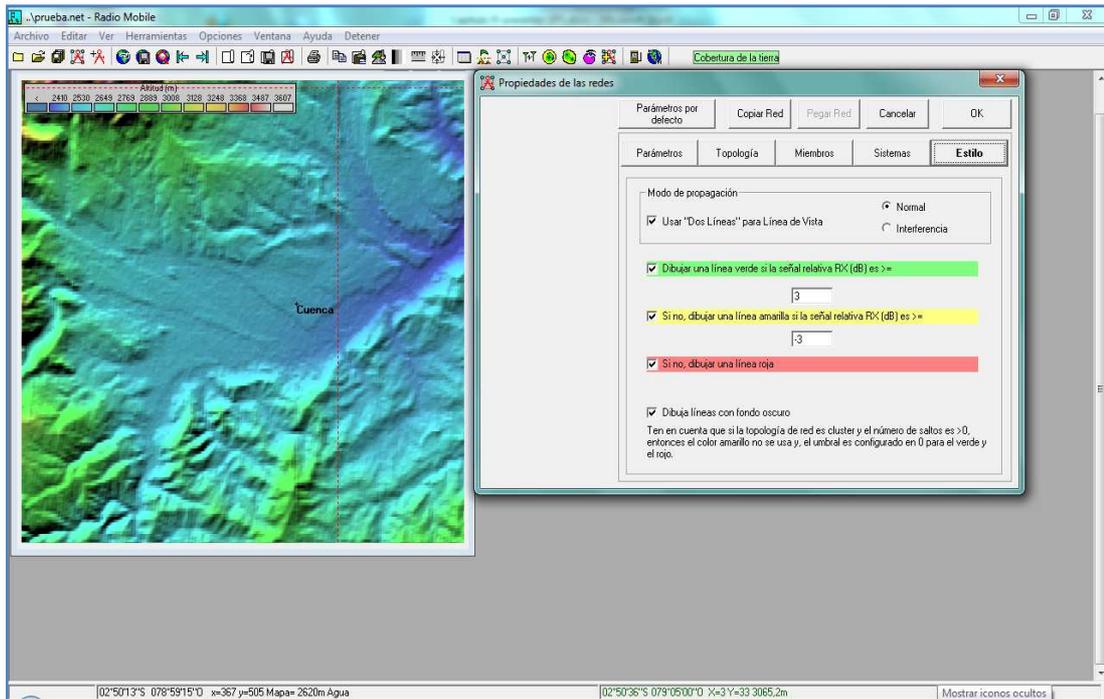


Figura 4.25: Configuración de estilos “Sucursal # 1”

### Simulación de radioenlace “Sucursal # 2/ Icto Cruz”

Las figuras que muestran la simulación del radioenlace “Sucursal # 2 / Icto Cruz” son: 4.26, 4.27, 4.28, 4.29

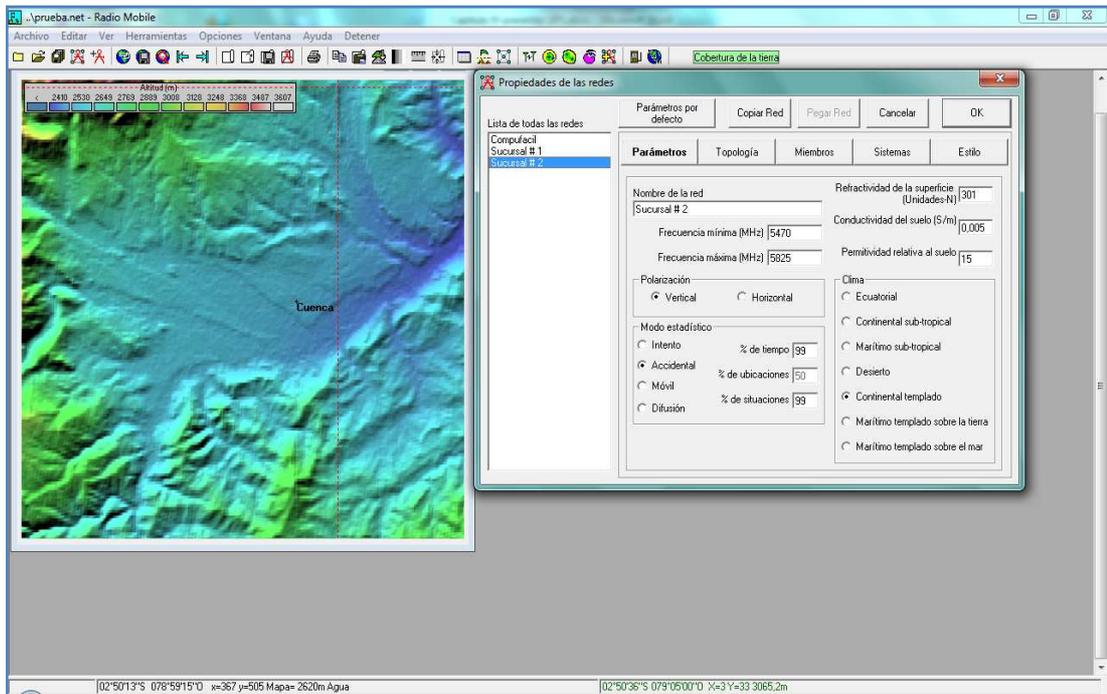


Figura 4.26: Configuración de parámetros “Sucursal # 2”

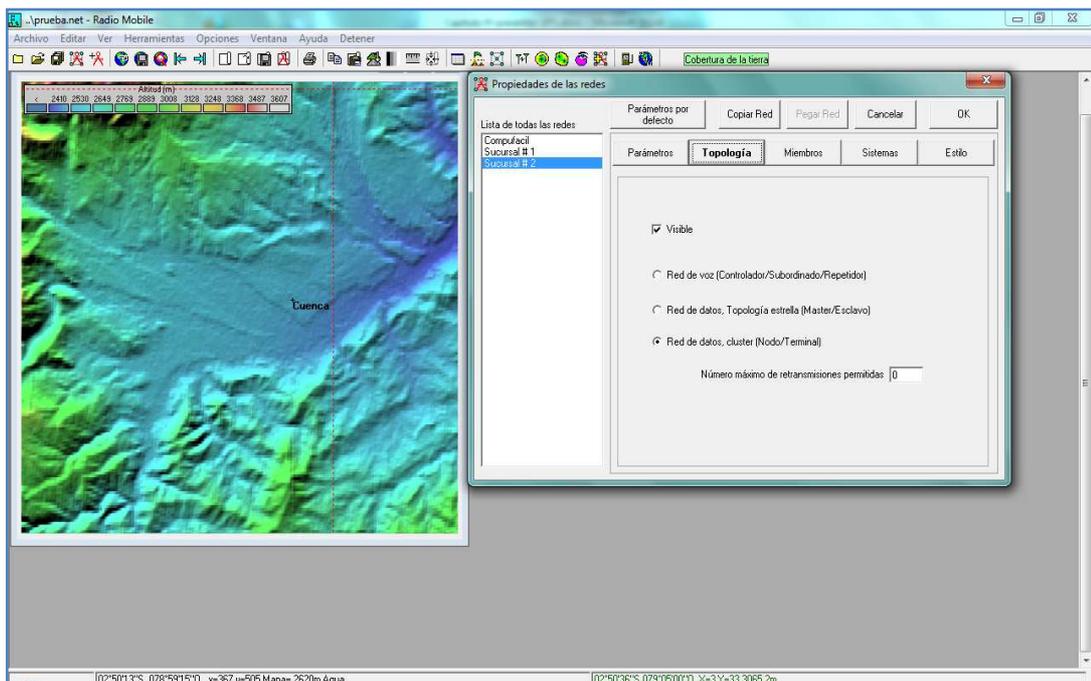


Figura 4.27: Configuración de topología “Sucursal # 2”

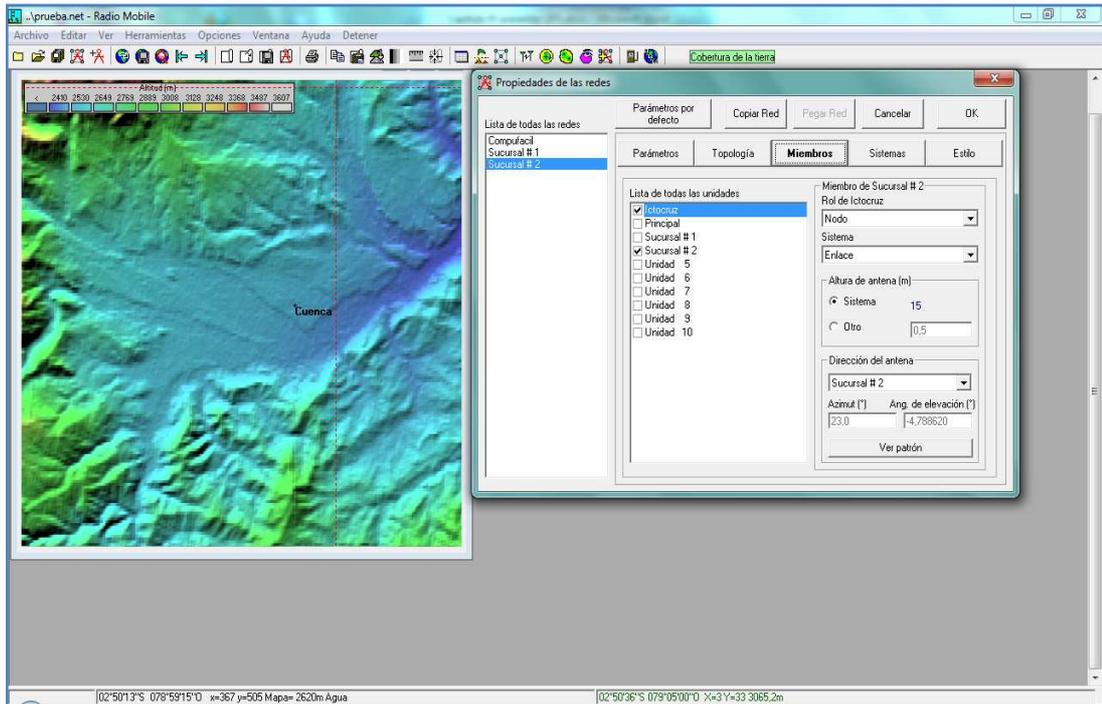


Figura 4.28: Configuración de miembros “Sucursal # 2”

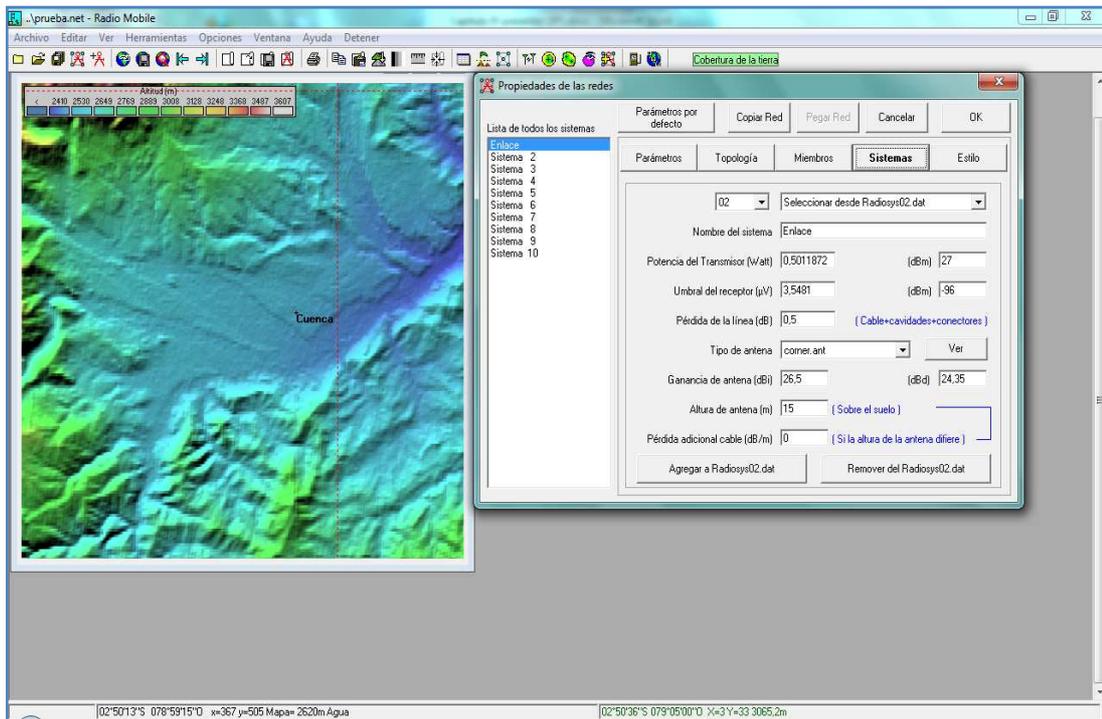


Figura 4.29: Configuración de sistemas “Sucursal # 2”

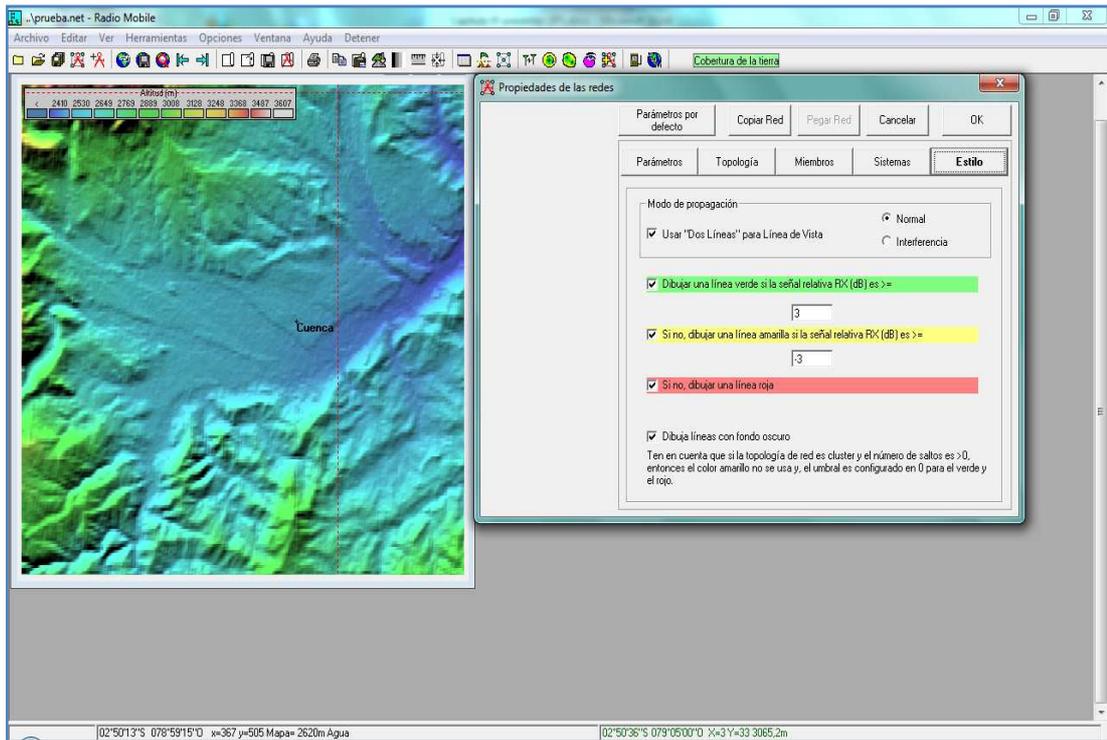


Figura 4.30: Configuración de estilos “Sucursal # 2”

Una vez configurados todos los enlaces obtenemos la figura 4.31:

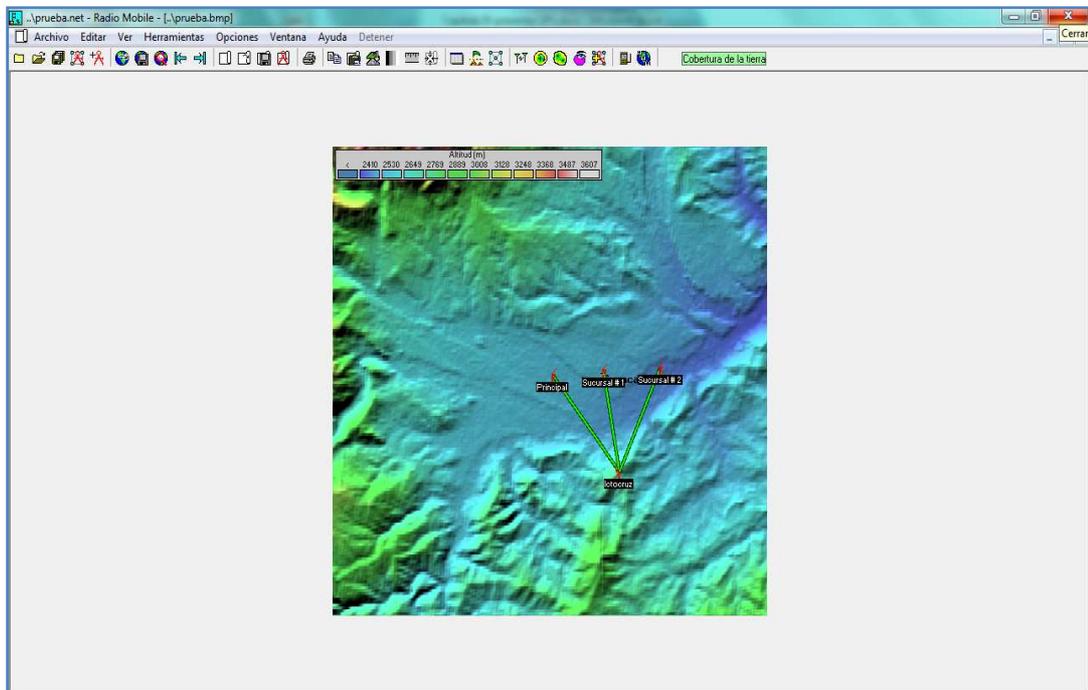
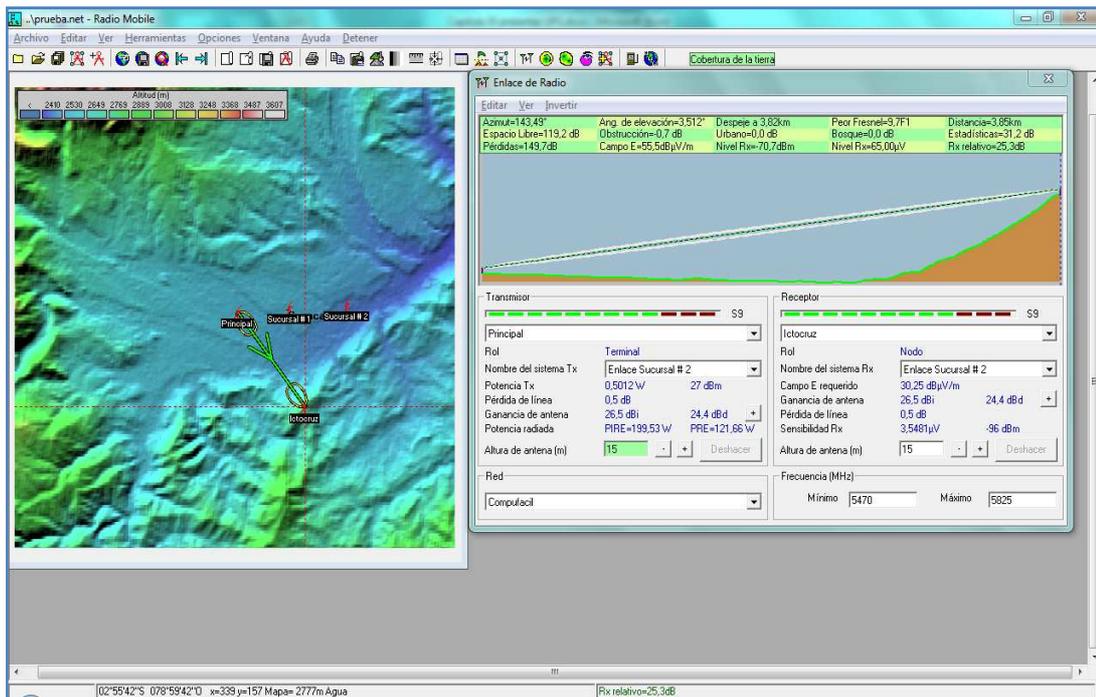


Figura 4.31: Diagrama de conexión inalámbrica Compufácil Cía. Ltda.

### Resultados de radioenlaces

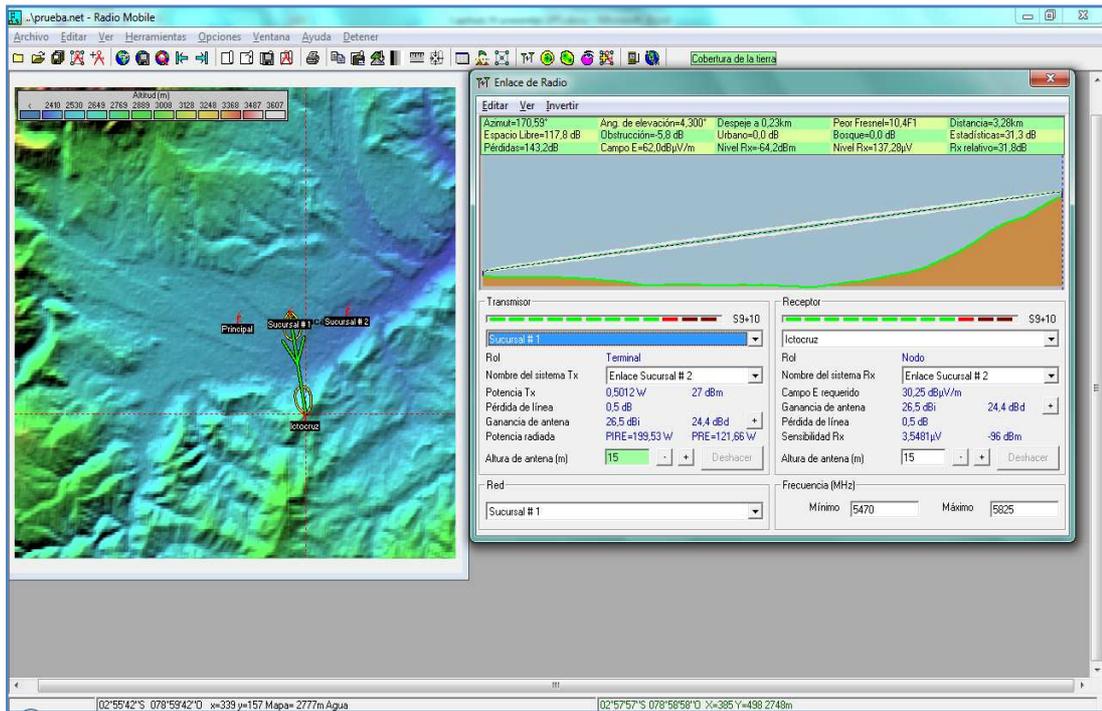
A continuación se muestran los resultados de la simulación con Radio Mobile (figura 4.32, 4.33, 4.34), los mismos que nos indican que los enlaces y los dispositivos a utilizarse son factibles para la implementación de un sistema de conexión inalámbrico:



**CompuFacil - Icto Cruz [Compufacil]**

La distancia entre CompuFacil y Icto Cruz es 3,8 km (2,4 miles)  
 Azimut norte verdadero = 143,66°, Azimut Norte Magnético = 145,10°,  
 Angulo de elevación = 3,1839°  
 Compufacil  
 Variación de altitud de 256,2 m  
 El modo de propagación es línea de vista, mínimo despeje 8,0F1 a 3,7km  
 La frecuencia promedio es 5647,500 MHz  
 Espacio Libre = 119,1 dB, Obstrucción = -0,4 dB, Urbano = 12,7 dB,  
 Bosque = 0,0 dB, Estadísticas = 31,3 dB  
 La pérdida de propagación total es 162,7 dB  
 Ganancia del sistema de CompuFacil a Icto Cruz es de 175,0 dB (corner.ant a 143,7° ganancia = 26,5 dB )  
 Ganancia del sistema de Icto Cruz a CompuFacil es de 175,0 dB (corner.ant a 323,7° ganancia = 26,5 dB )  
 Peor recepción es 12,3 dB sobre el señal requerida a encontrar  
 99,000% de tiempo, 99,000% de situaciones

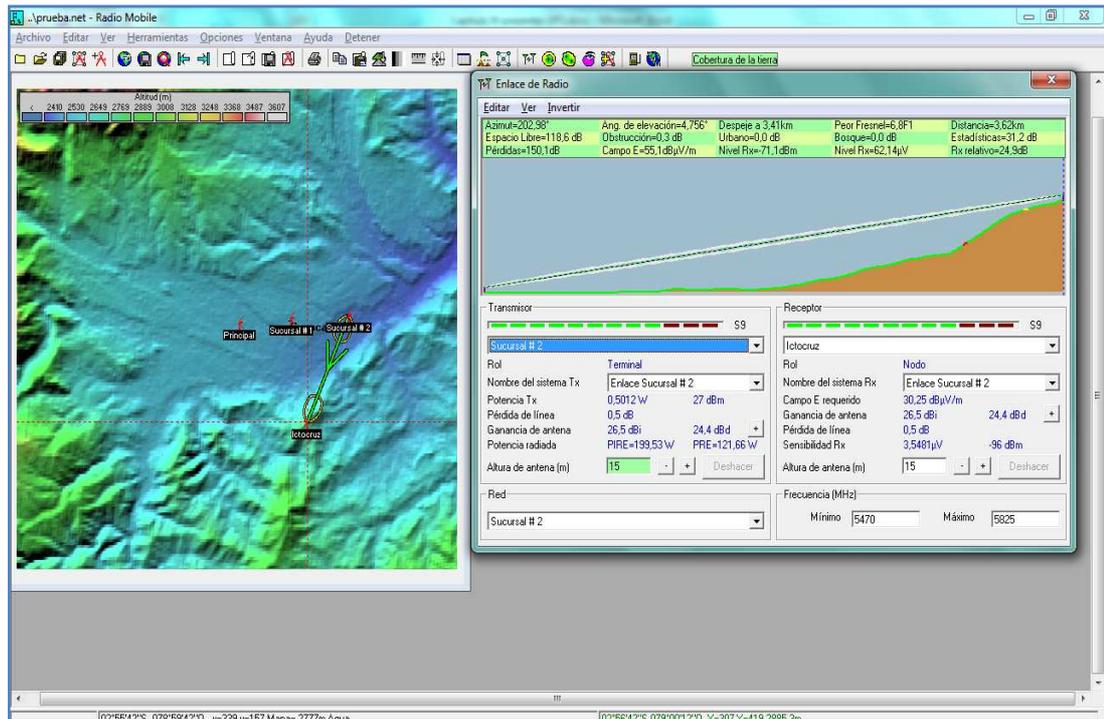
Figura 4.32: Simulación del radioenlace entre “Principal / Icto Cruz”



**Agencia Centro - Icto Cruz [Agencia Centro]**

La distancia entre Agencia Centro y Icto Cruz es 3,2 km (2,0 miles)  
 Azimut norte verdadero = 172,78°, Azimut Norte Magnético = 174,23°  
 Angulo de elevación = 4,0875°  
 Agencia Centro  
 Variación de altitud de 270,8 m  
 El modo de propagación es línea de vista, mínimo despeje 6,0F1 a 3,1km  
 La frecuencia promedio es 5647,500 MHz  
 Espacio Libre = 117,6 dB, Obstrucción = -0,5 dB, Urbano = 0,0 dB,  
 Bosque = 0,0 dB, Estadísticas = 31,3 dB  
 La pérdida de propagación total es 148,3 dB  
 Ganancia del sistema de Agencia Centro a Icto Cruz es de 174,6 dB (comer.ant a 172,8° ganancia = 26,5 dB)  
 Ganancia del sistema de Icto Cruz a Agencia Centro es de 174,6 dB (comer.ant a 352,8° ganancia = 26,1 dB)  
 Peor recepción es 26,2 dB sobre el señal requerida a encontrar  
 99,000% de tiempo, 99,000% de situaciones

Figura 4.33: Simulación del radioenlace entre “Sucursal # 1 / Icto Cruz”



**Totoracocho - Icto Cruz [Agencia Totoracocho]**

La distancia entre Totoracocho y Icto Cruz es 3,6 km (2,3 miles)  
 Azimut norte verdadero = 203,39°, Azimut Norte Magnético = 204,85°,  
 Angulo de elevación = 4,7848°  
 Agencia Totoracocho  
 Variación de altitud de 295,1 m  
 El modo de propagación es línea de vista, mínimo despeje 3,4F1 a 3,4km  
 La frecuencia promedio es 5647,500 MHz  
 Espacio Libre = 118,6 dB, Obstrucción = -0,1 dB, Urbano = 12,7 dB,  
 Bosque = 0,0 dB, Estadísticas = 31,2 dB  
 La pérdida de propagación total es 162,4 dB  
 Ganancia del sistema de Totoracocho a Icto Cruz es de 175,0 dB (corner.ant a 203,4° ganancia = 26,5 dB)  
 Ganancia del sistema de Icto Cruz a Totoracocho es de 175,0 dB (corner.ant a 23,4° ganancia = 26,5 dB)  
 Peor recepción es 12,6 dB sobre el señal requerida a encontrar  
 99,000% de tiempo, 99,000% de situaciones

Figura 4.34: Simulación del radioenlace entre “Sucursal # 2 / Icto Cruz”

#### 4.2.1.2 Simulación calculadora Ubiquiti

Este simulador nos ayuda a tener datos y equipos para poder analizar la factibilidad de realizar la conexión inalámbrica, la herramienta la encontramos en la página <http://www.ubnt.com/airlink/> y a continuación presentamos su funcionamiento.

#### Simulación radioenlace “Principal / Icto Cruz”

**Station 1:** Se procede a configurar los parámetros de la estación # 1 de la pestaña Equipment Characterization (figura 4.35):

- **Station Name:** Principal
- **Frequency Band:** 5.8 GHz
- **Radio Device:** PowerBridge M5
- **Tower Height :** 15 m
- **Antenna Max Gain:** 26.5
- **Misc. Loss:** 0.0
- **RX Roise Level:** None

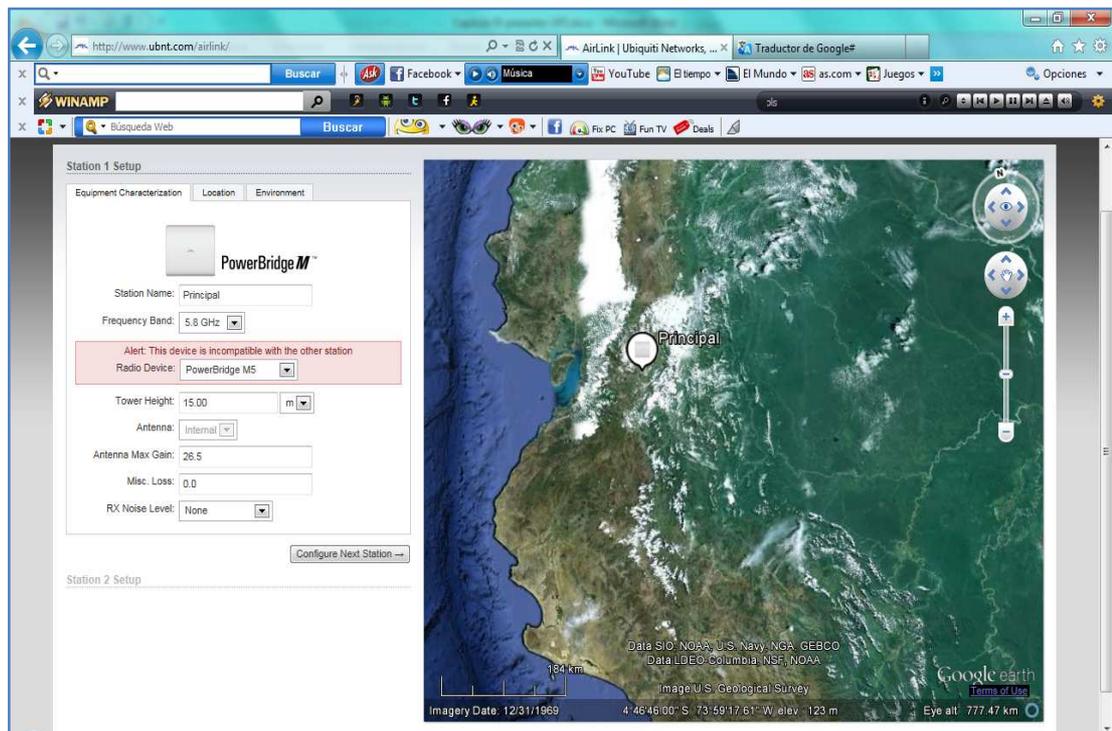


Figura 4.35: Configuración Equipment Characterization Station 1

De igual manera se procede a configurar los parámetros de la pestaña Location los mismos que corresponden a la ubicación de la estación “Principal” como se indica a continuación (figura 4.36):

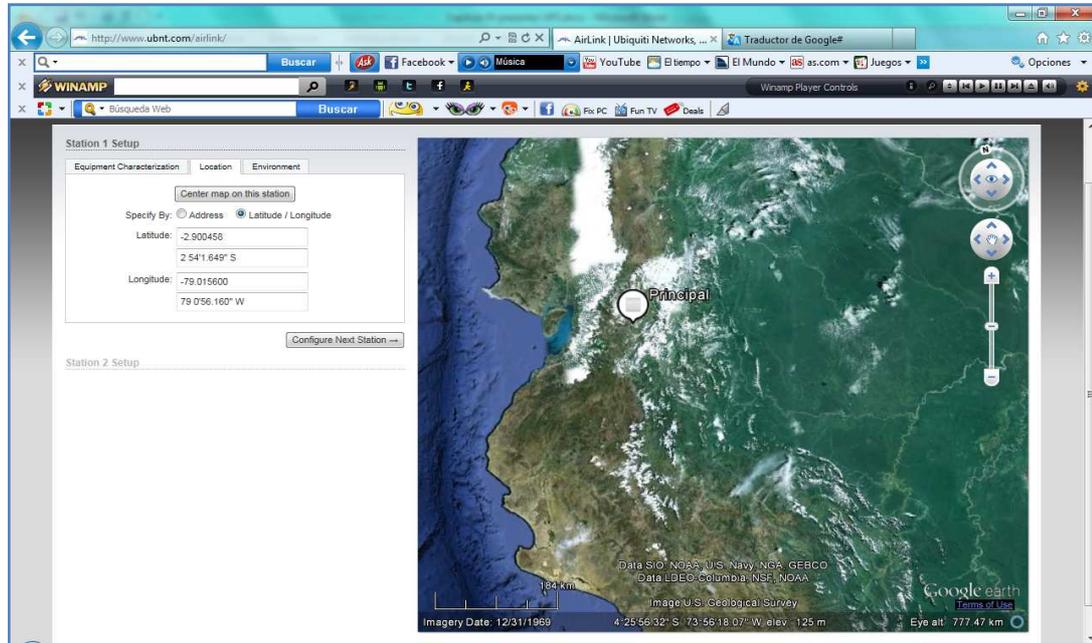


Figura 4.36: Configuración de Location Station 1

Por último se procede a configurar la pestaña de Environment indicando el clima tropical (figura 4.37):

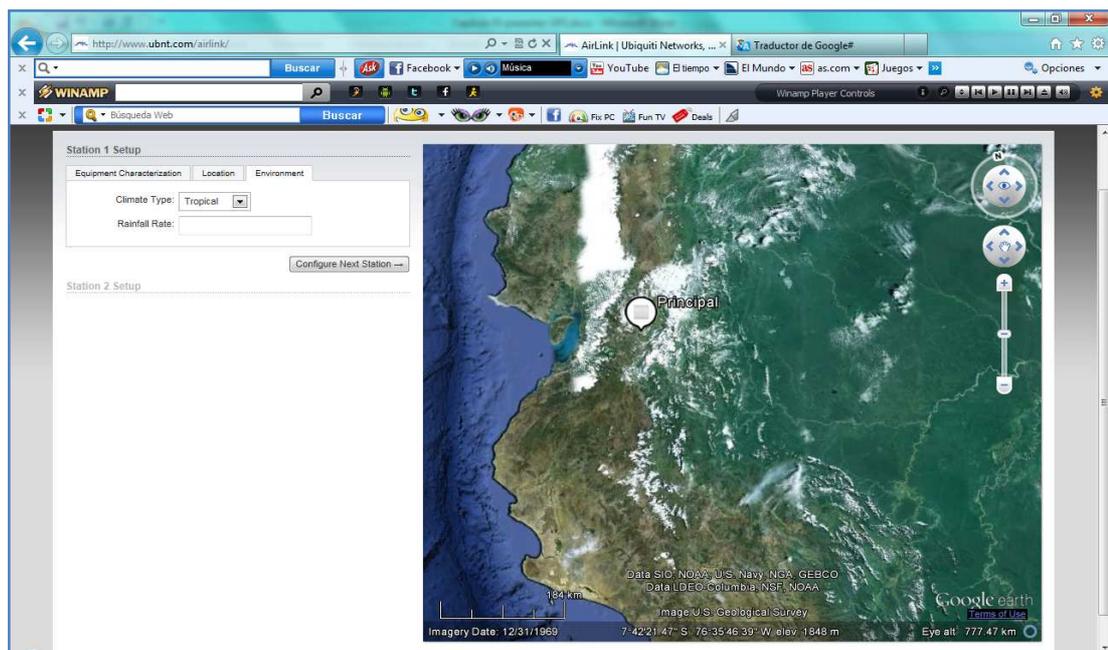


Figura 4.37: Configuración de Environment Station 1

**Station 2:** Configuramos con los datos de Icto Cruz (figura 4.38, 4.39, 4.40, 4.41).

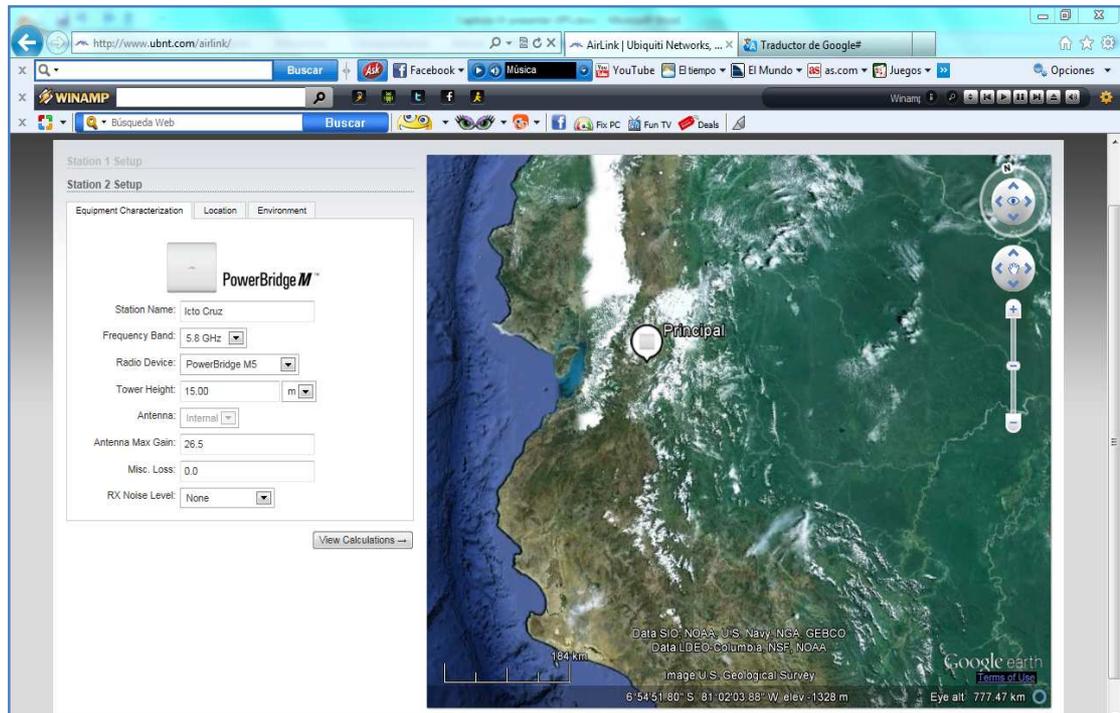


Figura 4.38: Configuración Equipment Characterization Station 2

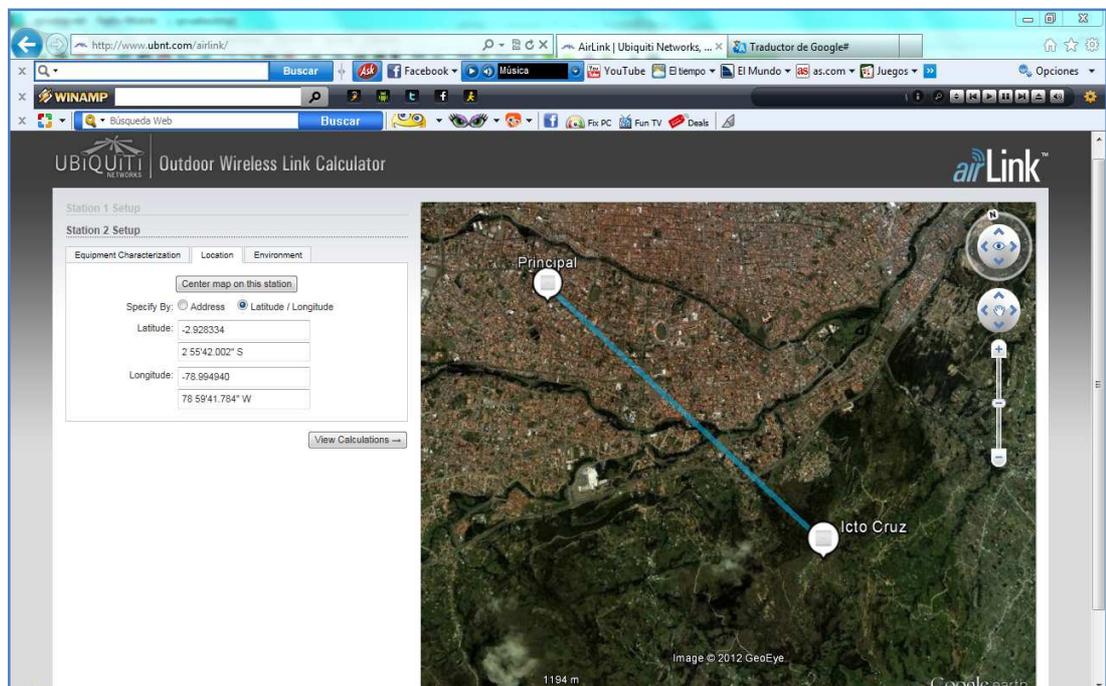


Figura 4.39: Configuración de Location Station 2

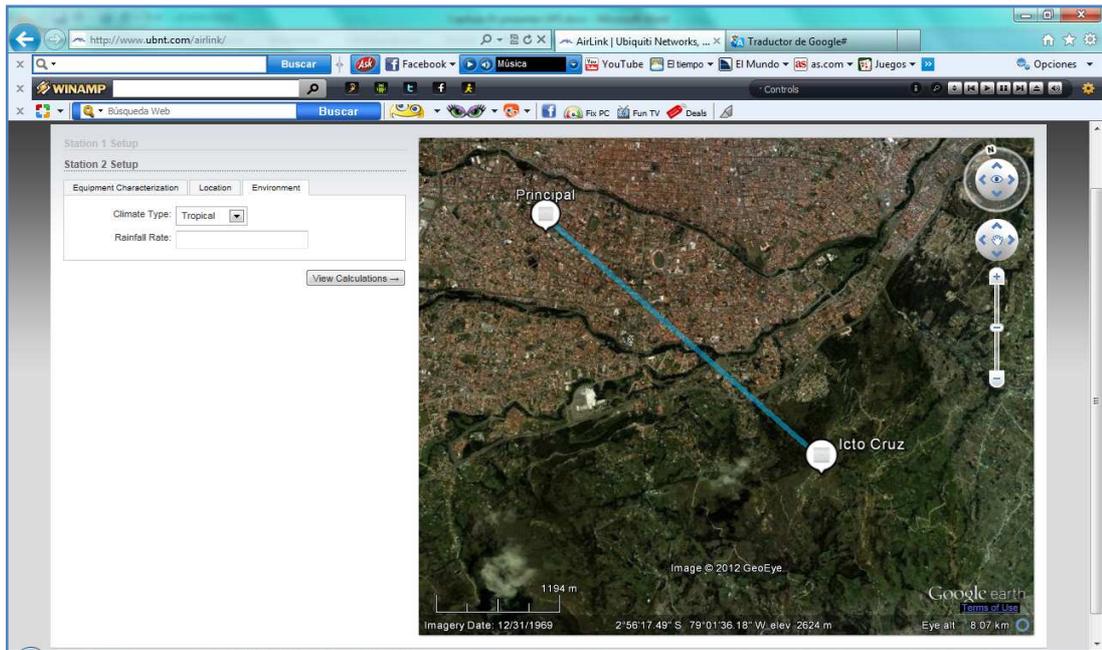


Figura 4.40: Configuración de Environment Station 2

A continuación podemos observar la conexión factible entre el punto del edificio principal de Compufácil e Icto Cruz:

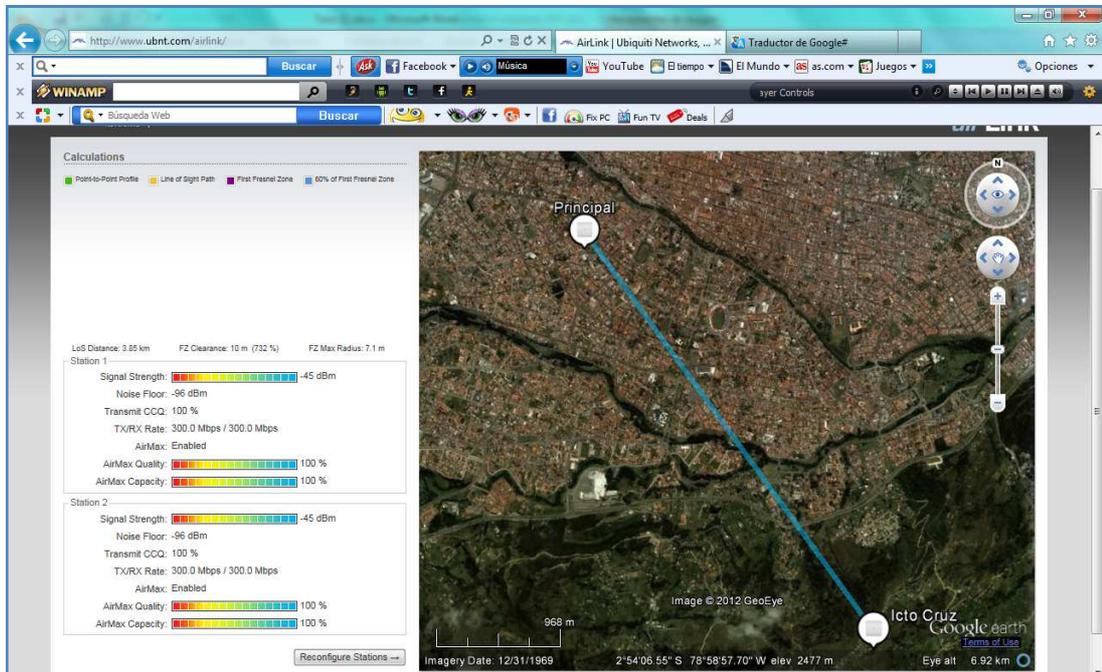


Figura 4.41: Cálculos de factibilidad del enlace “Principal / Icto Cruz”

## Simulación radioenlace “Sucursal # 1 / Icto Cruz”

**Station 1:** Se procede a configurar los parámetros de la estación # 1 de la pestaña Equipment Characterization (figura 4.42, 4.43, 4.44, 4.45, 4.46, 4.47, 4.48):

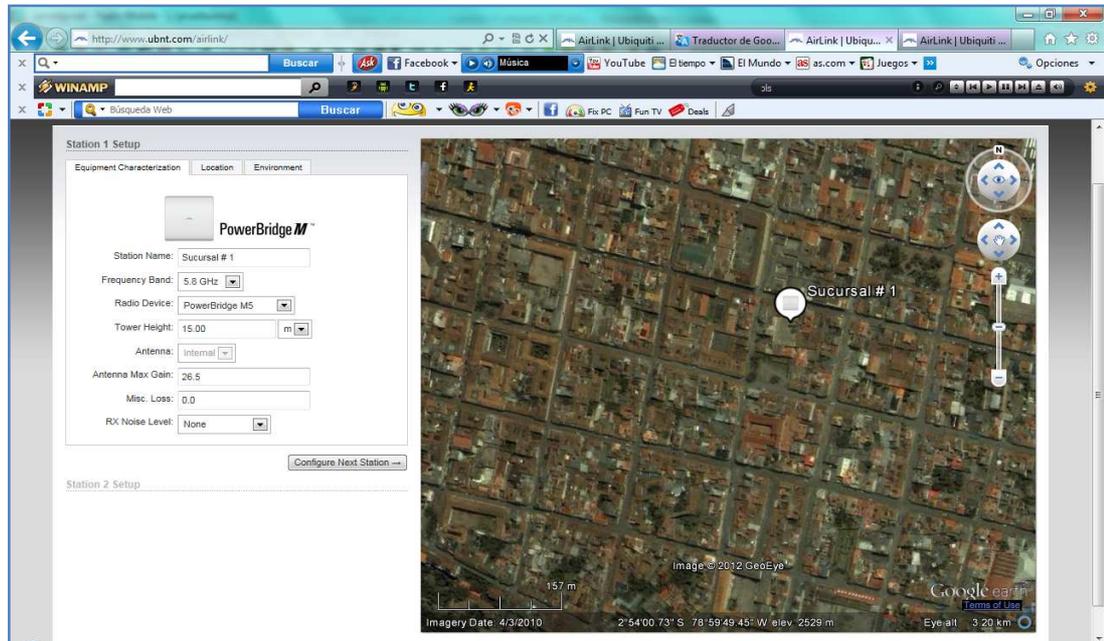


Figura 4.42: Configuración Equipment Characterization Station 1

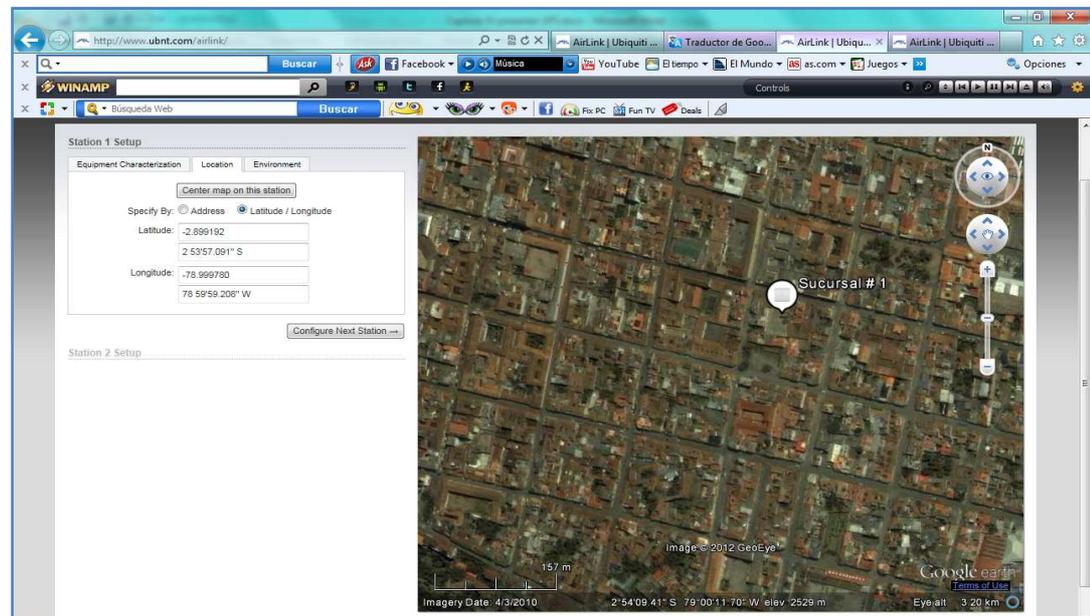


Figura 4.43: Configuración de Location Station 1

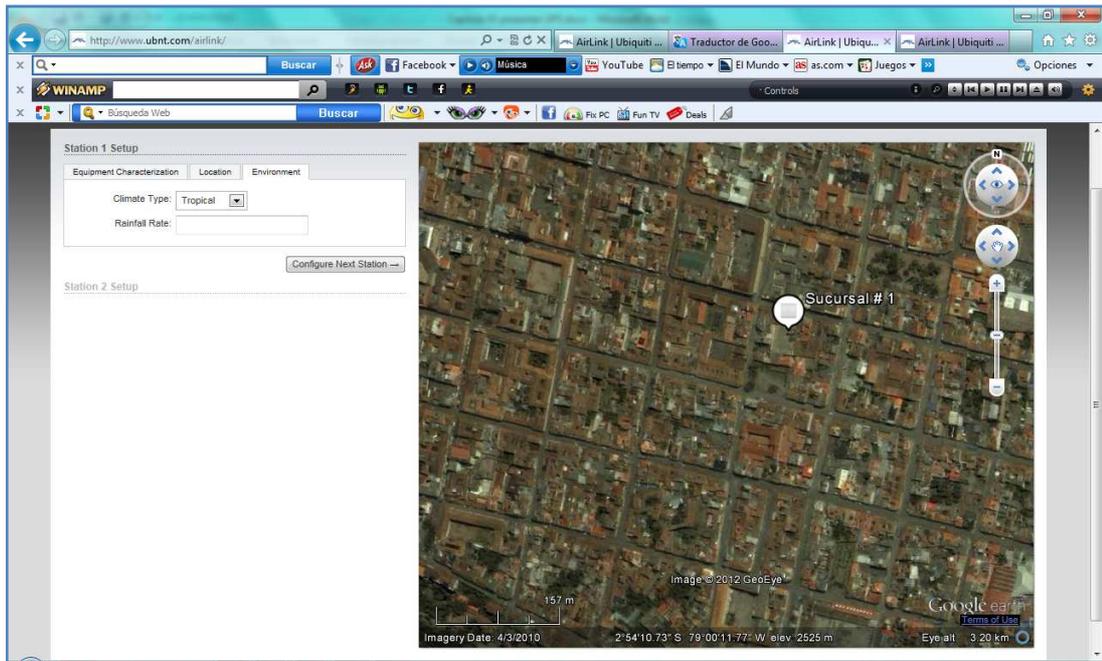


Figura 4.44: Configuración de Environment Station 1

**Station 2:** Configuramos con los datos de Icto Cruz.

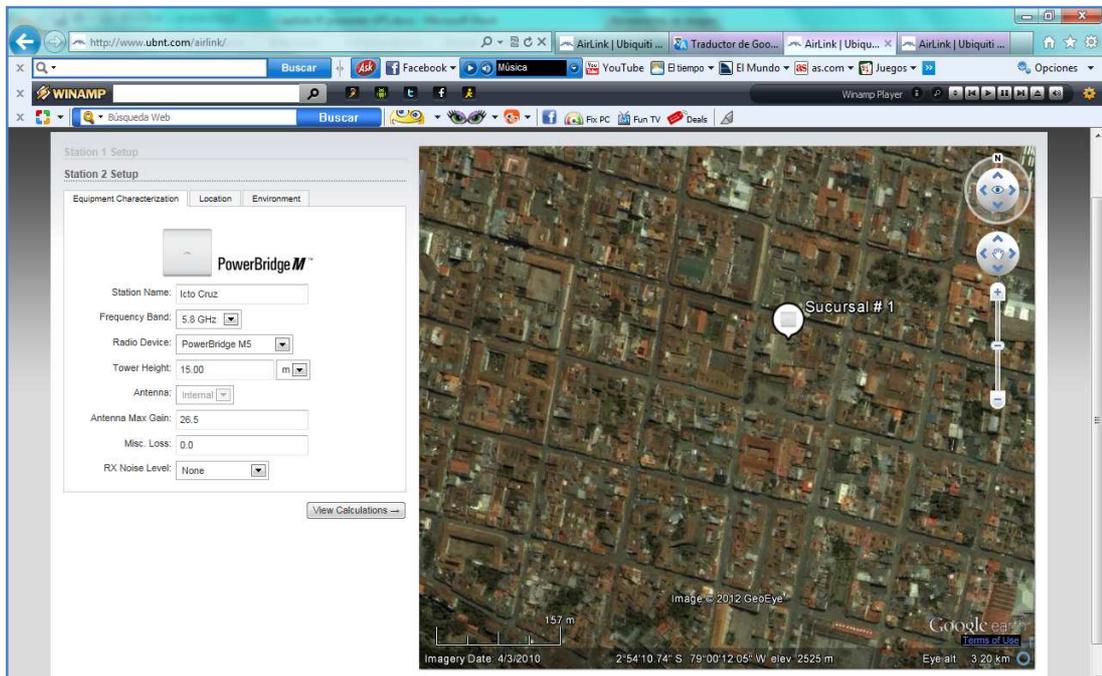


Figura 4.45: Configuración Equipment Characterization Station 2

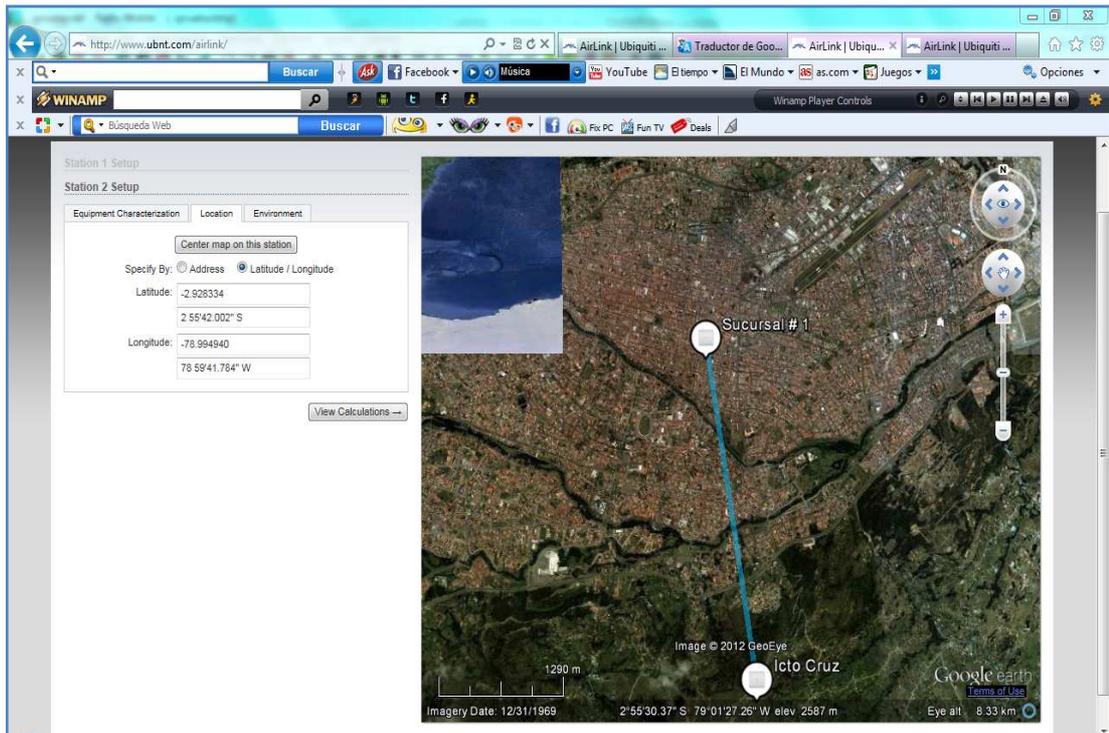


Figura 4.46: Configuración de Location Station 2

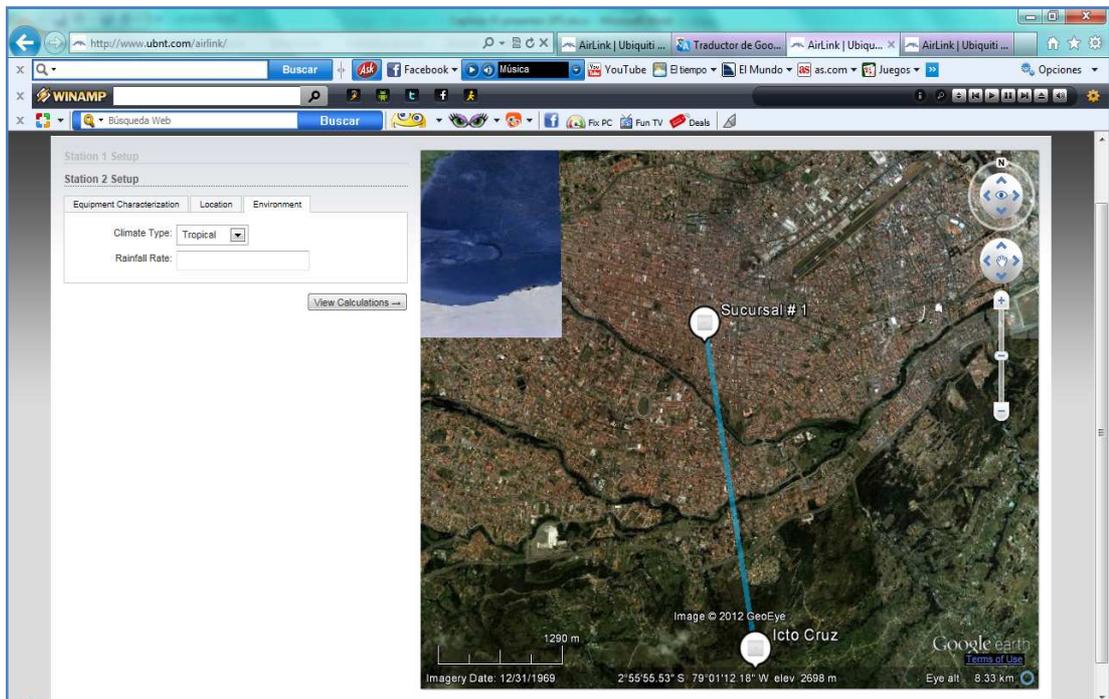


Figura 4.47: Configuración de Environment Station 2

A continuación podemos observar la conexión factible entre el punto la Sucursal # 1 a Icto Cruz:

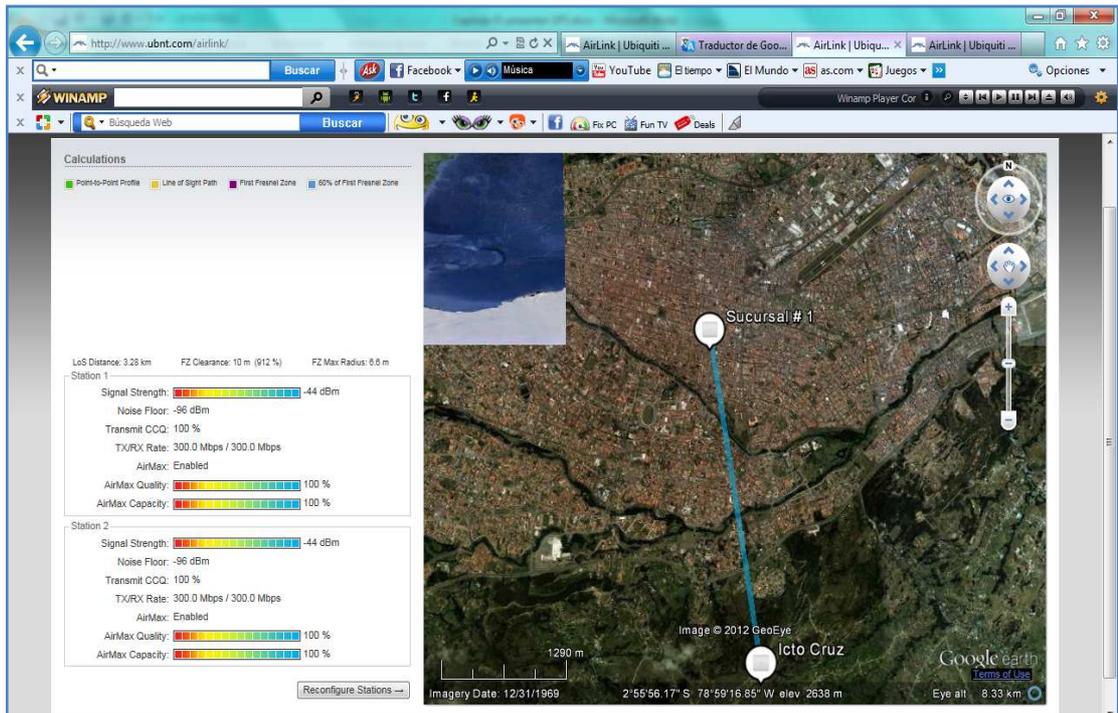


Figura 4.48: Cálculos de factibilidad del enlace “Principal / Icto Cruz”

### Simulación radioenlace “Sucursal # 2 / Icto Cruz”

**Station 1:** Se procede a configurar los parámetros de la estación # 2 de la pestaña Equipment Characterization (figura 4.49, 4.50, 4.51, 4.52, 4.53, 4.54, 4.55):

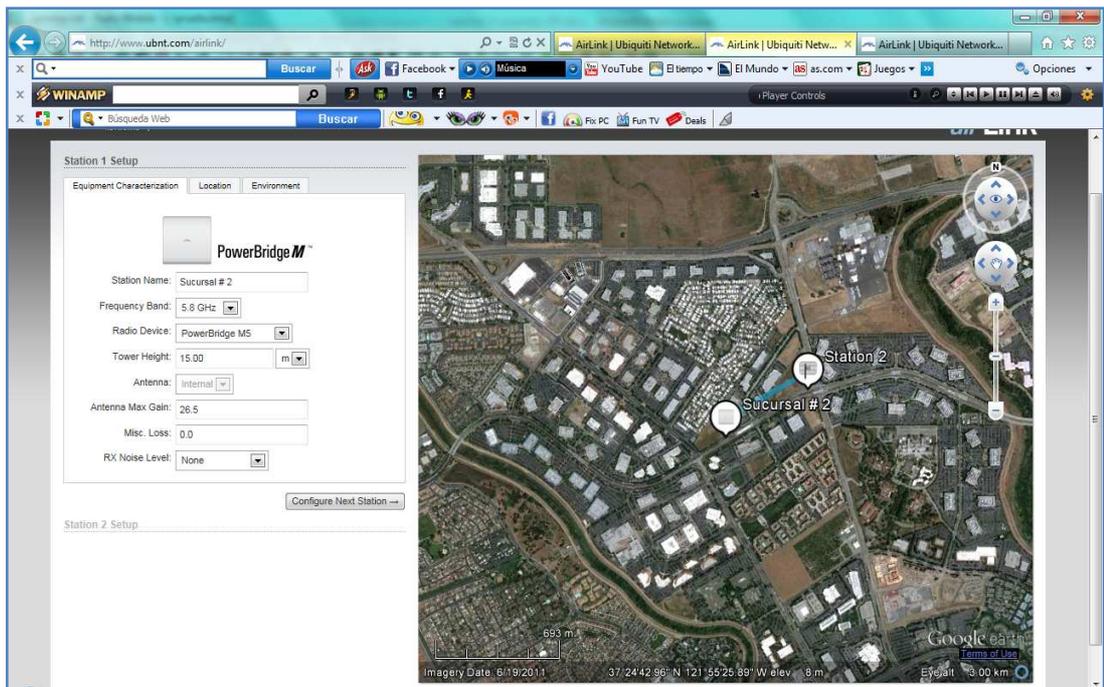


Figura 4.49: Configuración Equipment Characterization Station 1

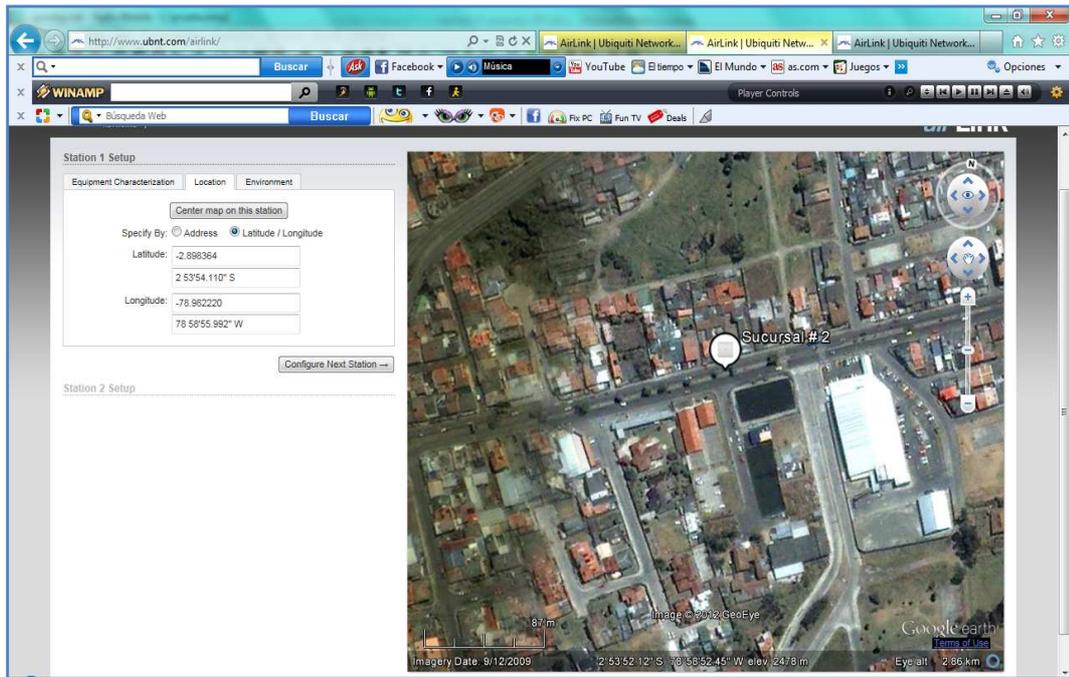


Figura 4.50: Configuración de Location Station 1

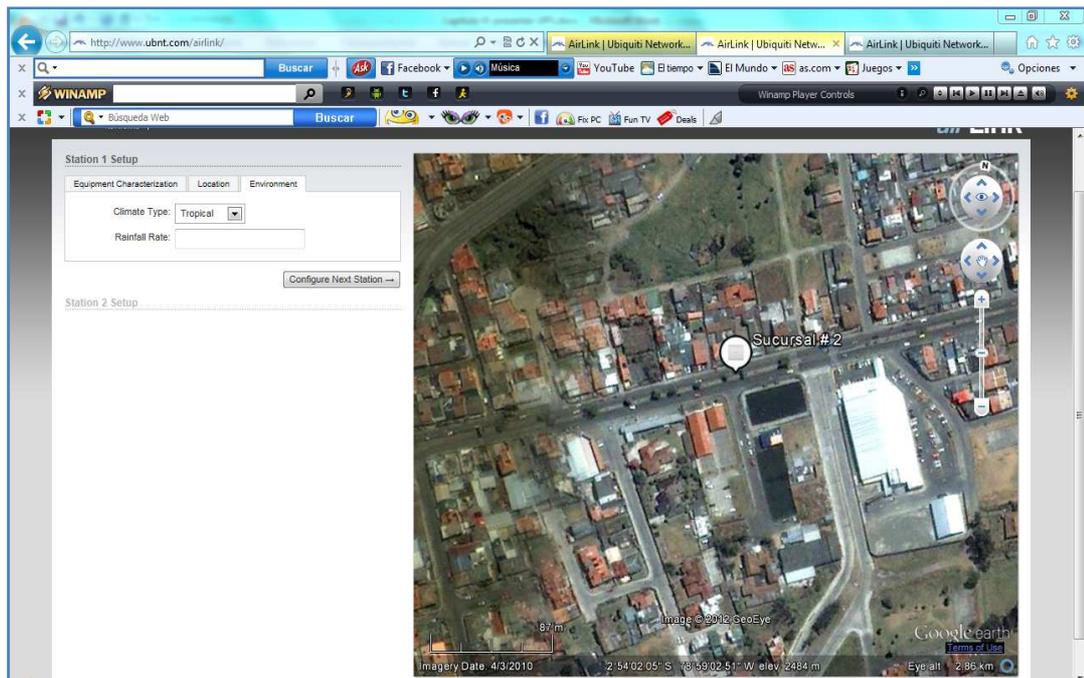


Figura 4.51: Configuración de Environment Station 1

Station 2: Configuramos con los datos de Icto Cruz.

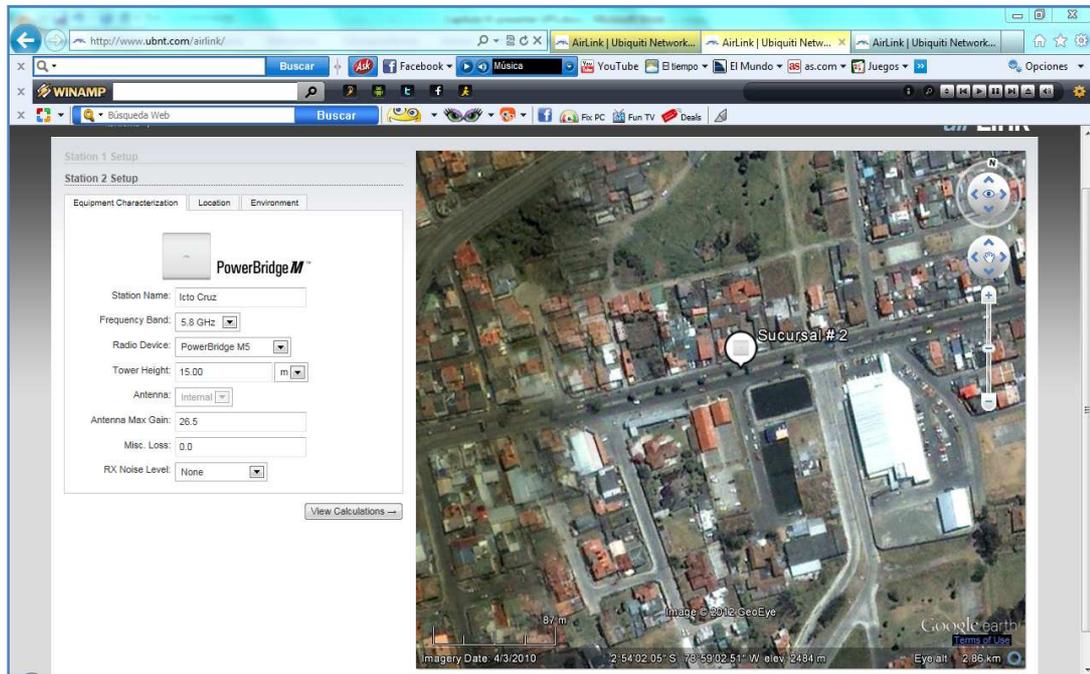


Figura 4.52: Configuración Equipment Characterization Station 2

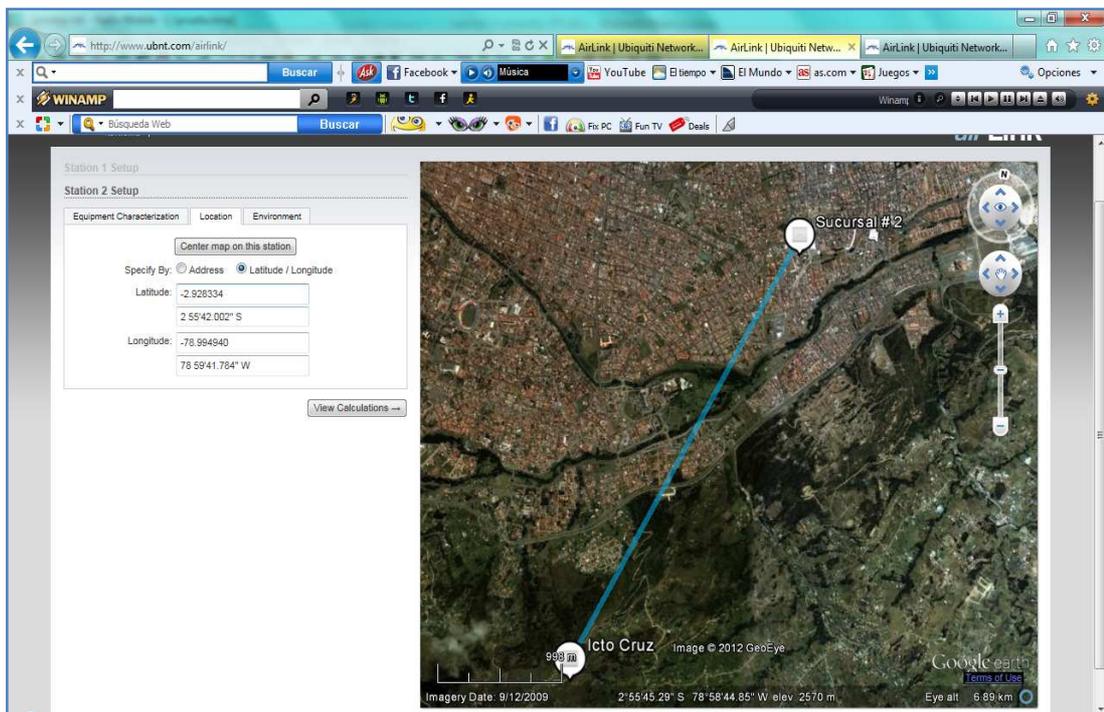


Figura 4.53: Configuración de Location Station 2

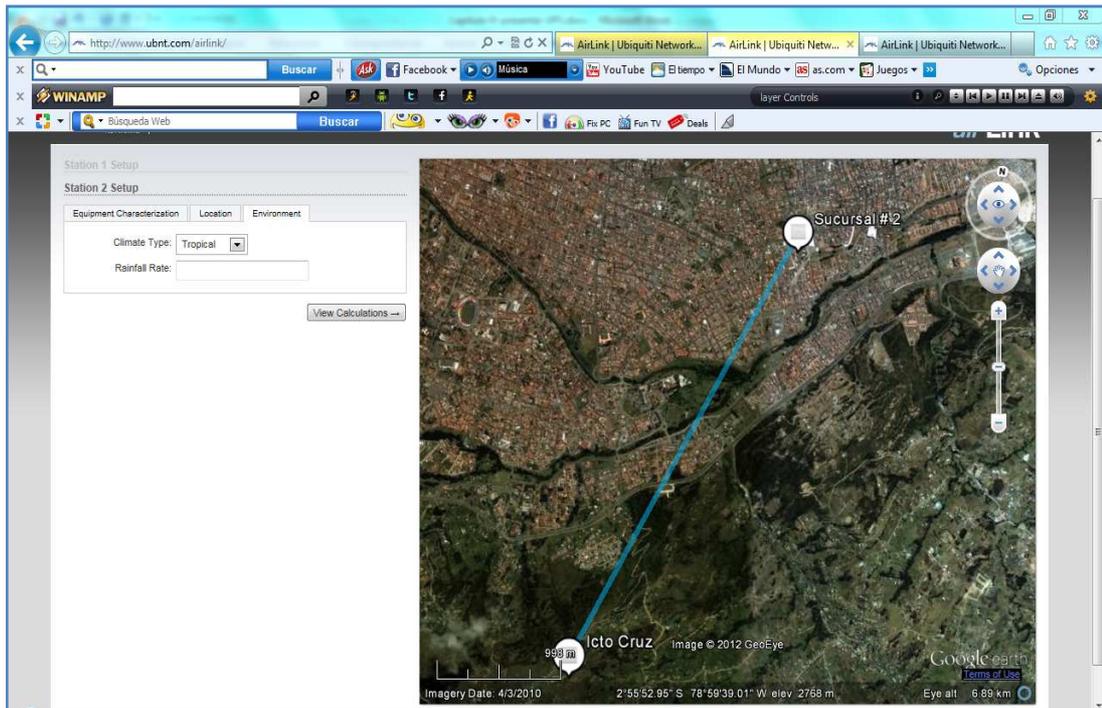


Figura 4.54: Configuración de Environment Station 2

A continuación podemos observar la conexión factible entre el punto la Sucursal # 1 a Icto Cruz:

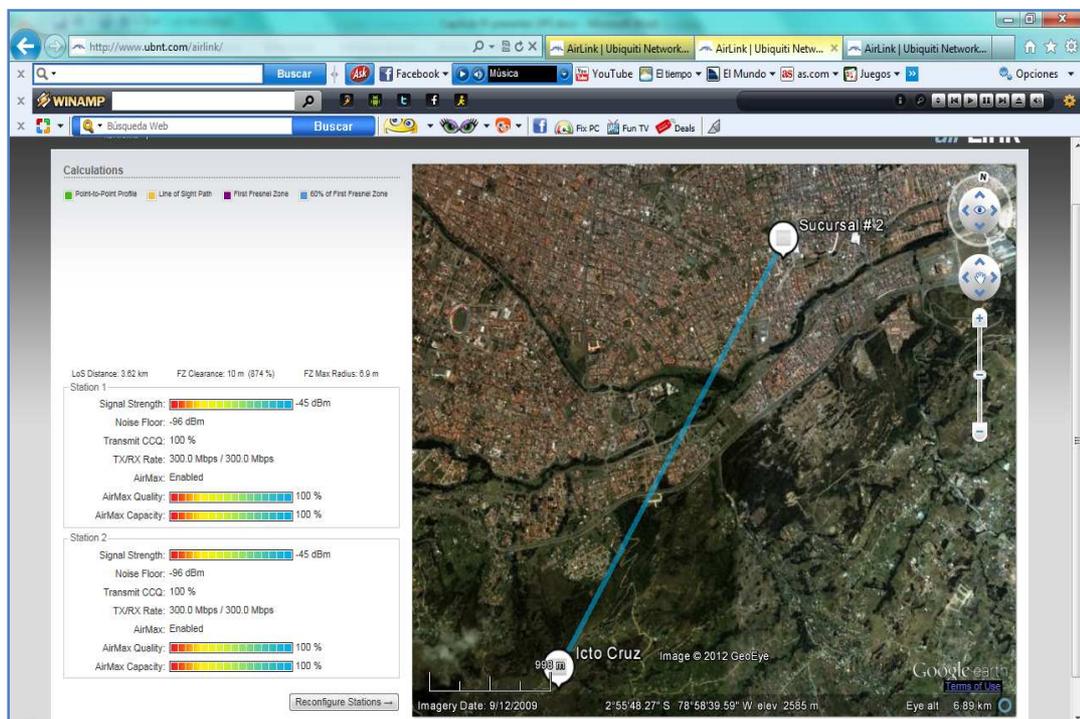


Figura 4.55: Cálculos de factibilidad del enlace “Principal / Icto Cruz”

### 4.2.2 Distancias y ubicaciones de las antenas

El siguiente Figura muestra la distribución de las antenas en la red inalámbrica de la empresa Compufácil Cía. Ltda., donde se observa los tipos de antena según la ubicación de en la red los datos utilizados para la elaboración del figura4.56 fueron obtenidos en el programa Radio Mobile.

Cabe indicar que entre los puntos analizados no existen obstáculos que pudieren afectar la calidad de la señal a transmitir por nuestros dispositivos.

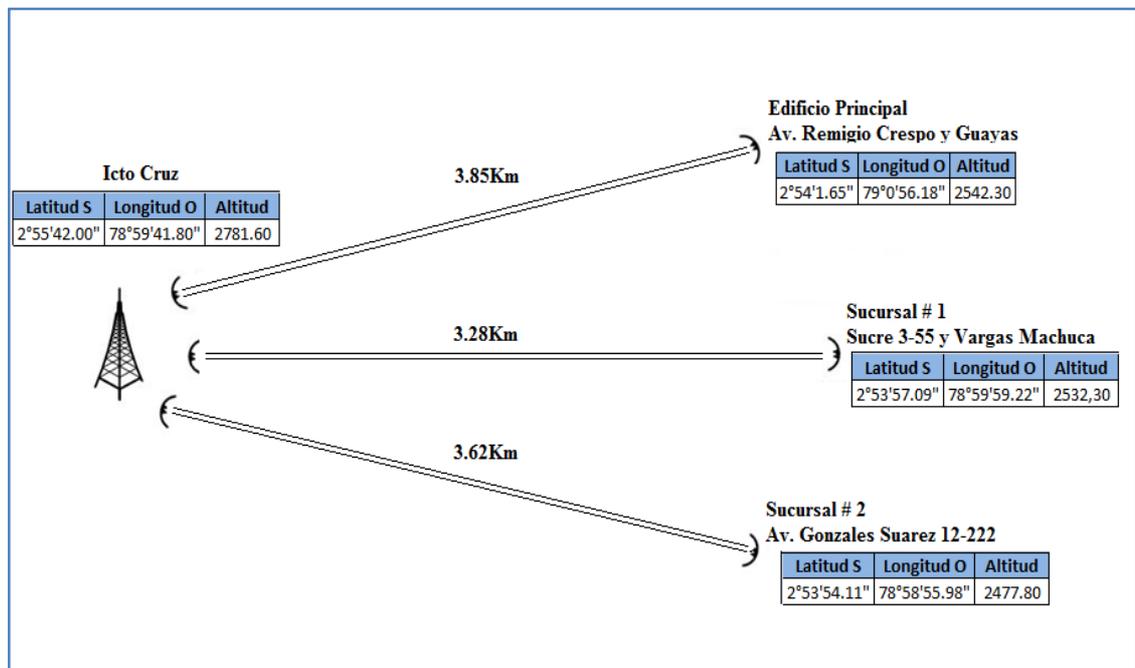


Figura 4.56:Plano de distancias y ubicaciones

En las figuras 4.57, 4.58, 4.59, 4.60, 4.61 que se presenta a continuación se indica las ubicaciones de cada una de las agencias en el mapa de la ciudad de Cuenca el programa que se utiliza es Google Earth:

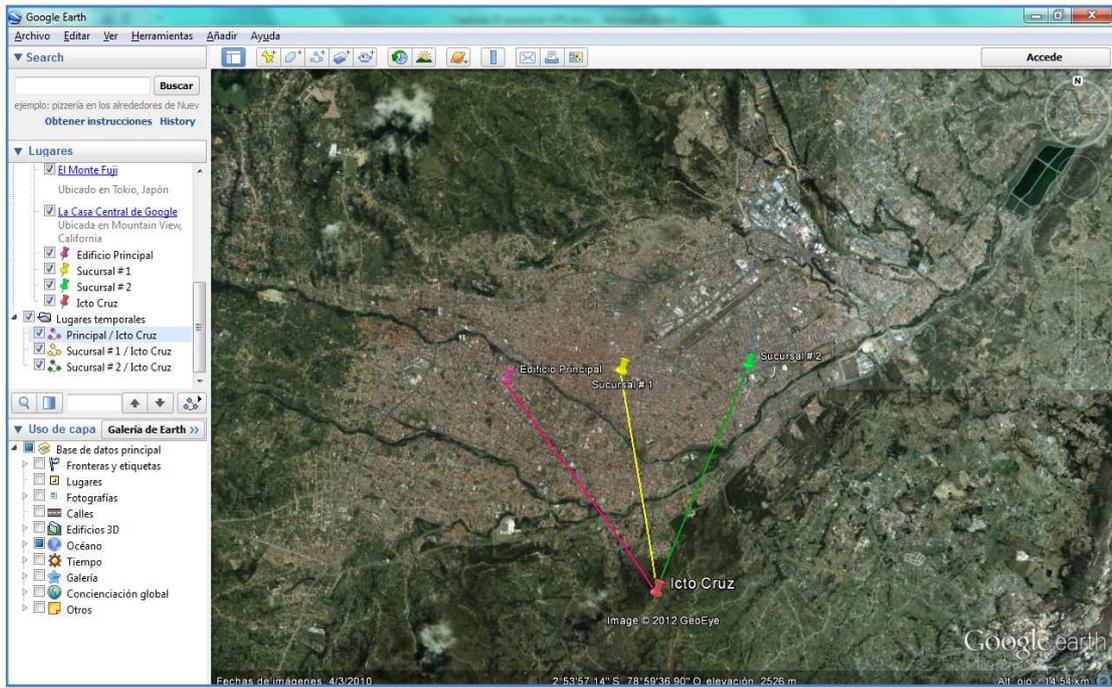


Figura 4.57:Plano de distancias y ubicaciones

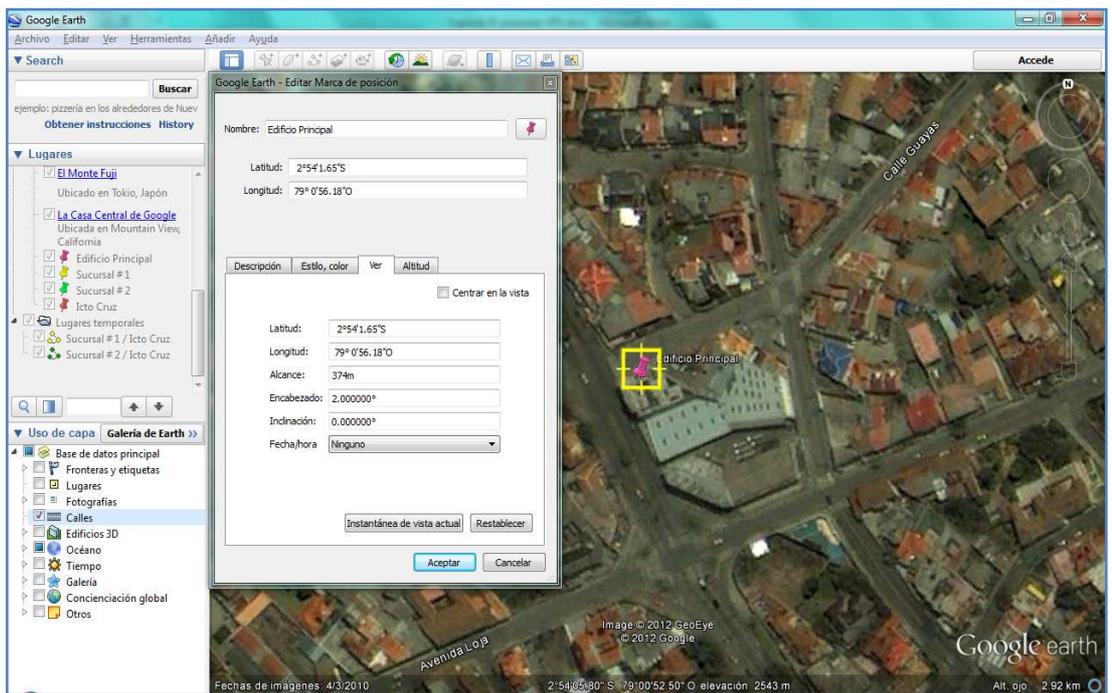


Figura 4.58:Plano de distancias y ubicaciones edificio Principal

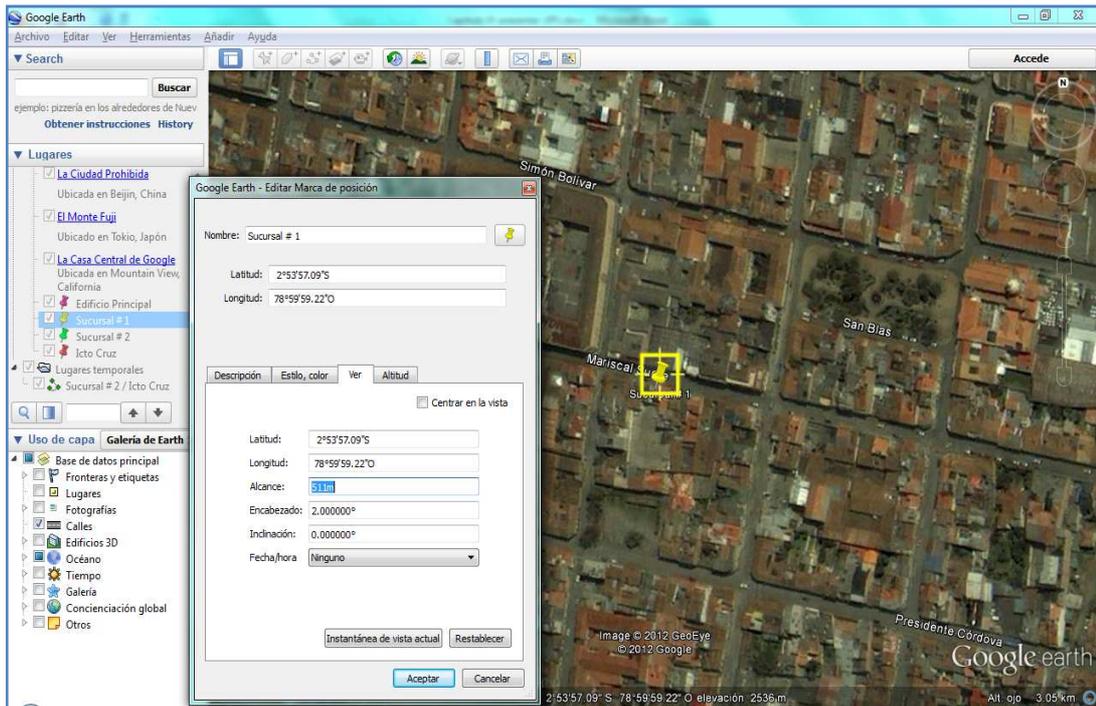


Figura 4.59:Plano de distancias y ubicaciones Sucursal # 1

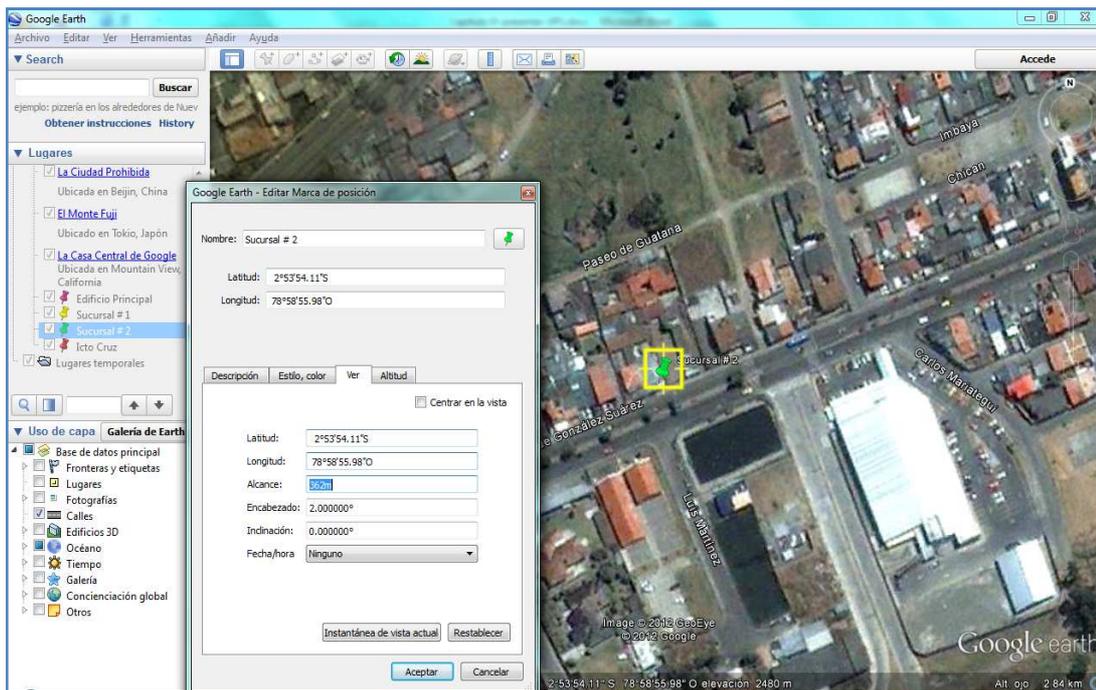


Figura 4.60:Plano de distancias y ubicaciones Sucursal # 2

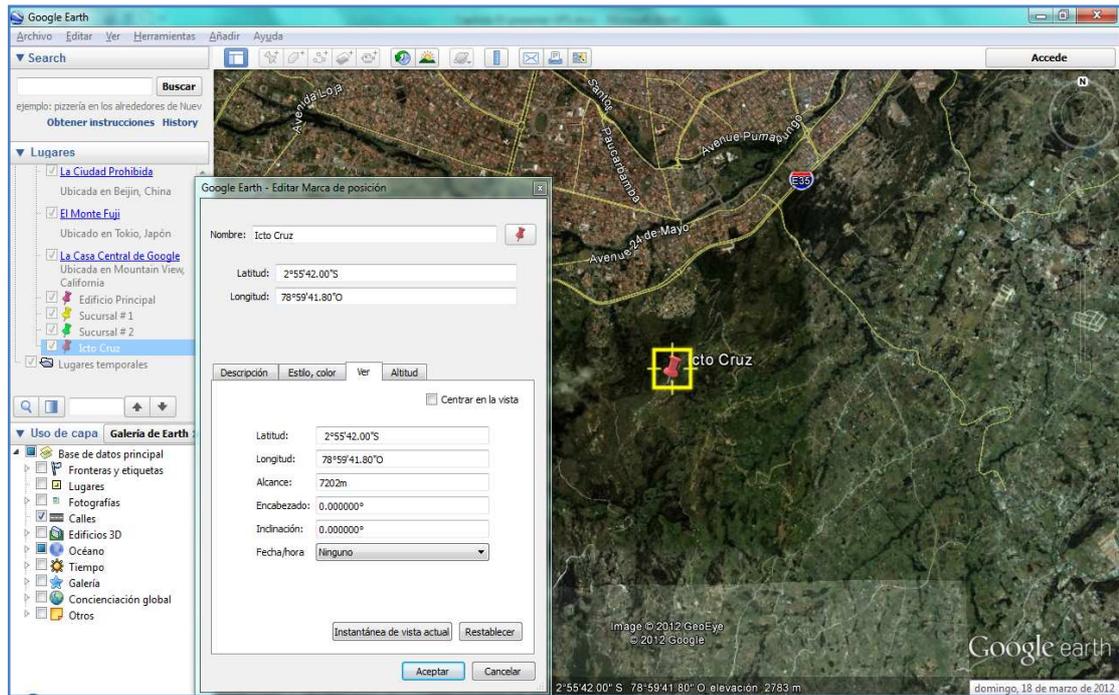


Figura 4.61: Plano de distancias y ubicaciones Icto Cruz

### 4.2.3 Implementación de enlaces WLAN

Para el proceso de implementación del enlace inalámbrico para la empresa Compufácil Cía. Ltda., se lo realiza con la colaboración de un técnico de la empresa para el montaje de las antenas.

Las antenas que se han adquirido para implementar dicha conexión son trasladadas a cada una de las agencias de la empresa y al sector de Icto Cruz para el montaje en la torre (figura 4.62).



Figura 4.62: Antenas



#### 4.2.3.1 Configuración de antena principal y estación del enlace “Principal / Icto Cruz”

Para empezar la configuración de las antenas se procede a conectar la antena con nuestro PC mediante un cable cruzado, se procede a ingresar en la dirección IP de gestión, nos pide usuario y clave para poder ingresar al programa.

#### Configuración de antena “Principal”

**Configuración de la red.**-El primer paso es asignar el direccionamiento a nuestra unidad base, para ello nos dirigimos a la pestaña *Network* y configuramos los siguientes parámetros (figura 4.63):

Parámetros	Principal
Network mode:	Brigde
IP address:	192.168.100.217
Netmask:	255.255.255.0
Gateway IP:	182.168.100.1
Primary DNS IP:	192.168.30.16

Tabla 4.3: Parámetros network antena principal

- **Network Mode:** Se configura en modo “Bridge” mismo que nos permite emitir todos los paquetes tanto de administración y de datos de nuestra red desde una interfaz a otra sin enrutamiento alguno de forma transparente para el usuario (Tabla 4.3).
- **Spanning Tree Protocol:** Activar si vamos a tener un anillo (evitamos bucles)

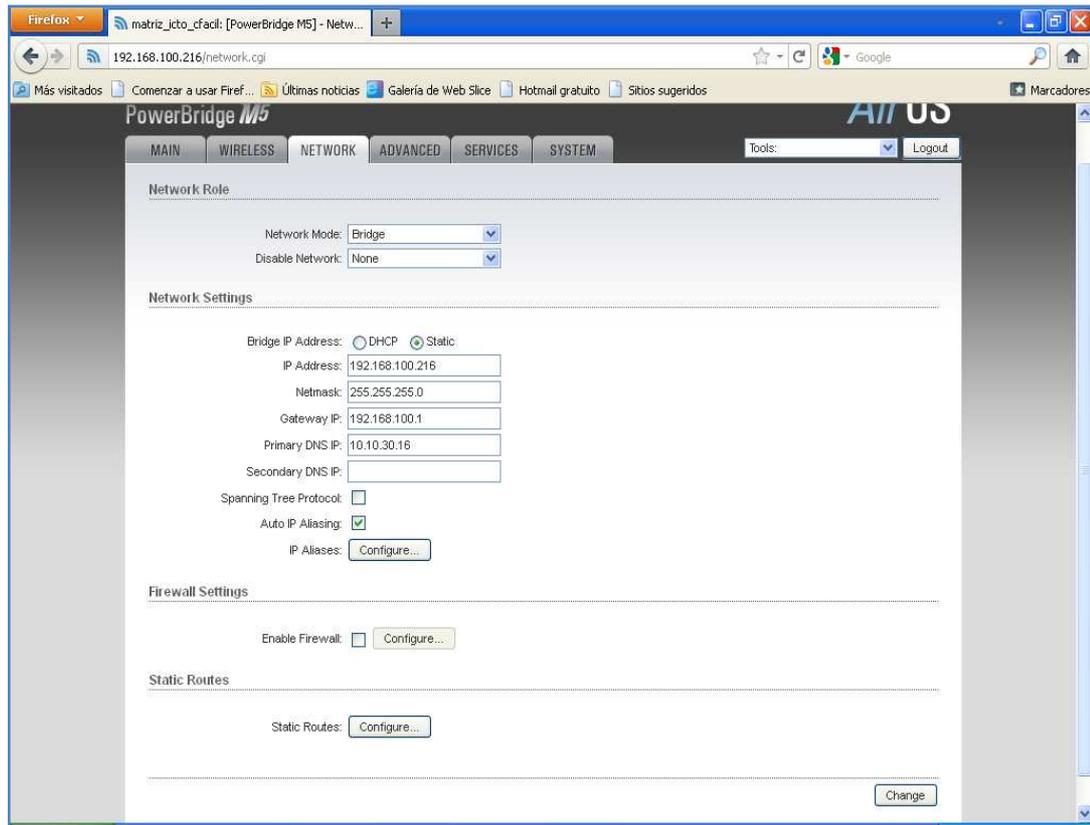


Figura 4.63: Configuración de red para antena

**Configuración de wireless.-** Esta se considera la parte más importante de la configuración, nos situamos en la pestaña **wireless** y configuramos los siguientes parámetros en el apartado configuración básica (figura 4.64 / tabla 4.4):

Parámetros	Principal
Wireless Mode	Access Point WDS
SSID	prin_cfácil
Country Code	Default
IEEE 802.11 Mode	Default
Channel Width	40 MHz
Channel Shifting	Disable
Frequency, MHz	5180 MHz
Output Power	27 dBm
Max TX Rate, Mbps	Mcs 12-80 / automatic

Tabla 4.4: Parámetros wireless antena principal

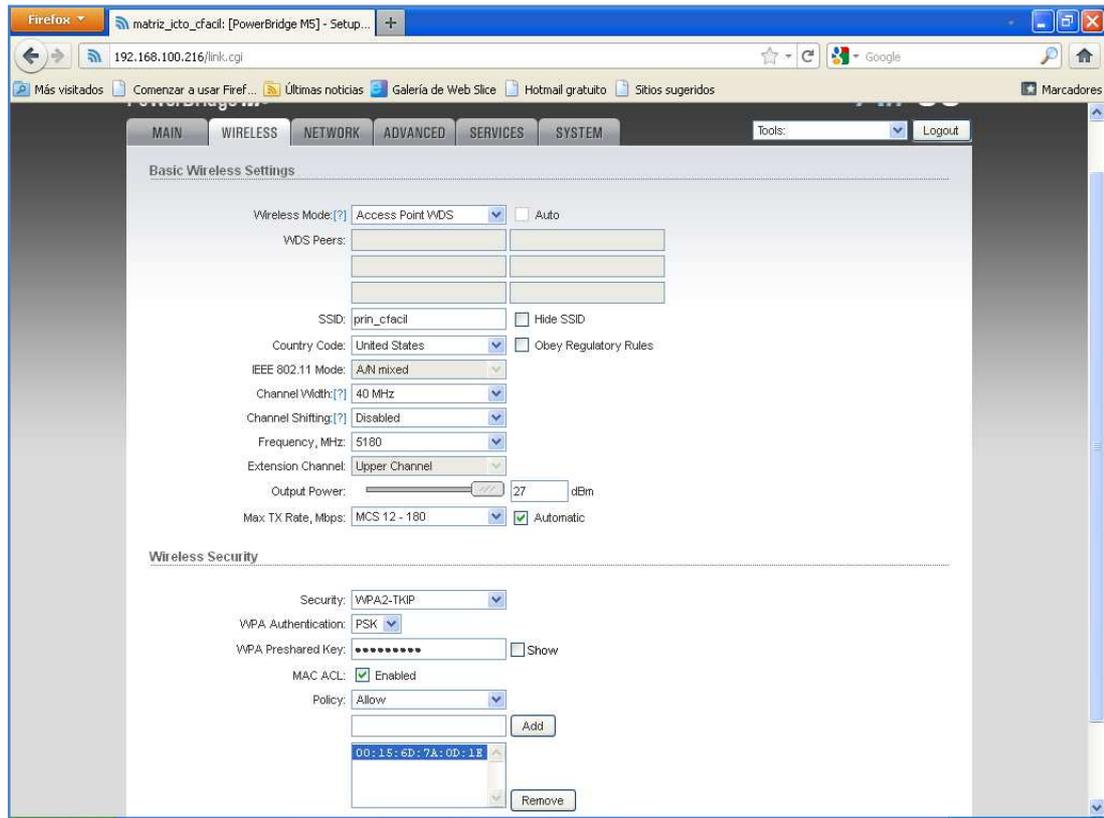


Figura 4.64: Configuración de wireless para antena

**Configuración de seguridad.**-La configuración del apartado de seguridad es importante para evitar el acceso a la red de personal no autorizado (figura 4.65 / tabla 4.4).

Parámetros	Principal
Seguridad:	WPA2-TKIP
WPA authentication:	PKS
WPA Preshared Key:	Contraseña

Tabla 4.4: Parámetros de seguridad antena principal

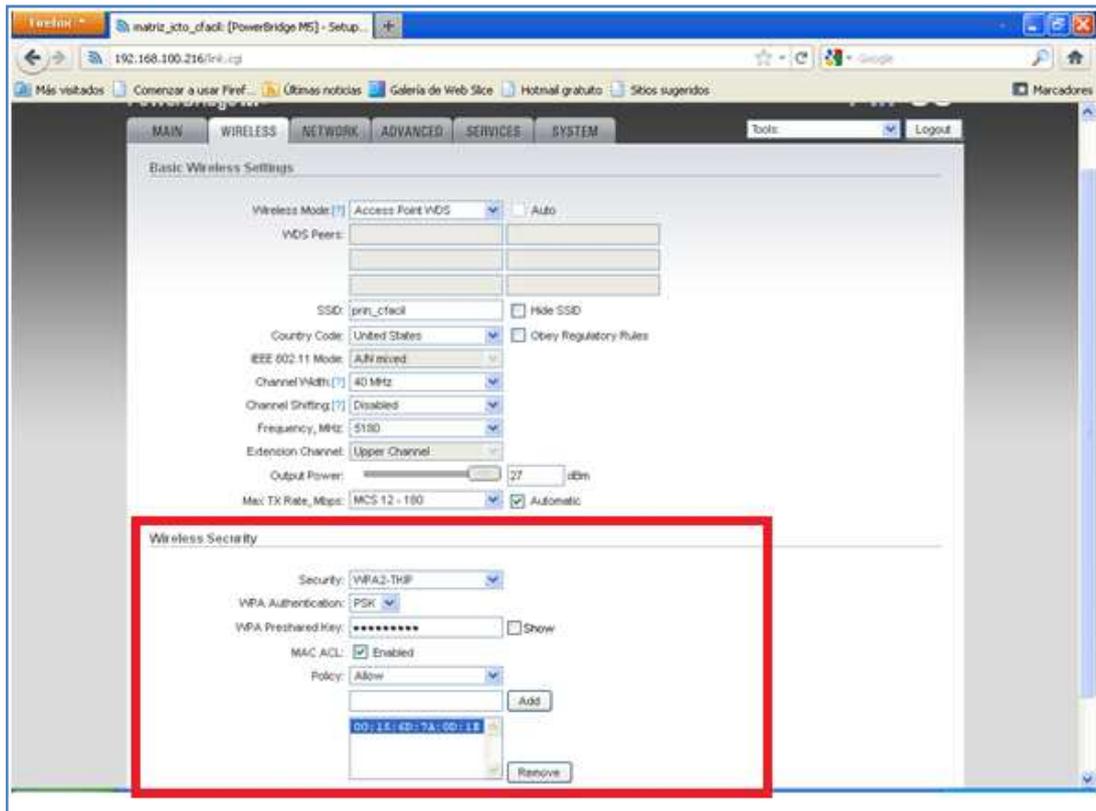


Figura 4.65: Configuración de red para antena

**Configuración avanzada.**-Ahora nos situamos en la pestaña Advanced y configuramos los siguientes parámetros (figura 4.66 / tabla 4.5):

Parámetros	Principal
AirMax Priority:	High
RTS Threshold	Off
Fragmentation Threshold	Off
Distance	12.4 millas
ACK Timeout	Activar
Aggregation:	Activar
Multicast Data	Activar
Enable Extra Reporting	Activar
Enable DFS	Activar
Enable Autonogotiation	Activar

Tabla 4.5: Parametros de avanzada antena principal

Algunos de los parámetros los debemos activar por:

- **ACK Timeout:** Activar *Auto Adjust* (con enlace estable dejar desactivada la opción para un mejor rendimiento)
- **Enable DFS:** Activar *según normativa* (detecta radares militares para no solapar frecuencias)

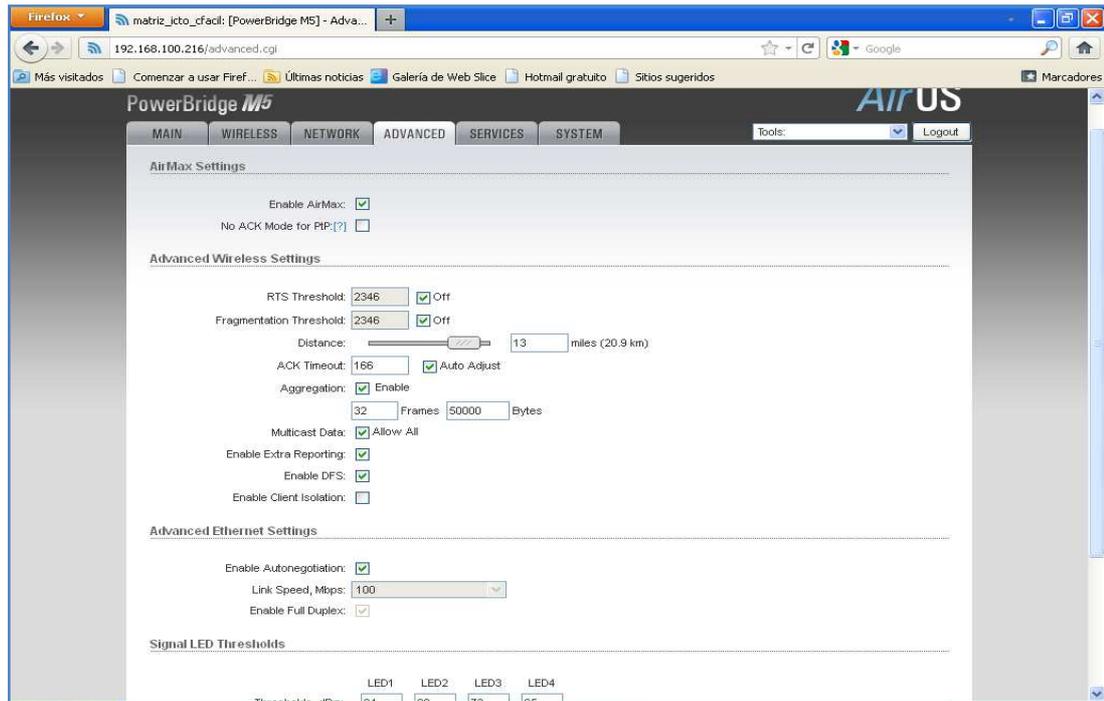


Figura 4.66: Configuración de advanced para antena

**Configuración de servicios.-** Nos situamos en la pestaña *Services* y configuramos los siguientes parámetros (figura 4.67 / tabla 4.6):

Parámetros	Principal
Enable Ping Watchdog:	Activar
IP Address to ping:	192.168.100.216
Enable SSH Server:	Activar
Server Port:	22
Enable Password Authentication	Activar
Enable Log	Activar

Tabla 4.6: Parametros de servicios antena principal

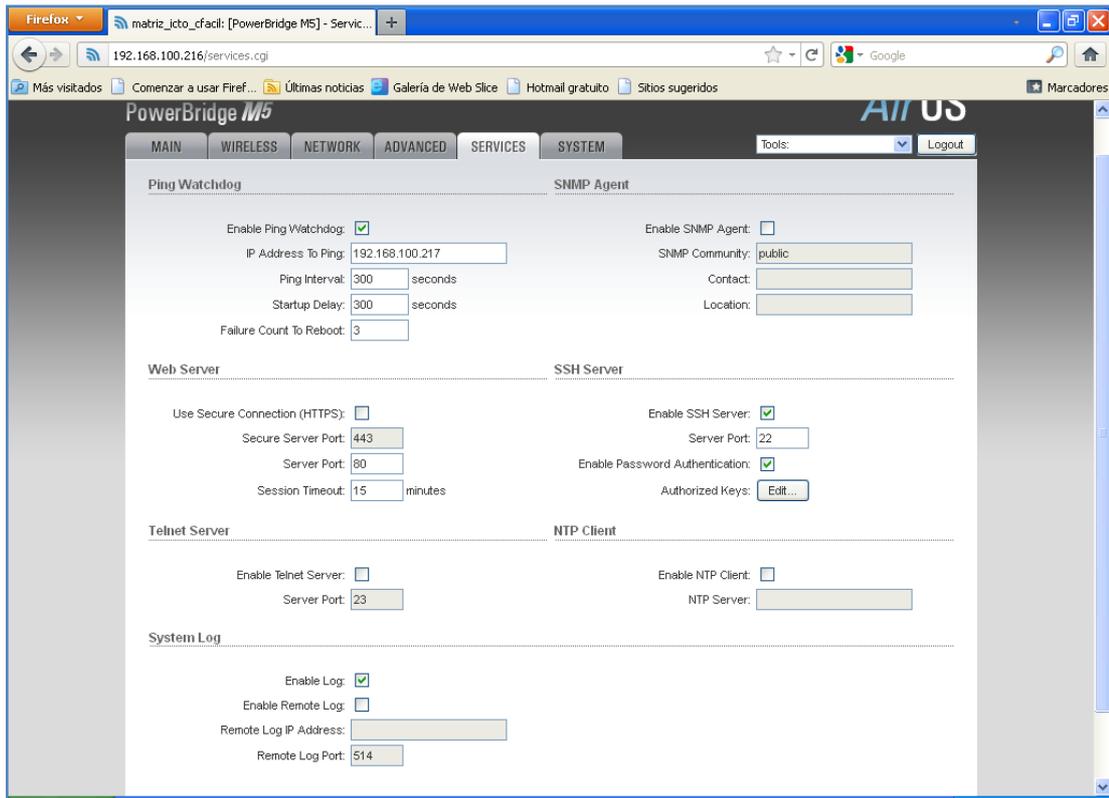


Figura 4.67: Configuración de services para antena

**Configuración del sistema.**-Por último nos situamos en la pestaña *System* y configuramos los siguientes parámetros (figura 4.68 / tabla 4.5):

Parámetros	Principal
Device Name	matriz_cfácil
Administrator Username	Admin
Current Password	Contraseña
Enable Reser Button	Activar

Tabla 4.5: Parámetros de sistema antena principal

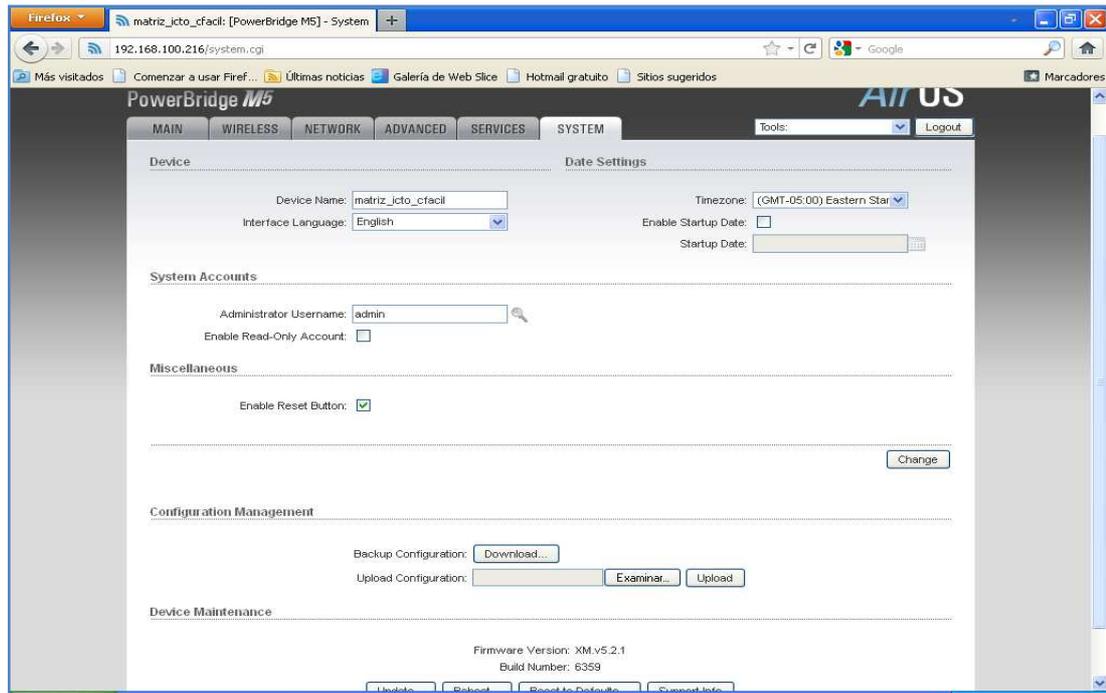


Figura 4.68: Configuración de system para antena

### Configuración de antena “Estación”

Las figuras 4.69, 4.70, 4.71, 4.72, 4.73, 4.74 nos muestran la configuración de la antena “estación”.

### Configuración de la red.-

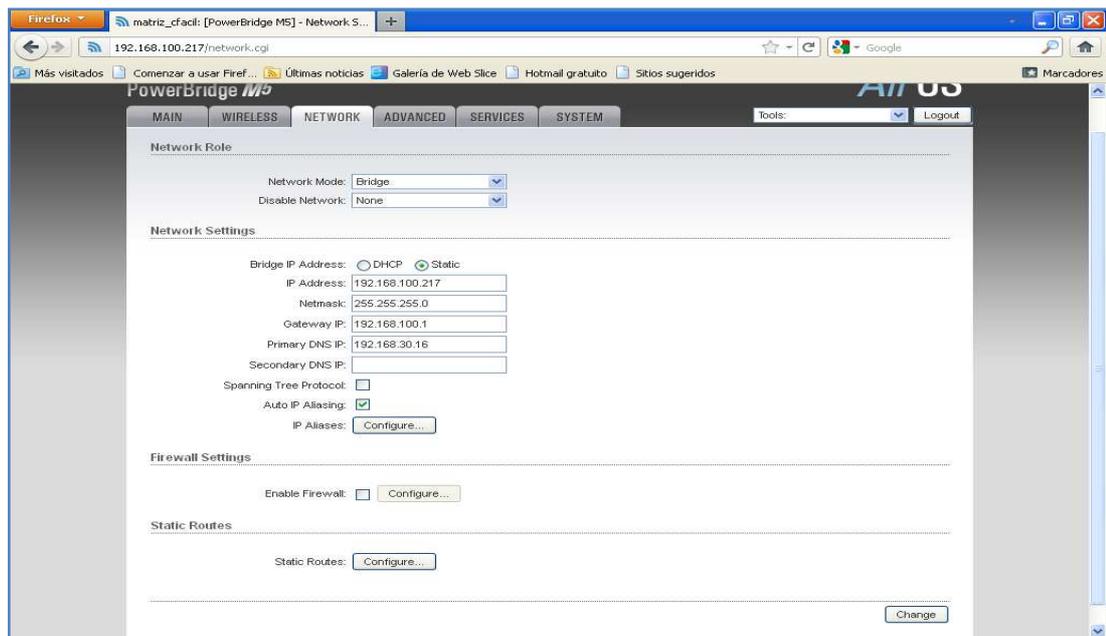


Figura 4.69: Configuración de network Principal



**Configuración de wireless.-**

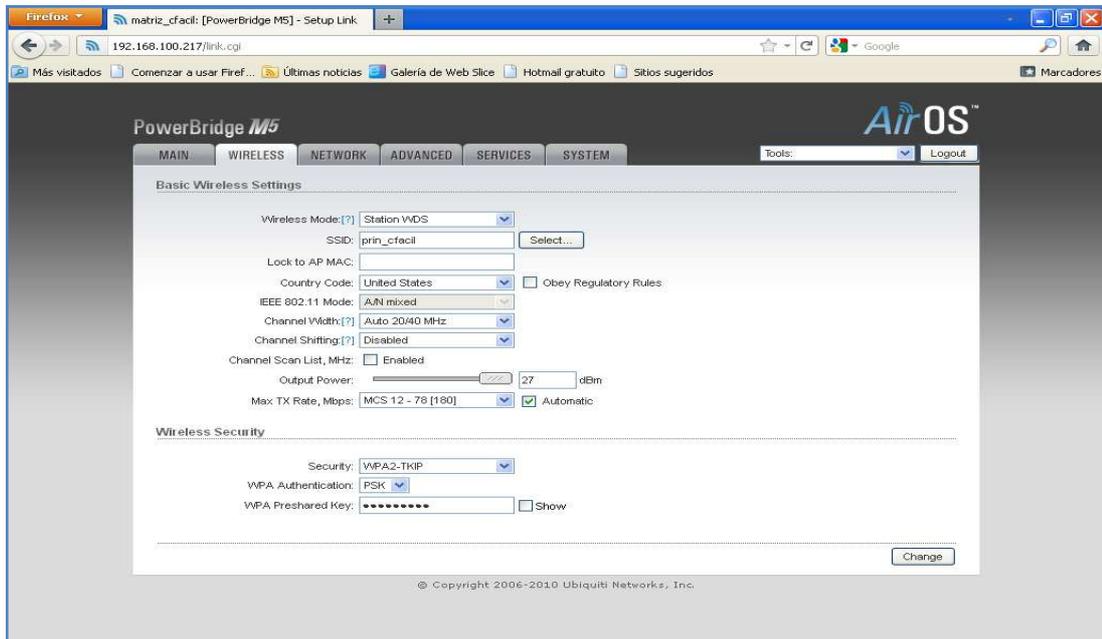


Figura 4.70: Configuración de network Principal

**Configuración de seguridad.-**

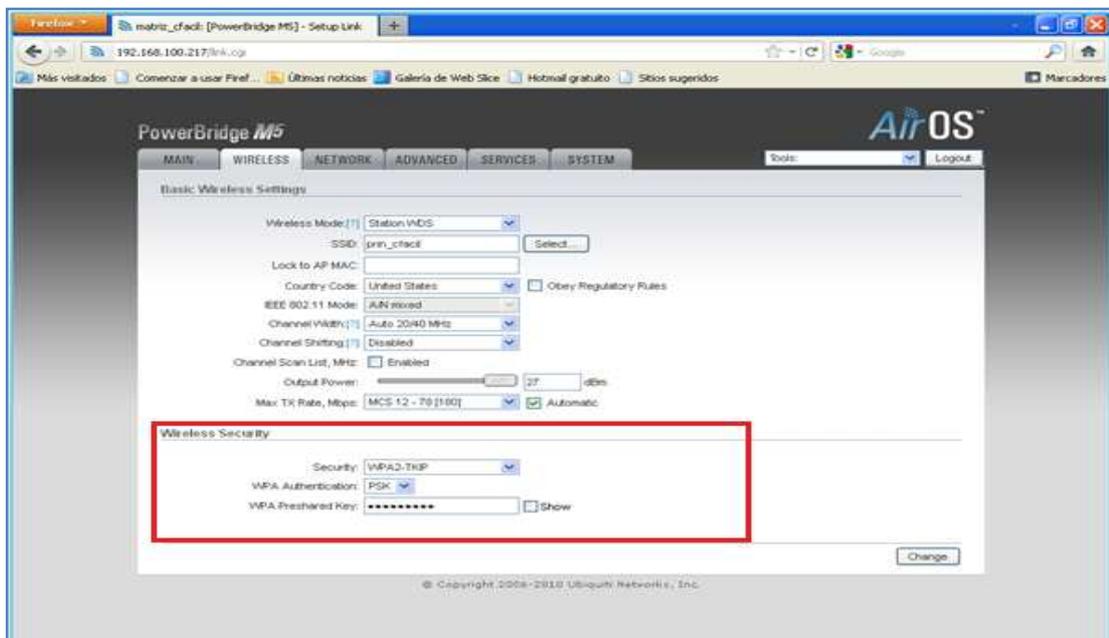


Figura 4.71: Configuración de wireless Principal

**Configuración de advanced.-**

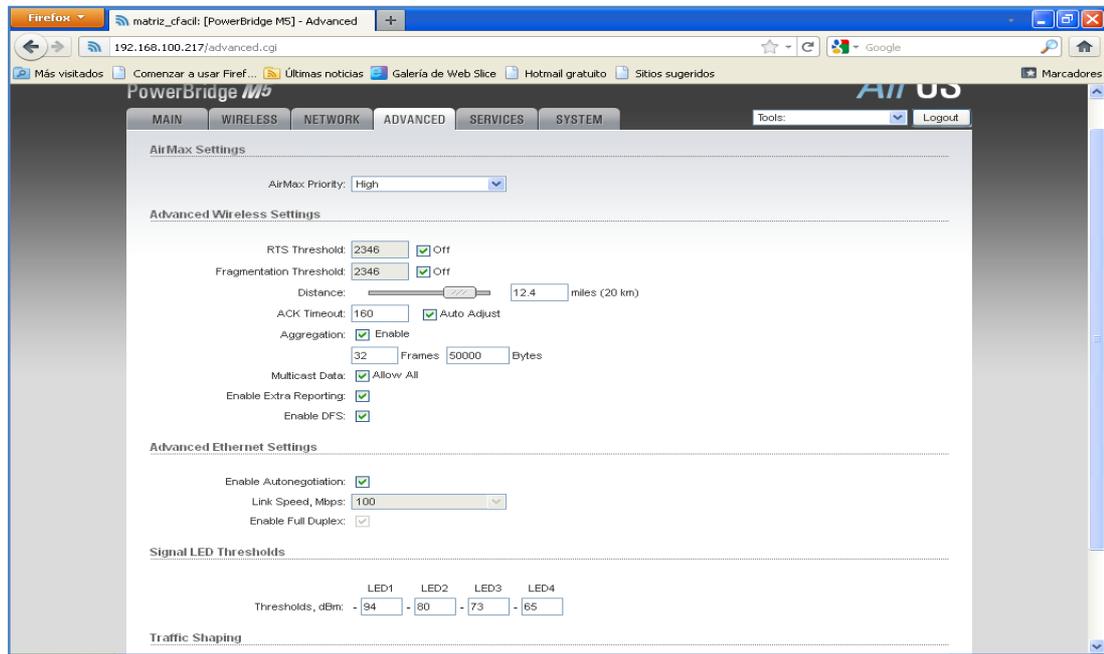


Figura 4.72: Configuración de avanzada Principal

**Configuración de servicios.-**

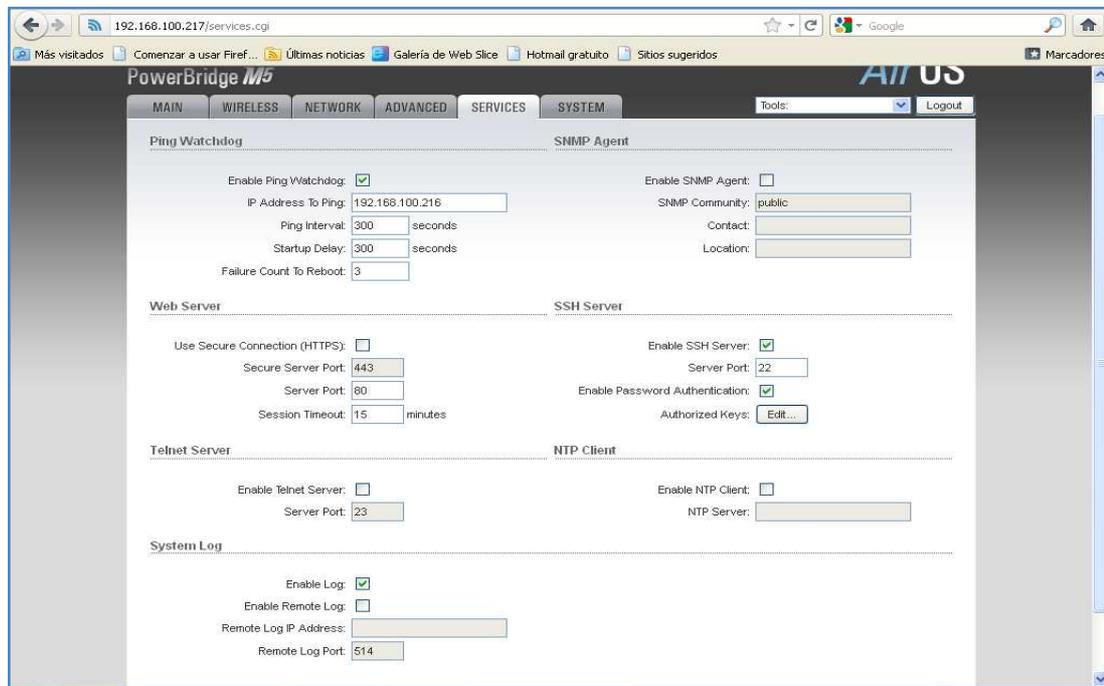


Figura 4.73: Configuración de servicios Principal

Fuente: Ubiquiti

**Configuración de Sistema.-**

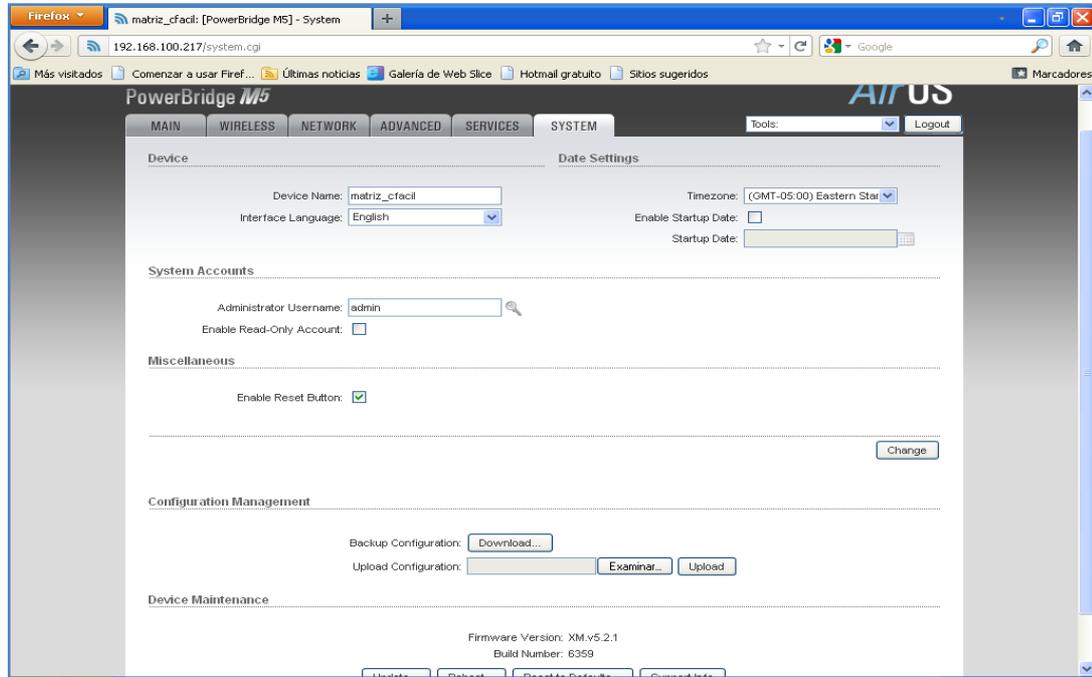


Figura 4.74: Configuración de sistema Principal

**4.2.3.2 Configuración de antena estación en enlace “Sucursal # 2/ Icto Cruz”**  
**Configuración de antena principal**

Las figuras 4.75, 4.76, 4.77, 4.78, 4.79 que se presentan a continuación detallan la configuración del enlace “Sucursal # 2 7 Icto Cruz”.

**Configuración de red.-**

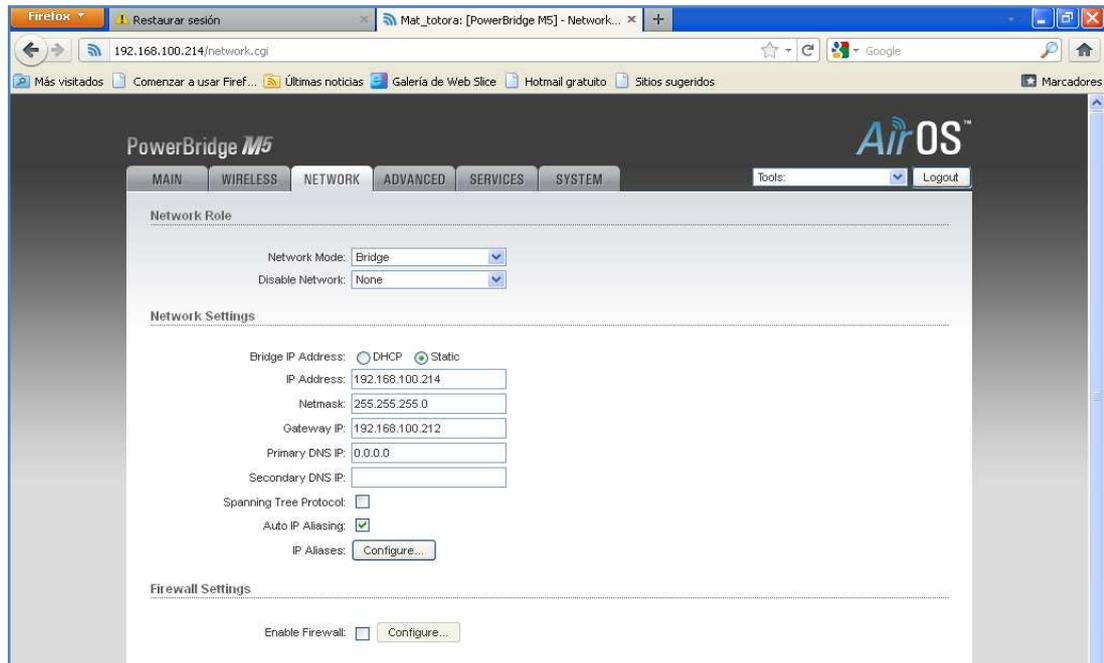


Figura 4.75: Configuración de redSucursal # 2

**Configuración de wireless.-**

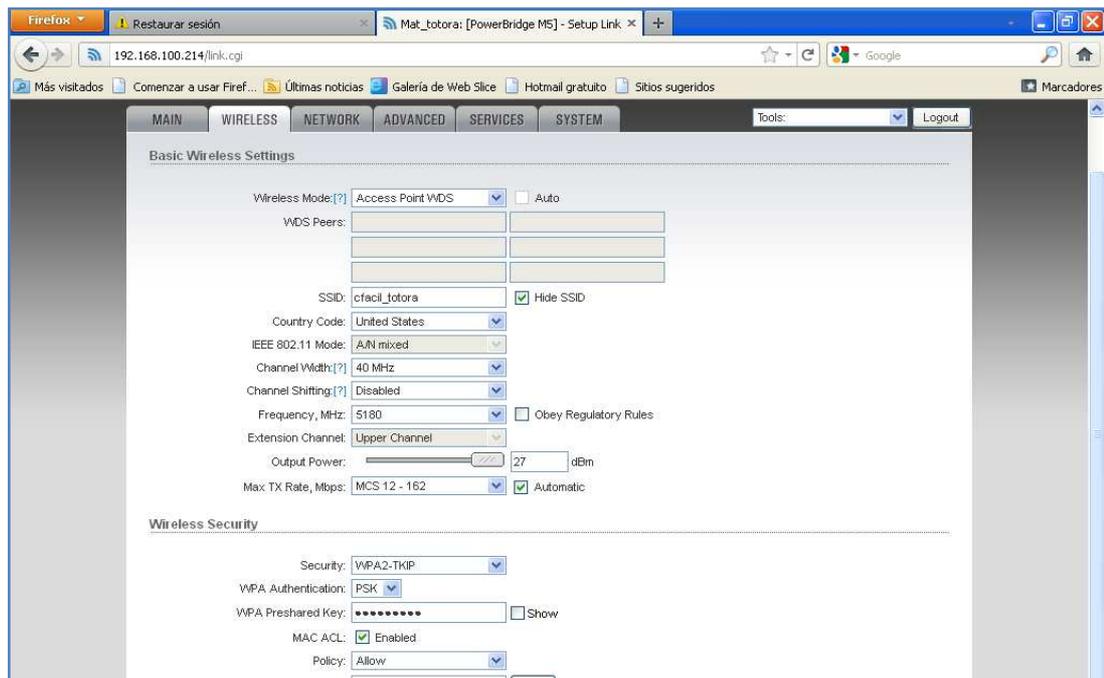


Figura 4.76: Configuración de wirelessSucursal # 2

**Configuración de advanced.-**

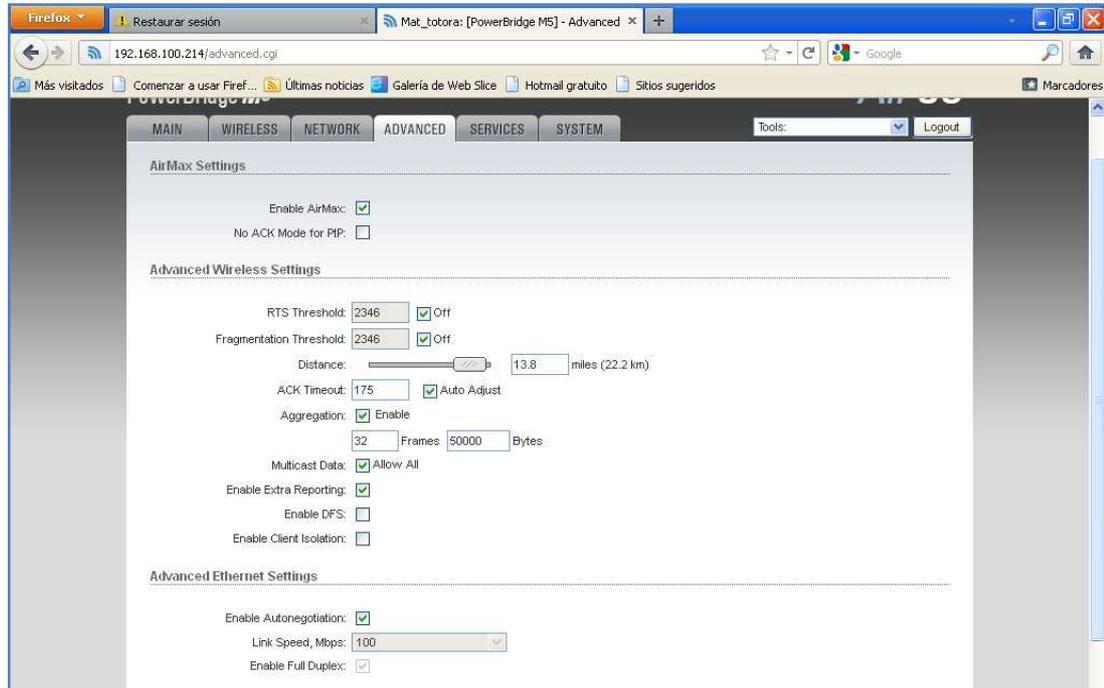


Figura 4.77: Configuración de advancedSucursal # 2

**Configuración de servicios.-**

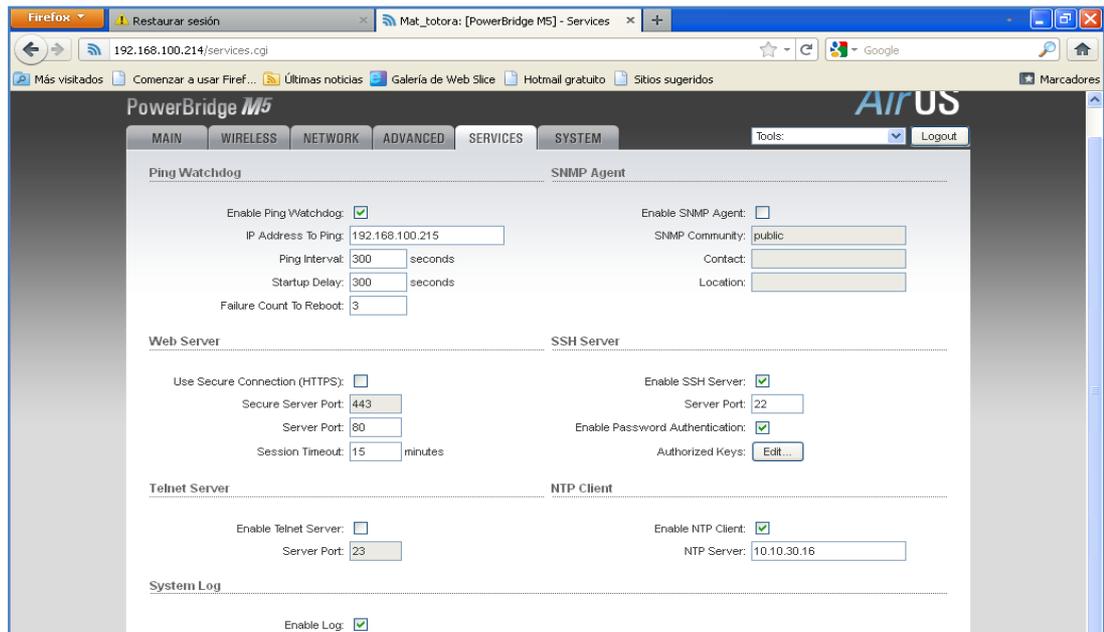


Figura 4.78: Configuración de serviciosSucursal # 2

**Configuración de sistema.-**

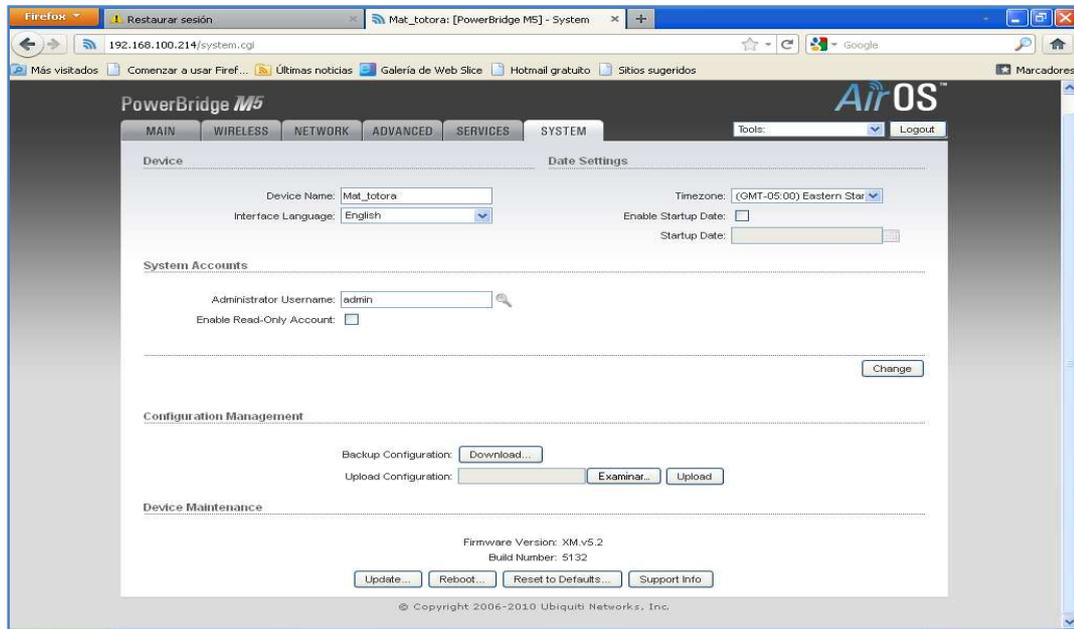


Figura 4.79: Configuración de sistema Sucursal # 2

**Configuración de estación**

Las figuras 4.80, 4.81, 4.82, 4.83, 4.84 nos muestran la configuración de la antena “estación”

**Configuración de red.-**

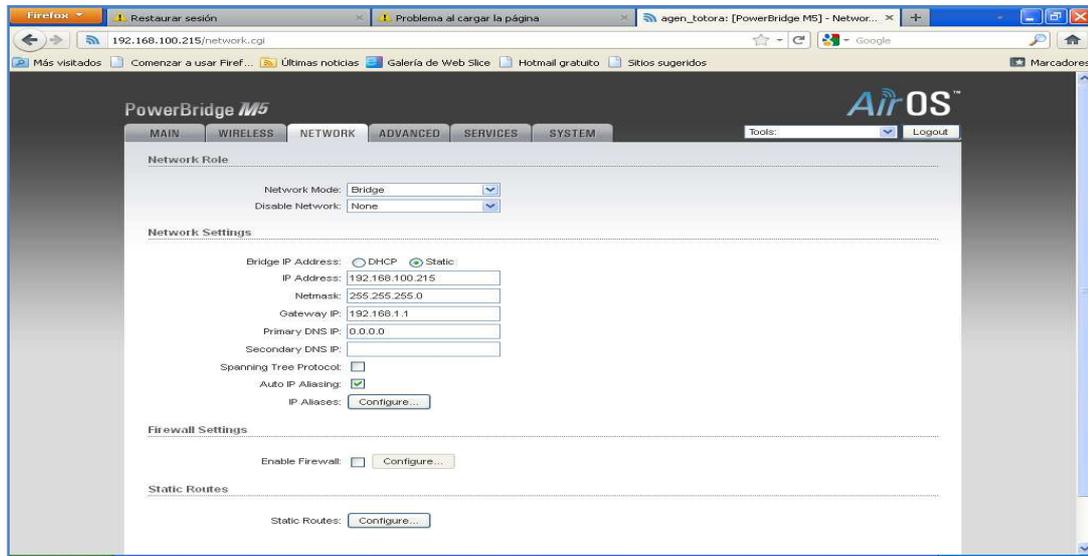


Figura 4.80: Configuración de redIcto Cruz

**Configuración de wireless.-**

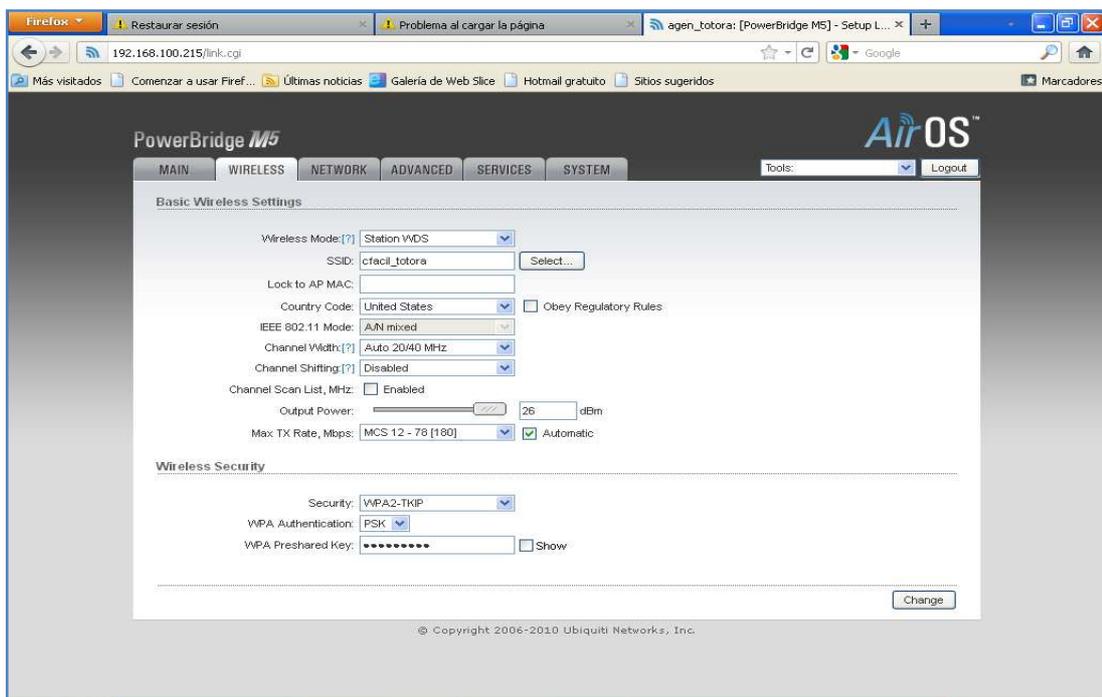


Figura 4.81: Configuración de wirelessIcto Cruz

**Configuración de advanced.-**

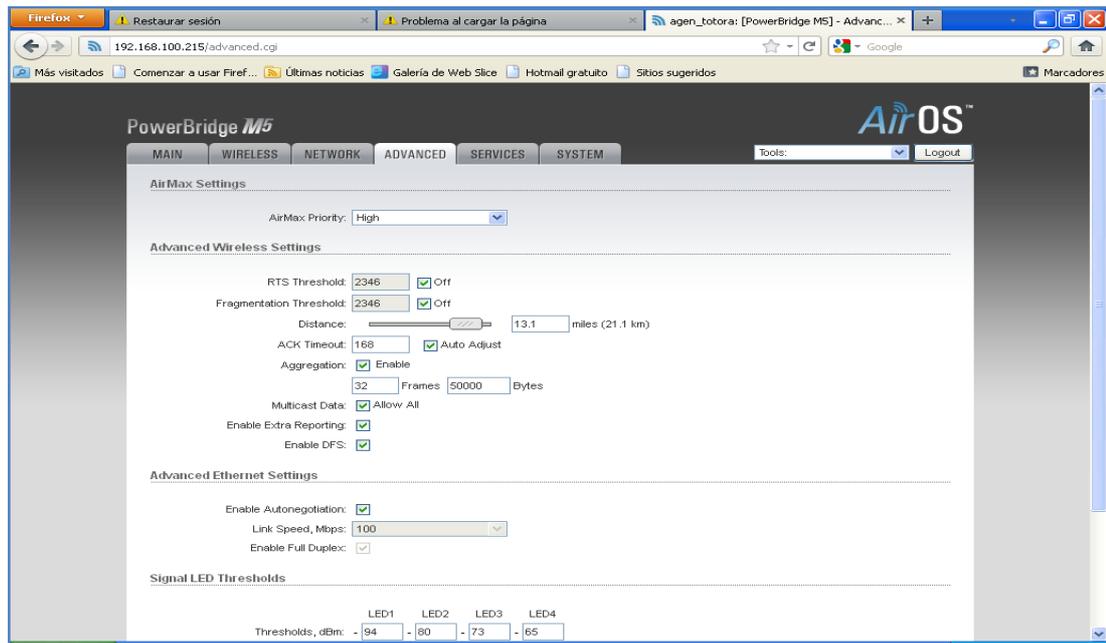


Figura 4.82: Configuración de advancedIcto Cruz

**Configuración de servicios.-**

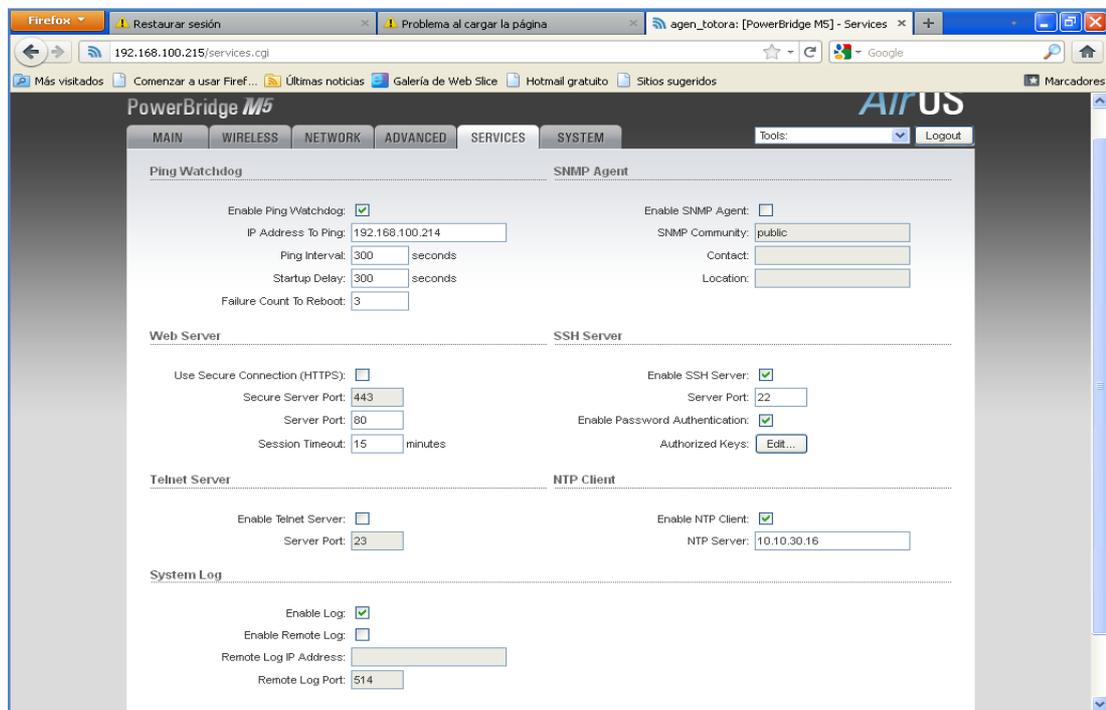


Figura 4.83: Configuración de serviciosIcto Cruz

**Configuración de sistema.-**

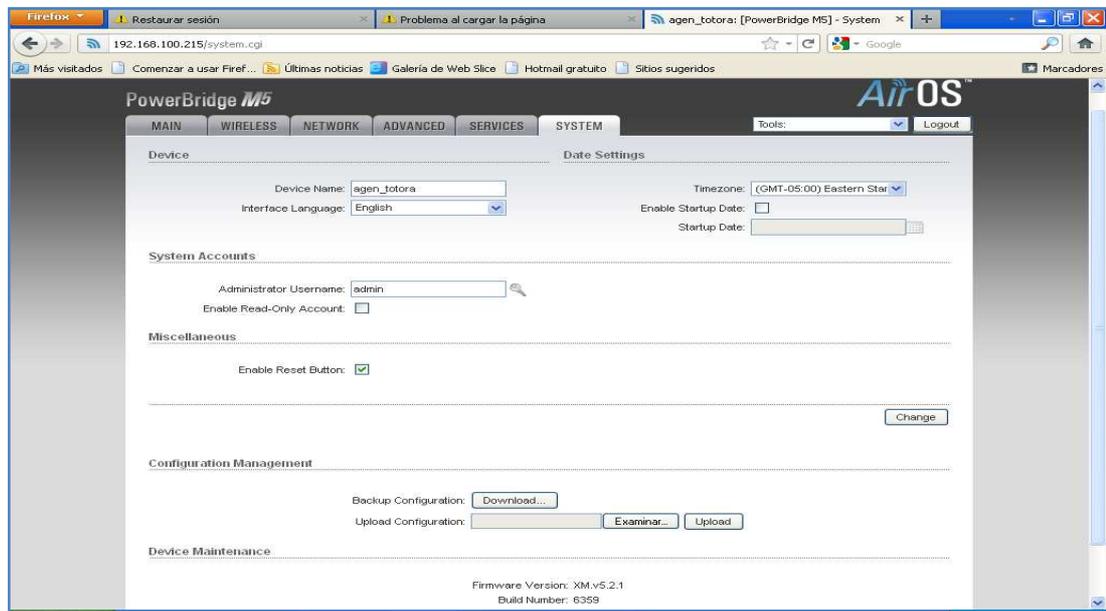


Figura 4.84: Configuración de sistemas Icto Cruz

**4.3.4 Montaje de antenas**

El montaje de cada una de las antenas de las agencias como en el sector de Icto cruz se lo realizo sin novedad como se indica en las siguientes imágenes.

## Montaje Icto Cruz



### Montaje antenas Icto Cruz



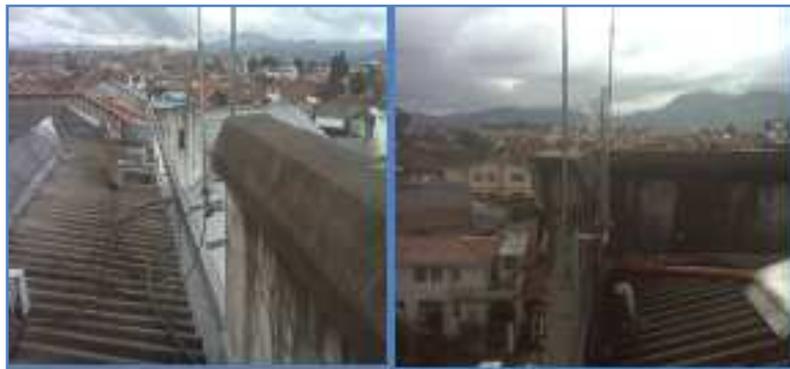
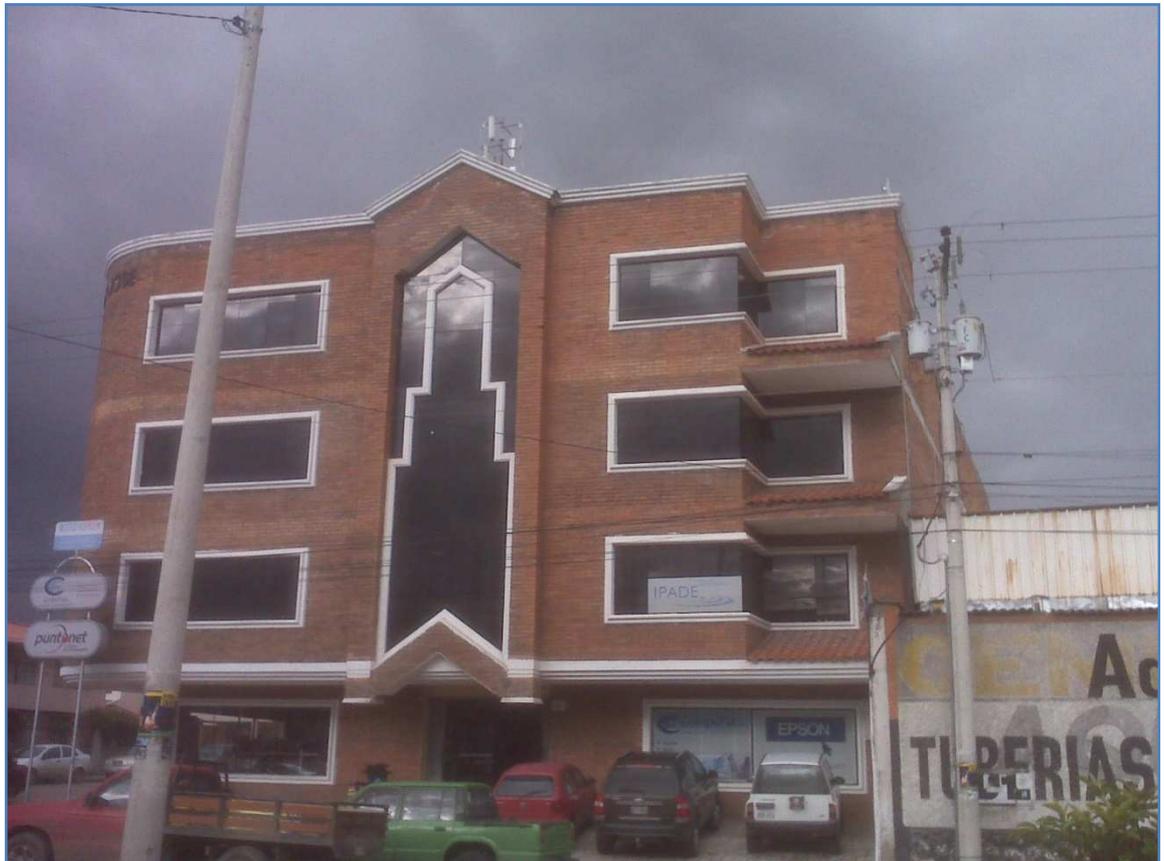
La alineación de las antenas se realizó con ayuda de los indicadores de las antenas ya que grafican la calidad con la que la señal está siendo transmitida.



En el sector de Icto Cruz se ha visto necesario la instalación de un panel en base a energía solar dentro de su plan de contingencia al momento que no se disponga de energía eléctrica.



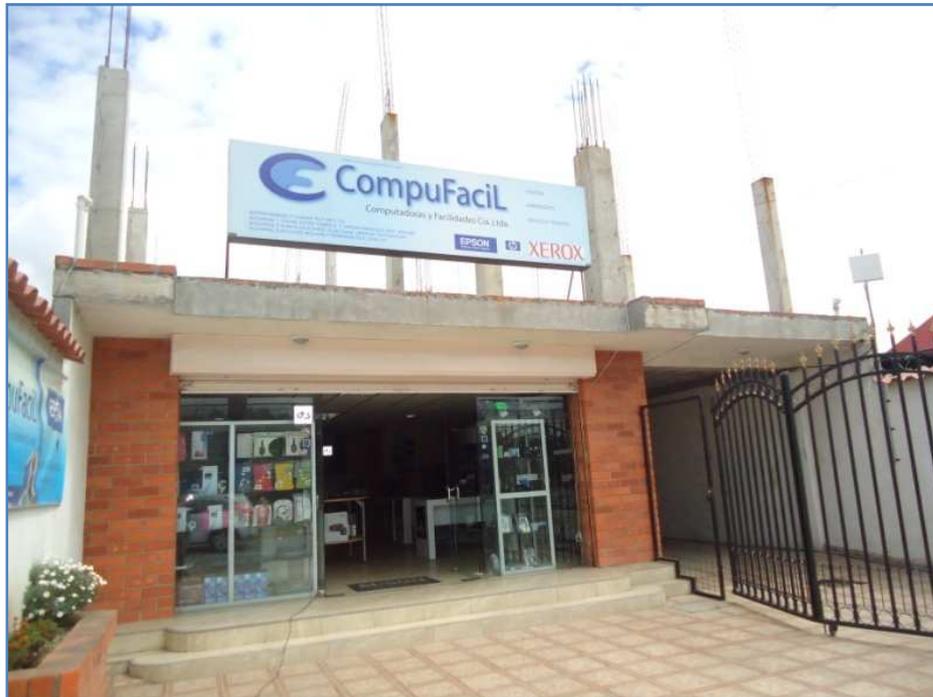
**Agencia Principal: Av. Remigio Crespo y Guayas**



**Sucursal # 1: Sucre y Vargas Machuca**



### Sucursal # 2 Agencia de Totoracocha





## 5 ANALISIS FINANCIERO

### 5.1 INTRODUCCIÓN

En el desarrollo de cualquier proyecto conlleva realizar un análisis financiero con la finalidad de establecer la cantidad de recursos y a la vez la generación de costos que se necesitan para su implementación.

El correcto análisis de los recursos económicos dentro de la empresa es indispensable para alcanzar la mayor rentabilidad en las inversiones que genera la implementación del proyecto, el principal objetivo del análisis financiero es invertir lo menos posible en recursos con los que ya cuenta la empresa y canalizar más recursos económicos en inversiones de nuevos productos que se necesiten para la implementación del sistema de comunicación para la empresa Compufácil Cía. Ltda.

Los resultados de un análisis financiero proporcionan a los directivos y propietarios de la empresa un documento basado en cálculos y políticas económicas con las cuales se pueden tomar decisiones estratégicas y de gestión para alcanzar los resultados y beneficios para la empresa, en el caso de este proyecto se busca cumplir con una meta estratégica que es el brindar mejores canales de comunicación los mismos que se verán reflejados en beneficios para la mejor atención de sus clientes y colaboradores.

La información de gastos económicos, provista por parte de la empresa, se encuentra de forma general sin un detalle de adquisiciones, gastos o pagos externos.

#### 5.1.1 Costo actual de mantenimiento

La empresa Compufácil Cía. Ltda., dentro de la política económica de la empresa en lo que a sus gastos financieros se refiere, registra los egresos en los que se incurren durante un periodo mensual por el mantenimiento de sus sistemas de comunicación a nivel de cableado estructurado y comunicación inalámbrica.



Para poder analizar cuáles son los valores que genera mantener operativo un sistemas de comunicación los describiremos por separado, esperando presentar de una manera más objetiva el análisis financiero.

### 5.1.1.1 Sistema de cableado estructurado

A continuación se presentan los registros de egresos en los cuales incurre la empresa en mantener operativa la red actual:

**Mantenimiento de equipos.-** El mantenimiento de los equipos se lo hace trimestral y este consta de limpieza externa del computador de cada usuario, al momento se maneja 45 puestos de trabajo además se realiza el mantenimiento de 5 servidores (tabla 5.1).

Cantidad	Detalle	P.Unitario	P.Total
45	PC / Portátil de usuarios	8,00	360,00
5	Servidores	35,00	175,00
		<b>Valor total</b>	<b>535,00</b>

Tabla 5.1: Costos de mantenimiento de equipos

**Mantenimiento de red.-** El mantenimiento de la red abarca lo concerniente a revisión de cables, configuración de nuevos puestos de trabajo, nuevas ubicaciones, revisión de transmisiones, etc., este mantenimiento se lo realiza bimensualmente.

**Eventualidades.-** Se consideran a todos las llamadas o solicitudes de revisión por el no funcionamiento de los recursos de la red.

**Mantenimiento de dispositivos.-** Se refiere a la revisión física de los dispositivos que confirman la red como: rack, gabinetes, switch, patch panel, etc. mismos que deben estar organizados de manera correcta.

**Transporte.-** Se considera el rubro de movilización para la revisión de los equipos y el traslado para cubrir las eventualidades.



**Soporte técnico a dispositivos y usuarios.-** Se refiere a configuraciones de dispositivos y usuarios.

Los valores descritos en la tabla 5.2 son valores mensuales y al calcularlo a costo anual obtenemos un total de \$ 14.505,00 del periodo 2011.

<b>Detalle</b>	<b>Costo mensual</b>	<b>Costo Anual</b>
Mantenimiento de equipos	675,00	2.025,00
Mantenimiento de red	220,00	1.320,00
Eventualidades	300,00	3.600,00
Dispositivos	180,00	2.160,00
Transporte	100,00	1.200,00
Soporte técnico a dispositivos y usuarios	350,00	4.200,00
<b>TOTAL</b>		<b>14.505,00</b>

Tabla 5.2: Costos operaciones del sistema de cableado estructurado

### 5.1.1.2 Sistema de comunicación entre edificios

La empresa Compufácil Cía. Ltda., ha reportado los siguientes gastos mensuales en mantener la comunicación entre sus edificios, a partir de los resultados descritos en la tabla 5.3 podemos calcular los valores de mantenimiento que se generan anualmente:

<b>Detalle de gastos</b>	<b>Costo mensual</b>	<b>Costo anual</b>
Servicio de internet	320,00	3.840,00
Mantenimiento	100,00	1.200,00
Eventualidades	50,00	600,00
Dispositivos	30,00	360,00
Transporte	50,00	600,00
<b>TOTAL</b>		<b>6.600,00</b>

Tabla 5.3: Costos operaciones sistema de comunicación entre edificios



<b>Detalle</b>	<b>Valor</b>
Sistema de cableado estructurado	14.505,00
Sistema de comunicación entre edificios	6.600,00
<b>TOTAL</b>	<b>21.105,00</b>

Tabla 5.4 Costo total del mantenimiento 2011

El cuadro de costos de operabilidad de los sistemas de comunicación correspondientes al periodo **2011** corresponden a los descritos en la tabla 5.4, que revelan las políticas económicas dentro de la empresa la cual se deberá analizar desde el punto de vista administrativo para alinear la política económica con el proyecto.

## **5.2 COSTO DE IMPLEMENTACIÓN DEL ANÁLISIS Y DISEÑO DE SISTEMAS DE COMUNICACIÓN PARA LA EMPRESA COMPUFÁCIL CÍA. LTDA. ”**

El costo del proyecto de análisis y diseño de sistemas de comunicación para la empresa Compufácil Cía. Ltda., está referido a varios costos que corresponden a estudios de campo, personal involucrado en el proyecto, equipos necesarios, recursos materiales y económicos.

### **5.2.1 Proyecto de inversión (conceptualización)<sup>9</sup>**

El costo de un bien constituye el conjunto de esfuerzos y recursos que han sido invertidos con el fin de producirlo. La producción de un bien requiere de un conjunto de factores técnicos: horas de trabajo, costo de equipos y dispositivos, materiales utilizados y herramientas especiales.

Tiene como objetivos aprovechar los recursos para mejorar las condiciones de vida de una comunidad, pudiendo ser a corto, mediano o a largo plazo. Comprende desde la intención o pensamiento de ejecutar algo hasta el término o puesta en operación normal.

<sup>9</sup><http://www.monografias.com/trabajos16/proyecto-inversion/proyecto-inversion.shtml>



Responde a una decisión sobre uso de recursos con algún o algunos de los objetivos, de incrementar, mantener o mejorar la producción de bienes o la prestación de servicios.

### 5.2.2 Costo de elaboración y realización del proyecto

El costo de elaboración del presente proyecto, está referido a factores como lo son: tiempo de investigación, realización y documentación; valores presentados y detallados en la tabla 5.5.

<b>Compufácil Cía. Ltda.</b>			
<b>Costo de elaboración del proyecto</b>			
<b>Descripción de la actividad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P.Unitario</b>	<b>P. Total</b>
Recopilación de Información	120	4,00	480,00
Investigación de Campo	220	5,00	1.100,00
Realización del diagnóstico de las comunicaciones	120	6,00	720,00
Propuesta de soluciones para los sistemas de comunicación	40	5,00	200,00
Investigación de normativas	20	5,00	100,00
Aplicación de normativas	20	5,00	100,00
Elaboración de análisis y diseño de sistemas de comunicación	350	6,00	2.100,00
Investigación y software para simulación de comunicaciones	60	5,00	300,00
Documentación Final	40	5,00	200,00
Varios	1	100,00	100,00
<b>TOTAL</b>			<b>5.400,00</b>

Tabla 5.5: Costo de elaboración del proyecto



### 5.2.3 Costo de implementación

La implementación de un proyecto genera inversión dentro de la empresa u organización, el costo de un bien constituye un conjunto de esfuerzos y recursos que se han invertido con el fin de producirlo, para la construcción o producción del bien se requiere además un conjunto de factores técnicos como: horas de trabajo de personal, costo de maquinaria, materiales utilizados y herramientas especiales.

En toda inversión se tiene como objetivo principal el aprovechar los recursos para mejorar las condiciones de vida de un grupo de personas, pudiendo ser a corto, mediano o a largo plazo, el desarrollo de un proyecto comprende desde la intención o pensamiento de ejecutar algo que ayude a mejorar el desempeño de la empresa hasta el término o puesta en operación normal del bien elaborado con el objetivo primordial de incrementar, mantener y mejor la prestación de los servicios que ofrece la empresa Compufácil Cía. Ltda.

El costo de elaboración del presente proyecto, está referido a factores como lo son: tiempo de investigación, personal, equipos para la implementación y documentación.

#### 5.2.3.1 Costo de implementación sistema de cableado estructurado

Los dispositivos que se necesitan para la implementación de los sistemas de comunicación, son los que se detallan a continuación mediante las tablas 5.6 y 5.7 en las cuales constan en detalle los materiales y los servicios que se necesitan para la implementación:



Item	Cantidad	Descripción	P. Unitario	P. Total
1	955mts	Cable Par Trenzado UTP Categoría 6	0,62	592,10
2	47	Patch cord cat 6 de 7 pies	6,39	300,33
3	30 mts	Cable fibra multimodo 4 hilos	1,76	52,80
4	136	Conectores RJ45 (100un)	0,24	32,64
5	12	Conectores ST multimodo	3,60	43,20
6	443	Canaleta decorativa de 32 x 12mm	1,56	691,08
7	59	Face Plate de 2 puertos con identificador	1,50	88,50
8	59	Etiquetas para dispositivos	0,75	44,25
			<b>Subtotal</b>	<b>1.844,90</b>
			<b>12% IVA</b>	<b>221,30</b>
			<b>TOTAL</b>	<b>2.066,20</b>

Tabla 5.6: Descripción y valor de materiales para cableado estructurado

Item	Cantidad	Descripción	P. Unitario	P. Total
1	48	Punto de red cat 6	25.00	1.200,00
2	96	Identificación y etiquetado de puntos	5.00	480,00
3	96	Instalación de jacks	7.00	672,00
4	96	Ponchado de patch panel	7.00	672,00
5	96	Prueba de puntos	7.00	672,00
6	48	Configuración de hosts	25.00	1.200,00
7	5	Configuración de servidores	450.00	2.250,00
8	4	Montaje de Racks	40.00	160,00
9	7	Montaje de switch	25.00	175,00
10	10	Montaje patch Panel	20.00	200,00
11	10	Instalación y ponchado de fibra	65.00	650,00
12	1	Configuración de 3 COM Tipping Point	250,00	250,00
13	48	Provisión, tendido de cable telefónico para la interconexión del sistema de voz	25.00	1.200,00
14	1	Viáticos	400.00	400,00
			<b>TOTAL</b>	<b>10.181,00</b>

Tabla 5.7: Mano de obra para cableado estructurado



El costo total de la implementación del sistema para el cableado estructurado es esta calculado en la tabla 5.8:

Descripción	Costo
Descripción y valor de materiales	2.066,20
Mano de obra	10.181,00
<b>TOTAL</b>	<b>12.247,20</b>

Tabla 5.8: Costo de implementación del sistema de cableado estructurado

### 5.2.3.2 Costo de implementación del sistema de comunicación inalámbrica

A continuación se procede a detallar los costos de los dispositivos y de los servicios de mano de obra que se necesita para la implementación de un sistema de comunicación inalámbrica en las tablas 5.9 y 5.10.

Item	Cantidad	Descripción	Marca	P. Unitario	P. Total
1	6	Antena Powerbridge M5	Ubiquiti	450,00	2.700,00
2	1	Swicht DES-1008D	D-link	16,00	16,00
3	58	Cable de Red	Nexx	0,60	34,80
4	21	Conectores RJ45	Nexx	0,30	6,30
5	20	Tubo Conduit		0,15	3,00
6	40	Amarras plásticas		0,03	1,20
				Subtotal	2.761,30
				12 % IVA	331,35
				<b>TOTAL</b>	<b>3.092,65</b>

Tabla 5.9: Descripción y valor de materiales para conexión inalámbrica



Item	Cantidad	Descripción	P. Unitario	P. Total
1	40 horas	Investigación de conexiones inalámbricas	3,00	120,00
2	16 horas	Investigación de Campo	4,00	64,00
3	25 horas	Realización del diagnóstico de dispositivos	5,00	125,00
4	25 horas	Propuesta de aplicación de enlaces inalámbricos	5,00	125,00
5	20 horas	Investigación de metodología, normas y estándares	3,00	60,00
6	16 horas	Aplicación de la metodología para la red	4,00	64,00
7	40 horas	Implementación de la red	8,00	320,00
8	8 horas	Pruebas de funcionamiento de la red	5,00	40,00
9	15 horas	Manual de la Enlaces Inalámbricos (usuario y configuraciones)	3,00	45,00
10	1	Varios (Movilización, copias, internet)	150,00	150,00
<b>TOTAL</b>				<b>1.113,00</b>

Tabla 5.10: Mano de obra para conexión inalámbrica

El costo total de la implementación del sistema para la conexión inalámbrica está calculada en la tabla 5.1:

Descripción	Costo
Descripción y valor de materiales	3.092,65
Mano de obra	1.113,00
<b>TOTAL</b>	<b>4.205.65</b>

Tabla 5.11: Costo de implementación del sistema de comunicación inalámbrica

Este proyecto cubrirá además las siguientes consideraciones:

**Cobertura.-** Con la implementación de un sistema de comunicación se garantiza que el servicio estará disponible para los edificios que conforman la empresa Compufácil Cía. Ltda.

Las especificaciones técnicas serán las siguientes:

- *Cableado horizontal:* se utilizará cable UTP 4 pares cat. 6
- *Cableado de backbone:* se utilizará Cable fibra multimodo de 4 hilos



- *Rack* será ubicado en el piso donde se encuentre situado el MDF, dependiendo del edificio.
- Se utilizarán canaletas decorativas para la distribución de los cables (voz y datos) en cada uno de los puntos de trabajo.
- *Comunicación inalámbrica*: se utilizaran antenas PowerBridge M5 para obtener una calidad óptima de transmisión, las mismas serán instaladas en cada agencia.

**Alcance.**-El alcance de este sistema abarcará el edificio principal de la empresa y sus dos sucursales, en el edificio principal se instalará un cuarto de Telecomunicaciones Principal (MDF) y en las sucursales se colocará un gabinete para las conexiones.

El cableado horizontal se implementará bajo una topología estrella y para nuestro caso no será necesaria la implementación de un IDF, puesto que las distancias no superan los 90 mts.

Cada punto dentro del área de trabajo contará con 2 jacks: uno para voz y otro para datos, cuya transmisión será por medio del cable UTP cuatro pares CAT. 6 y distribuidos a través de canaletas decorativas.

El sistema de comunicación inalámbrica está diseñado para cubrir velocidades de transmisión óptimas de manera que la atención a clientes y usuarios va a ser de mejor calidad.

**Mano de obra.**-Todas las instalaciones que se realicen se harán siguiendo los estándares ya preestablecidos, con la ayuda de profesionales en el área y programas computacionales que darán como resultado un documento completo para la mejor administración de la red. Además siguiendo las normas de diseño ya preestablecidos por la empresa la ubicación e instalación de cada punto de trabajo de acuerdo a un diseño ya elaborado y analizado, al mismo que se adjudicará su respectiva etiquetación.

Una vez realizada la instalación de los equipos se procederán a realizar la verificación del correcto funcionamiento de cada uno de los cables, en caso de fallo



alguno, se procederá de inmediato a realizar su respectiva corrección, una vez finalizada la comprobación del correcto funcionamiento de los sistemas de comunicación se entenderá que el proyecto se encuentra concluido.

Se realizará un documento físico que sirva de respaldo a la empresa Compufácil Cía. Ltda., para futuros cambios, donde se encontrará detalladamente cada paso de la instalación realizada, con sus respectivas explicaciones de cada punto de trabajo con las debidas nomenclaturas.

**Especificaciones.**-Se tomará en cuenta el crecimiento de la empresa y para esto se considerará la escalabilidad del 20% por cada piso de cada uno de los edificios.

### 5.3 RENTABILIDAD

El estudio de la Rentabilidad de un proyecto es el proceso de medición de su valor, que se basa en la comparación de los beneficios que genera y los costos o inversiones que requiere.

Para determinar la factibilidad de los proyectos de investigación tecnológica, se hace necesaria la evaluación económica-financiera; para contar con una valoración monetaria significativa, para tomar decisiones antes de su ejecución, debido a que arroja resultados en las que se puede percibir beneficios a corto plazo o perjuicios indirectos.

Para obtener la rentabilidad del proyecto “Análisis y diseño de sistemas de comunicación para la empresa Compufácil Cía. Ltda.”, se analizará, con parámetros de cálculos propuestos por una metodología concreta y aplicable; la cuál es “Método que considera el valor del dinero en el tiempo”

#### 5.3.1 Consideraciones generales del “Método que considera el valor del dinero en el tiempo”<sup>10</sup>

---

<sup>10</sup>DURÁN, José Antonio, *El Financiero*, Editorial Arroyo, México 2009, p. 186



Las inversiones que se realizan con un propósito de obtener un rendimiento, es necesario cuantificar el monto de la inversión, así como los flujos de dinero que surgirán durante el proyecto.

La cuantificación de los ingresos y los egresos se hace con base en las sumas de dinero que se reciben (ingresos) y se entregan (gastos); aplicando una serie de índices o indicadores de eficiencia financiera los cuales permiten conocer con cuánta eficiencia se utilizan los recursos en el desarrollo de las actividades dentro del proyecto.

### 5.3.1.1 Valor Actual Neto (VAN)

El valor actual neto es la diferencia del valor presente neto de los flujos netos de efectivo y el valor actual de la inversión, cuyo resultado se expresa en dinero. Se define como la suma de los valores actuales o presentes de los flujos netos de efectivo, menos la suma de los valores presentes de las inversiones netas.

En esencia los flujos netos de efectivo se descuentan de la tasa mínima de rendimiento requerida y se suman. Al resultado se le resta la inversión inicial neta; la fórmula que se utiliza para calcular el valor presente neto es:

$$VAN = \sum_0^n \frac{FNE}{(1+i)^n}$$

Ecuación 2. Valor Actual Neto

Dónde:

VAN = Valor Actual Neto

FNE = Flujo Neto de Efectivo

i = Tasa de interés a la que se descuentan los flujos de efectivo

n = Corresponde al año en que se genera el flujo de efectivo de que se trate



### 5.3.1.2 Tasa Interna de Rendimiento (TIR)

Esta es la tasa de descuento a la que el valor presente neto de una inversión arroja un resultado cero o la tasa de descuento que hace que los flujos netos de efectivo iguallen al monto de la inversión. Esta tasa tiene que ser mayor que la tasa mínima de rendimiento exigida al proyecto de inversión.

En términos generales se la interpreta como la tasa máxima de rendimiento que produce una alternativa de inversión dados los flujos de efectivo

El valor de TIR viene ilustrado por:

$$TIR = ia - \left[ (ia - ib) * \frac{VAN}{VAN_+ + VAN_-} \right]$$

Ecuación 3. Tasa Interna de Retorno

Dónde:

TIR= Tasa Interna de Rendimiento.

ia = Tasa de interés alta.

ib = Tasa de interés baja.

$VAN_+$  = Valor Actual Neto Positivo.

$VAN_-$  = Valor Actual Neto Negativo.

### 5.3.1.3 Costo beneficio

Este indicador mide la cantidad de los valores netos de efectivo que se obtienen después de recuperar la tasa de interés exigida en el proyecto de inversión.

Este parámetro representa la suma de los valores actuales netos dividida entre la inversión al año cero (inversión inicial total).

$$B/C = \frac{\sum_1^N VAN_n}{Inversión Inicial}$$

Ecuación 4. Relación Costo/Beneficio

Dónde:

$B/C$  = Relación Beneficio



VAN = Valor Actual

N = Duración en años del proyecto

Al analizar la relación, permite tomar decisiones de aceptación de proyecto, ya que indica la cantidad de dólares que se está percibiendo o perdiendo por cada dólar de inversión, y por ende muestra la rentabilidad en términos relativos y la interpretación del resultado se expresa en centavos ganados por cada dólar invertido en la implementación del proyecto.

#### 5.3.1.4 Criterio de aceptación

Los valores arrojados por los indicadores de la metodología, dan la aceptación para la financiación del proyecto cuando resultan:

$VAN > 0$

$TIR >$  Tasa de actualización inferior, pero dentro de los valores de interpolación

$B/C > 1$

- El primero, indica que los beneficios proyectados son superiores a sus costos.
- El segundo indicador, significa que la tasa interna de rendimiento es superior a la tasa bancaria no tasa corriente.
- El tercero, revela que los beneficios generados por los proyectos, son mayores a los costos incurridos de implementación.

**Proyectos Postergados.-** Los proyectos de inversión llegan a ser postergados cuando los indicadores arrojan los siguientes resultados:

$VAN = 0$

$TIR =$  Tasa de descanso

$B/C = 1$



En ese caso, los beneficios y costos de los proyectos están en equilibrio, por tanto, se recomienda corregir algunas variables como pueden ser mercados, tecnología, gastos de implementación, financiamiento e inversión.

**Proyectos Rechazados.-** Los proyectos de inversión llegan a ser rechazados cuando los indicadores arrojan los siguientes resultados:

$$VAN < 0$$

$$TIR < \text{Tasa de descuento}$$

$$B/C < 1$$

Significa que los beneficios de los proyectos son inferiores a sus costos y la tasa interna de rendimiento es inferior a la tasa bancaria, siendo rechazado definitivamente el proyecto.

### 5.3.2 Cálculo de rentabilidad

Con la metodología descrita anteriormente, se procede a realizar los cálculos y análisis, para concluir y conocer la factibilidad que tiene el proyecto antes de implementarlo.

Los grandes riesgos que se incurren al realizar una inversión, crean situaciones que pueden contribuir en el fracaso de la inversión y por consiguiente la pérdida total o parcial de los recursos utilizados; de allí la importancia del análisis de la rentabilidad, que resume datos en una sola cifra, como información para la toma de decisiones.

#### 5.3.2.1 Argumento para el cálculo de rentabilidad

Es necesario establecer datos y parámetros para iniciar el cálculo, es entonces que se registrará partiendo de la Ley de Régimen Tributario, considerando una vida útil de un Sistema Informático como aplicación directa, así como las tasas de actualización para proyectos.



**Extracto de la Ley de Régimen Tributario<sup>11</sup>.**- Según la ley de Artículo 31, N° 5 y en la Resolución N° 43.- Que, el artículo 1° transitorio de la Ley N°19.840, estableció que, tanto que el plazo de la vida útil de un equipo o sistema informático se debe establecer dentro de plazos no mayores a 5 y menores a tres para acogerlo al régimen de actualización acelerada, como la nueva vida útil que se determina en la presente Resolución, regirá sólo por los mismos bienes que se adquieran o construyan desde el 1° de enero del año 2003 o desde la fecha de publicación de dicha ley.

Según la Ley de Régimen Tributario Artículo 27, reformativa de varias leyes, R.O. 1000-S, (31-VII-96).- La depreciación tributaria afecta solamente a los bienes físicos del activo inmovilizado y un software, por sus características, no cumple con el requisito de ser un bien físico del tipo indicado, por lo cual no es un bien depreciable.

**Tasa de Actualización<sup>12</sup>.**- La tasa de actualización (tabla 5.12), se encuentra en función a la inflación proyectada al país y razón social del proyecto, puesto que ésta tasa es una estimación de riesgo sobre proyectos.

Clasificación de proyectos	Tasa de actualización	
	Proyectos sociales sin fines de lucro	7%
Proyectos bajo financiamiento estatal	12%	14%
Proyectos bajo financiamiento privado	11%	13%
Proyectos mixtos	13%	15%

Tabla 5.12 Tasa de actualización para proyectos

La relación de impuestos a la renta vigente en el Ecuador es del 36,25%, y la de utilidades es el 15% en un periodo contable, que influye directamente en el desarrollo de un proyecto sin considerar su clasificación.

Debido a los argumentos se establecen los siguientes parámetros:

<sup>11</sup>0058

<sup>12</sup>[www.cfn,fin.ec/home.htm](http://www.cfn,fin.ec/home.htm)



- La vida útil de los sistemas de comunicación será proyectada a cinco años, a partir del quinto años de operabilidad los dispositivos deberán ser diagnosticados nuevamente y actualizados si fuere el caso.
- Se tomará en cuenta una tasa de actualización de proyectos estará regida entre el 11% y el 13%, debido a que su financiamiento será privado.

A continuación en la tabla 5.13 se pone a consideración el cálculo de la rentabilidad del proyecto.

### 5.3.2.2 Argumento para el cálculo de rentabilidad

<b>Análisis de utilidad neta</b>		
Costo de implementación del proyecto	<b>\$ 5.450,00</b>	
Años de proyección de la vida útil del proyecto	<b>1</b>	
UPADATE	\$ 0,00	
Ahorros de costo de inversión	<b>16.452,85</b>	
Gastos de depreciación	-	\$ 0,00
Utilidad antes de impuestos		\$ 16.452,85
Impuestos del 36,25%	-	\$ 5.964,16
<b>UTILIDAD NETA</b>		<b>\$ 10.488,69</b>
Años de proyección de la vida útil del proyecto	<b>2</b>	
UPADATE	\$ 0,00	
Ahorros de costo de inversión	\$ 10.488,69	
Gastos de depreciación	-	\$ 0,00
Utilidad antes de impuestos		\$ 10.488,69
Impuestos del 36,25%	-	\$ 3.802,15
<b>UTILIDAD NETA</b>		<b>\$ 6.686,54</b>
Años de proyección de la vida útil del proyecto	<b>3</b>	
UPADATE	\$ 0,00	
Ahorros de costo de inversión	\$ 6.686,54	
Gastos de depreciación	-	\$ 0,00
Utilidad antes de impuestos		\$ 6.686,54
Impuestos del 36,25%	-	\$ 2.423,87
<b>UTILIDAD NETA</b>		<b>\$ 4.262,67</b>
Años de proyección de la vida útil del proyecto	<b>4</b>	
UPADATE	\$ 0,00	



Ahorros de costo de inversión		\$ 4.262,67	
Gastos de depreciación	-	\$ 0,00	
Utilidad antes de impuestos			\$ 4.262,67
Impuestos del 36,25%	-	\$ 1.545,22	
<b>UTILIDAD NETA</b>			<b>\$ 2.717,45</b>
Años de proyección de la vida útil del proyecto		<b>5</b>	
UPADATE		\$ 0,00	
Ahorros de costo de inversión		\$ 2.717,45	
Gastos de depreciación	-	\$ 0,00	
Utilidad antes de impuestos			\$ 2.717,45
Impuestos del 36,25%	-	\$ 985,08	
<b>UTILIDAD NETA</b>			<b>\$ 1.732,38</b>

Tabla 5.13: Cálculo de la utilidad neta

### 5.3.2.3 Rentabilidad del proyecto

A continuación se presentan los parámetros que se consideran para el análisis de factibilidad del proyecto (tabla 5.14).

<b>Análisis de factibilidad VAN/TIR</b>			
Costo De Implementación Del Proyecto			\$ 5.450,00
Años De Proyección De La Vida Útil Del Proyecto			Cinco Años
Utilidad Neta Del Primer Año	\$ 10.488,69		\$ 9.364,90
Utilidad Neta Del Segundo Año	\$ 6.686,54		\$ 5.330,47
Utilidad Neta Del Tercer Año	\$ 4.262,67		\$ 3.034,08
Utilidad Neta Del Cuarto Año	\$ 2.717,45		\$ 1.726,99
Utilidad Neta Del Quinto Año	\$ 1.732,38		\$ 983,00
Tasa De Actualización Inferior			11,00%
Tasa De Actualización Superior			13,00%
Tasa De Actualización Media			12,00%
<b>VAN</b>			<b>\$ 14.989,44</b>
VAN(+)			\$ 16.782,16
VAN(-)			-\$ 12.617,74
<b>TIR</b>			<b>11,98%</b>
<b>Costo / Beneficio</b>			<b>2,75</b>

Tabla 5.14: Tabla de cálculo de la rentabilidad del proyecto

### Conclusiones:

Los valores obtenidos para la verificación de la rentabilidad del proyecto son los siguientes:



$$\text{VAN} = 14.989,44 > 0$$

$$\text{TIR} = 11,98 > 11\%$$

$$\text{B/C} = 2,75 > 1$$

- El VAN, resulta mayor que cero, lo cual indica que gracias a la inversión de implementación y de elaboración se obtendría un flujo de efectivo durante los cinco años; en consecuencia indica la aceptación del proyecto.
- El TIR resulta entre los rangos de tasa de actualización de los proyectos que son de 11% a 13%, la cual indica que estará dentro de los proyectos bajo financiamiento privado; en consecuencia indica la aceptación del proyecto.
- El B/C resulta mayor que uno, lo cual indica que la relación que existe entre los valores netos de efectivo después de recuperar la tasa de interés exigida es mayor que el equilibrio; en consecuencia indica que el proyecto es rentable.

Al cumplir los tres indicadores del cálculo de rentabilidad para el proyecto denominado “Análisis y diseño de sistemas de comunicación para la empresa Compufácil Cía. Ltda.”, determinamos que **ES RENTABLE** para su implementación.

## CONCLUSIONES:



## CONCLUSIONES:

De acuerdo con los objetivos planteados y los resultados obtenidos durante el desarrollo de los capítulos anteriores del presente proyecto de titulación, se pueden establecer las siguientes conclusiones:

- Se logró conocer e identificar los productos y servicios que pone a consideración de sus clientes la empresa Compufácil Cía. Ltda., y de esta manera mejorar sus comunicaciones para obtener ventajas competitivas en el campo tecnológico.
- Al analizar las normas, especificaciones y procedimientos se propone diseños de cableado estructurado partiendo de la necesidad que tiene la empresa de manejar de mejor manera su principal activo como es la información además que es una excelente forma para disminuir las amenazas a la información y a la red; en consecuencia desemboca en la mejora de la productividad, la seguridad, la optimización y el desempeño de toda la red.
- Los diseños propuestos para la implementación cuentan con la información de la infraestructura de los edificios y con las exigencias del cliente, buscando soluciones en la cuales se aplican las normas y conceptos de Ingeniería que nos brindan como resultado: flexibilidad con respecto a los servicios soportados, la vida útil del cableado y equipos, el tamaño físico y la cantidad de usuarios que estarán utilizando el servicio, costos entre otros.
- Al tener un sistema de cableado óptimo la administración se constituye en una tarea importante dada la cantidad de usuarios e información que maneja la empresa son considerables y de existir cualquier error los diagramas y diseños propuestos serán de gran ayuda ya que se podrá identificar de manera rápida en donde ocurre el daño y poder arreglarlo o repararlo



evitando pérdida de tiempo para los usuarios internos y evitando molestias de servicio a los clientes.

- Con la implementación del sistema de comunicación inalámbrica entre los edificios que conforman la empresa Compufácil Cía. Ltda., podemos afirmar según los resultados obtenidos que los canales de comunicación se han vuelto más eficientes con respecto a la velocidad que se obtenía mediante enlaces por internet traduciéndose en mejor atención al cliente ayudando de esta manera ayudando a optimizar los recursos humanos, tecnológicos y económicos.
- Los dispositivos que se utilizan para el enlace inalámbrico entre otras ventajas nos presentan el uso de tecnología MIMO que permiten mantener la calidad de la señal muy buena para la transmisión de información
- El utilizar un programa computacional para el análisis de la implementación de sistemas de comunicación inalámbrica como lo es Radio Mobile considerado una herramienta confiable para el análisis de factibilidad de los enlaces inalámbricos y de fácil configuración podemos llegar afirmar la importancia de utilizarlos antes de la implementación ya que podemos analizar la información y resultados antes de adquirir dispositivos que no nos proporcionarían niveles de comunicación óptima como los que necesita la empresa.
- La implementación de esta red inalámbrica, con los equipos, precios; y bajo las condiciones especificadas anteriormente, si bien es cierto constituye una inversión alta esta se justifica con la funcionalidad de la comunicación y la velocidad en los accesos.



## RECOMENDACIONES:

- Se recomienda que una vez implementados los sistemas de comunicación dentro de la empresa Compufácil Cía. Ltda., se proceda a una evaluación financiera, humana y del proyecto dentro de un año, el mismo servirá para establecer los resultados para que de esta manera se proceda a realizar los ajustes necesarios para su correcta ejecución.
- Se recomienda además la incorporación de un administrador de red el mismo que garantizará que el proyecto aquí descrito será ejecutado en base a normas, estándares y recomendaciones propias para los sistemas de comunicación; se lo utilizará como guía para la implementación de nuevos puntos de red y deberá seguir las normas aquí planteadas para mantener el orden dentro de los sistemas.
- Se deberá verificar el uso de contraseñas seguras dentro de los sistemas de comunicación inalámbrica ya que los enlaces podrían constituirse en amenazas de personas no autorizadas y se podría en riesgo la información de la empresa; de igual manera se deberá monitorear y realizar inspecciones físicas con la finalidad de constatar que los puntos de la red estén siendo utilizados por personal de la empresa.
- Se recomienda que para lograr un sistema de comunicaciones factible y además cubra las necesidades del usuario mantener coordinación constante entre las personas que estarán a cargo de la implementación del sistema y la gerencia de la empresa.
- Se deberá programar el mantenimiento y monitoreo de los equipos y enlaces constantemente para evitar deterioro en la calidad de transmisión de los paquetes de datos.



- Se recomienda adquirir equipos de repuesto para en caso de un fallo las reparaciones se realicen en el menor tiempo posible.
  
- Se recomienda la inversión en este proyecto ya que está totalmente justificada en base a los beneficios que se obtienen ya que se puede administrar de mejor manera los recursos y la información de la empresa lo que permite la posibilidad de implementación de nuevos proyectos a nivel de la empresa como implementar sistemas de comunicación a los clientes de Compu fácil Cía. Ltda.



## **BIBLIOGRAFIA:**

PICON Vecino Hugo “Ciclo de conferencias de Actualización Informática\_ SENA”;  
Mayo 2008

DURÁN, José Antonio, El Financiero, Editorial Arroyo, México 2009, p. 186

## **SITIOS WEB:**

Cableado (recuperado el 11 de Enero del 2012)

<http://www.haceredes.zobyhost.com/subsistemas-cableado.html>

Redes Inalámbricas (recuperado el 15 de Enero del 2012)

<http://histinf.blogs.upv.es/2010/12/02/historia-de-las-redes-inalambricas/#more-1150>

Antenas (recuperado el 21 de Enero del 2012)

<http://es.wikipedia.org/wiki/Antena>

Antenas y Cables Guías (recuperado el 25 de Enero del 2012)

[http://8\\_es\\_antenas\\_y\\_cables\\_guia\\_v01](http://8_es_antenas_y_cables_guia_v01)

Proyectos e Inversión (recuperado el 5 de Febrero del 2012)

<http://www.monografias.com/trabajos16/proyecto-inversion/proyecto-inversion.shtml>

Impuestos Servicios de Rentas Internas (recuperado el 16 de Febrero del 2012)

[www.sri.gov.ec./sri/general/home.do;jsessionid=D83603](http://www.sri.gov.ec./sri/general/home.do;jsessionid=D83603)

Rentabilidad (recuperación el 20 de Febrero del 2012)

[www.cfn.fin.ec/home.htm](http://www.cfn.fin.ec/home.htm)



Antenas Wi-Fi (recuperado el 25 de Febrero del 2012)

<http://es.wikipedia.org/wiki/Wi-Fi>

Historia de las Redes Inalámbricas (recuperado el 17 de Marzo del 2012 )

<http://histinf.blogs.upv.es/2010/12/02/historia-de-las-redes-inalambricas/#more-1150>

Rentabilidad (recuperado el 28 de Marzo del 2012)

<http://hwagm.elhacker.net/calculo/calcularalcance.htm>

Conexiones (recuperado el 11 de Abril del 2012)

<http://wifiw.com/672/antenas-wifi-de-largo-alcance-para-conexiones-a-larga-distancia.html>

Clasificación de Antenas (recuperado el 20 de Abril del 2012)

<http://www.opcionweb.com/index.php/2008/03/04/tipos-de-antenas-wifi/>

Sistema Operativo (recuperación el 14 de Mayo del 2012)

[http://www.ubnt.com/wiki/AirOS\\_5\\_Spanish](http://www.ubnt.com/wiki/AirOS_5_Spanish)



# ANEXOS

Descripción de la red para la empresa Compufácil Cía. Ltda.

## Contenido

### **1 Diagramas actuales de la red Edificio San José**

- 1.1 Mapa actual de la red primer piso
- 1.2 Mapa actual de la red segundo piso
- 1.3 Mapa actual de la red tercer piso
- 1.4 Descripción de puestos de trabajo

### **2 Diseños propuestos para la red**

#### **2.1 Diagrama de red general**

#### **2.2 Diseños físicos vertical**

- 2.2.1 Diagrama vertical Edificio principal
- 2.2.2 Diagrama vertical Sucursal # 1
- 2.2.3 Diagrama vertical Sucursal # 2

#### **2.3 Diseños físico horizontal**

- 2.3.1 Diagrama horizontal Edificio principal
- 2.3.2 Diagrama horizontal Sucursal # 1
- 2.3.3 Diagrama horizontal Sucursal # 2

#### **2.4 Diagrama de servidores**

- 2.4.1 Diseño de los servidores de la empresa

#### **2.5 Diagrama físico**

- 2.5.1 Diagrama físico de la red

#### **2.6 Diagramas lógicos**

- 2.6.1 Diagrama lógico Edificio San José
- 2.6.2 Diagrama lógico Sucursal # 1
- 2.6.3 Diagrama lógico Sucursal # 2

#### **2.7 Diseños VLAN**



- 2.7.1 Diagrama VLAN Edificio San José
- 2.7.2 Diagrama VLAN Sucursal # 1
- 2.7.3 Diagrama VLAN Sucursal # 2

## **2.8 Diagramas de voz**

### **2.8.1 Edificio San José**

- 2.8.1.1 Primer piso
- 2.8.1.2 Segundo piso
- 2.8.1.3 Tercer piso

### **2.8.2 Sucursal # 1**

- 2.8.2.1 Primer piso

### **2.8.3 Sucursal # 2**

- 4.4.3.1 Primer piso

## **3 Direccionamiento IP**

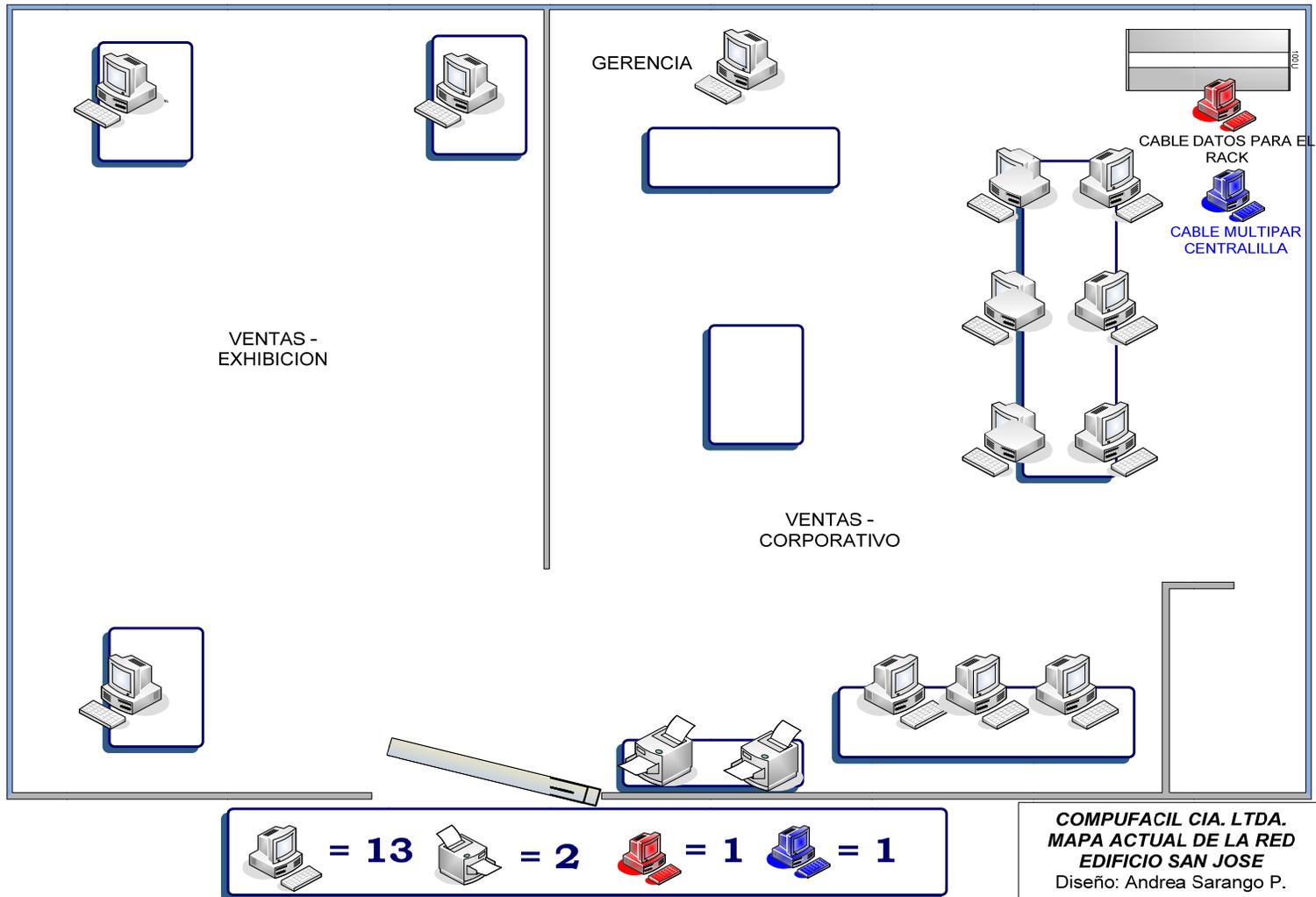
- 3.1 Dispositivos de red para direccionamiento IP
- 3.2 Diagrama de dispositivos de direccionamiento IP

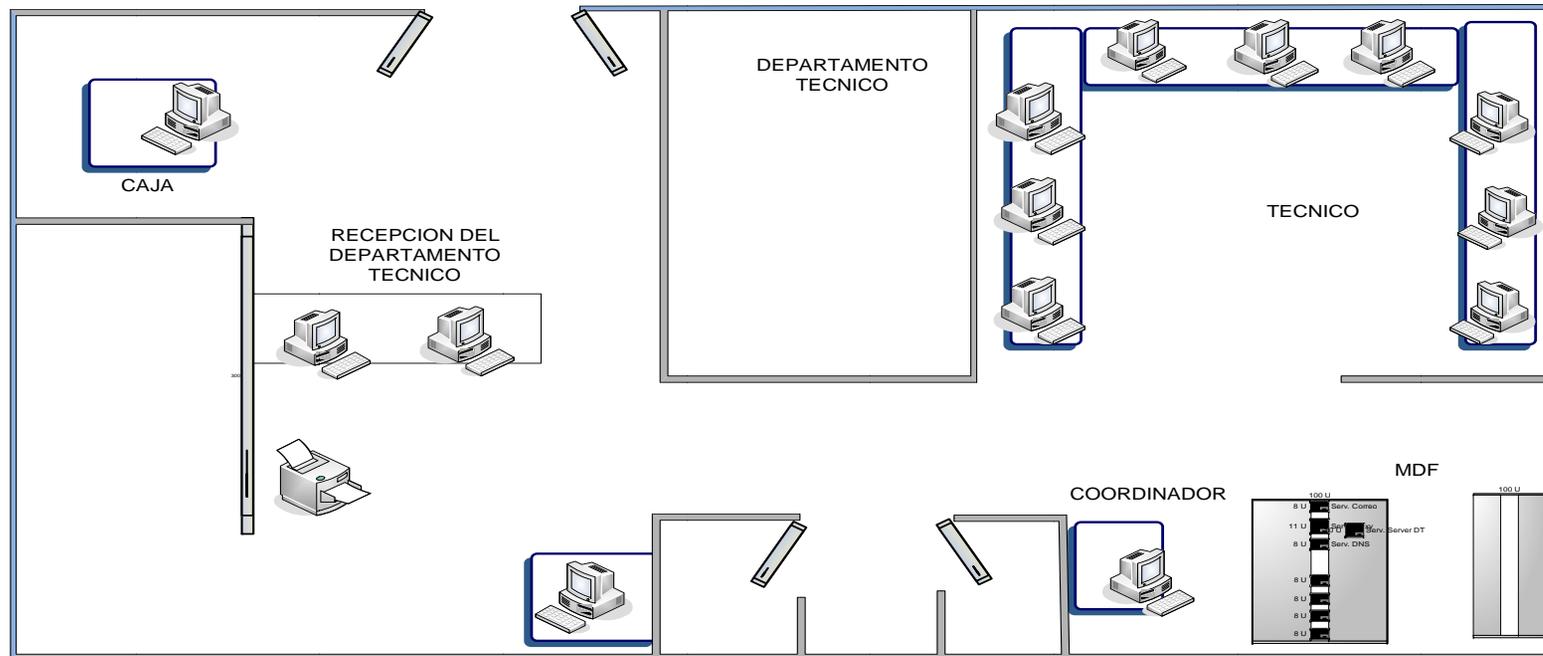




# 1 Diagramas actuales de la red Edificio San José

## 1.1 Mapa actual de la red primer piso

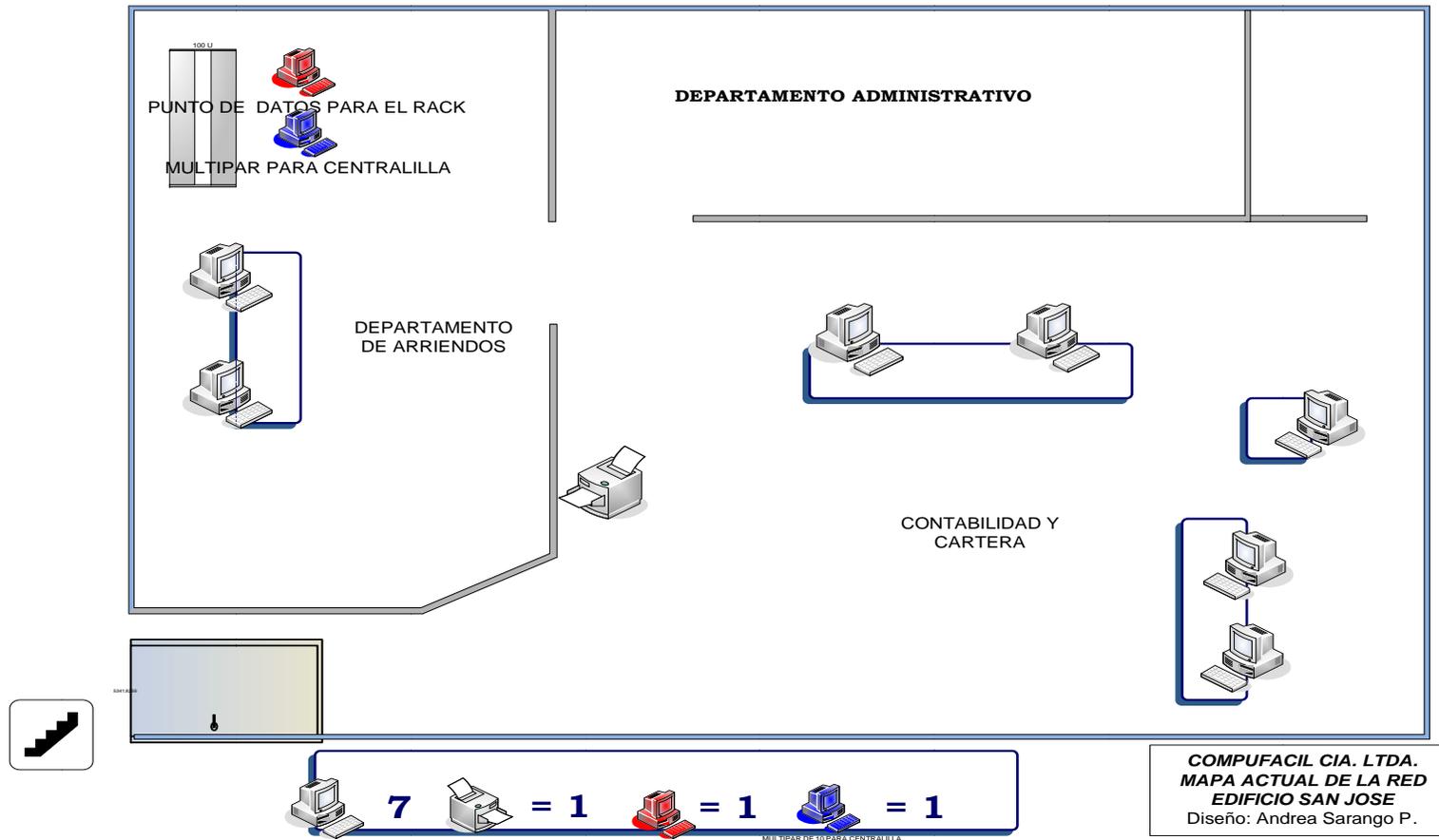




**COMPUFACIL CIA. LTDA.**  
**MAPA ACTUAL DE LA RED**  
**EDIFICIO SAN JOSE**  
Diseño: Andrea Sarango P.

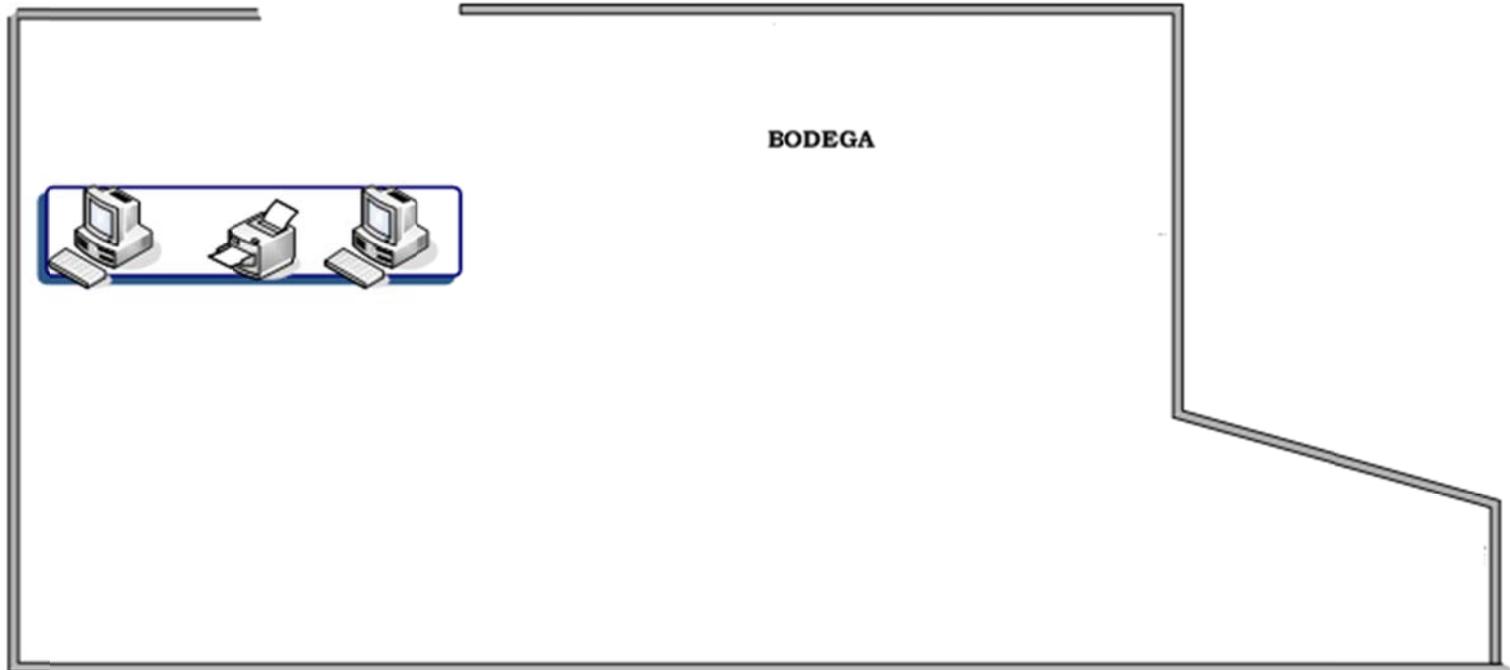


### 1.2 Mapa actual de la red segundo piso





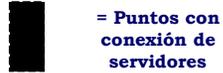
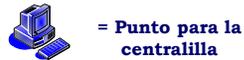
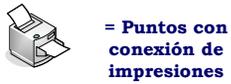
### 1.3 Mapa actual de la red tercer piso



COMPUFACIL CIA. LTDA.  
MAPA ACTUAL DE LA RED  
EDIFICIO SAN JOSE  
Diseño: Andrea Sarango P.



### 1.4 Descripción de los puestos de trabajo



**Departamento Administrativo**

= 7   
 = 1   
 = 1   
 = 1

MULTIPAR DE 10 PARA CENTRALILLA

**Departamento Técnico**

= 14   
 = 1   
 = 0   
 = 0   
 = 13

**Departamento de Ventas**

= 13   
 = 2   
 = 1   
 = 1

CABLE MULTIPAR

**Departamento Bodega**

= 2   
 = 1   
 = 0

PUNTOS DE EQUIPOS :  $36 \times 2 = 72$

PUNTOS DE IMPRESORAS :  $5 \times 2 = 10$

PUNTOS DE DATOS DE CONEXIÓN AL RACK :  $2 \times 2 = 4$

PUNTOS DE CONEXIÓN DE LOS SERVIDORES : 13

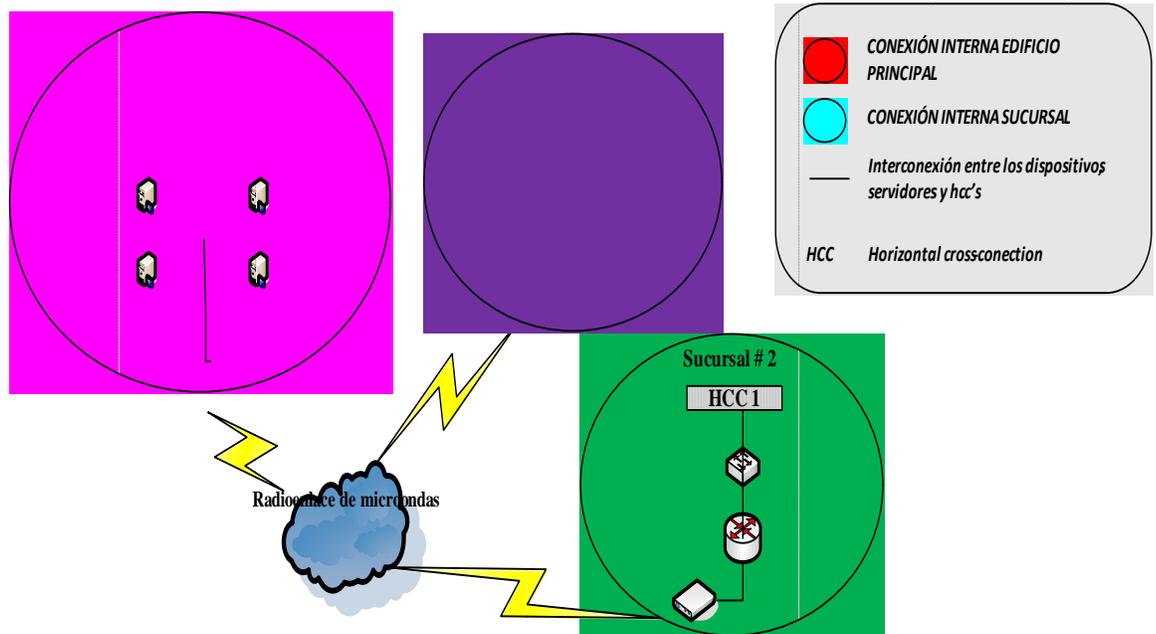
**TOTAL DE PUNTOS DE RED : 72 Puntos de red**

**TOTAL DE PUNTOS DE Servidores : 13**

**Punto para la centralilla : 2**  
 PUNTOS MULTIPAR CENTRALILLA

## 2 Diseños propuestos para la red

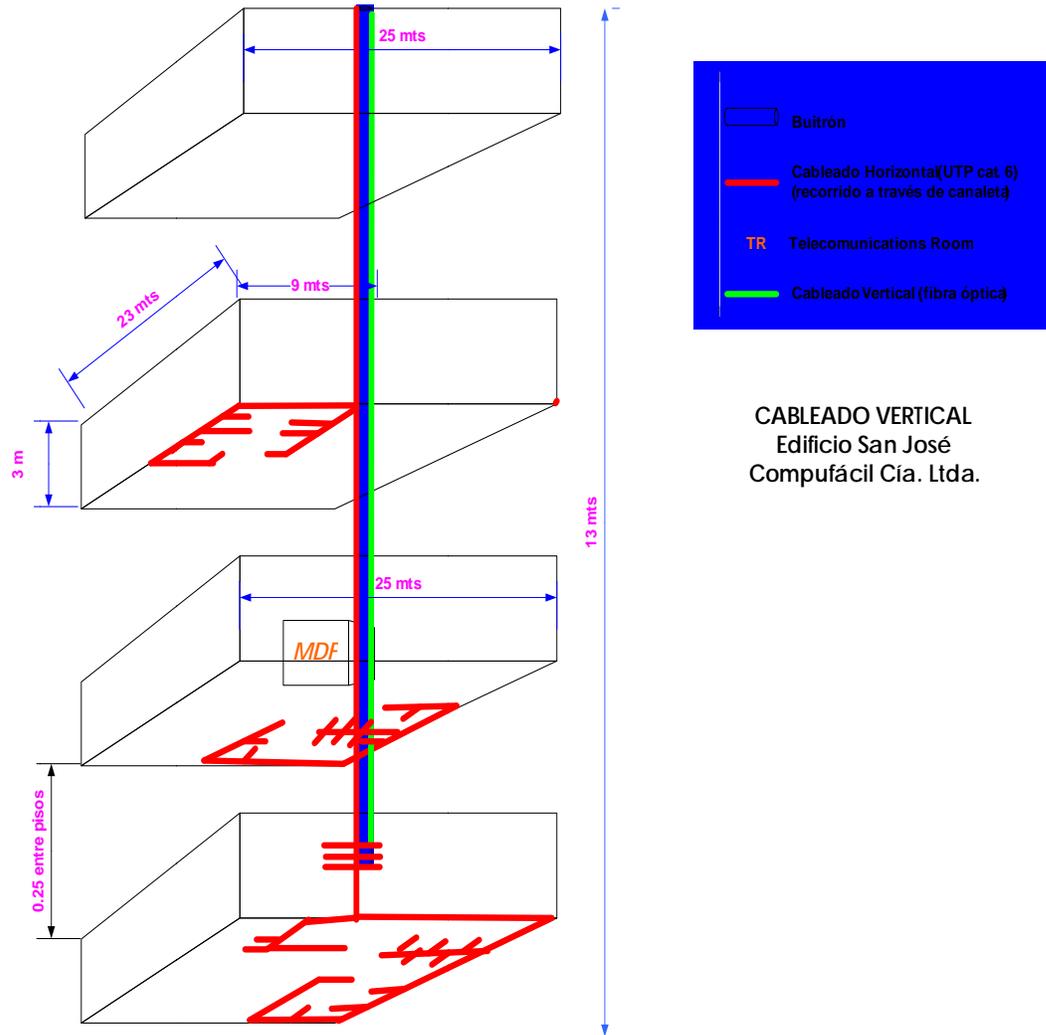
### 2.1 Diagrama de red general



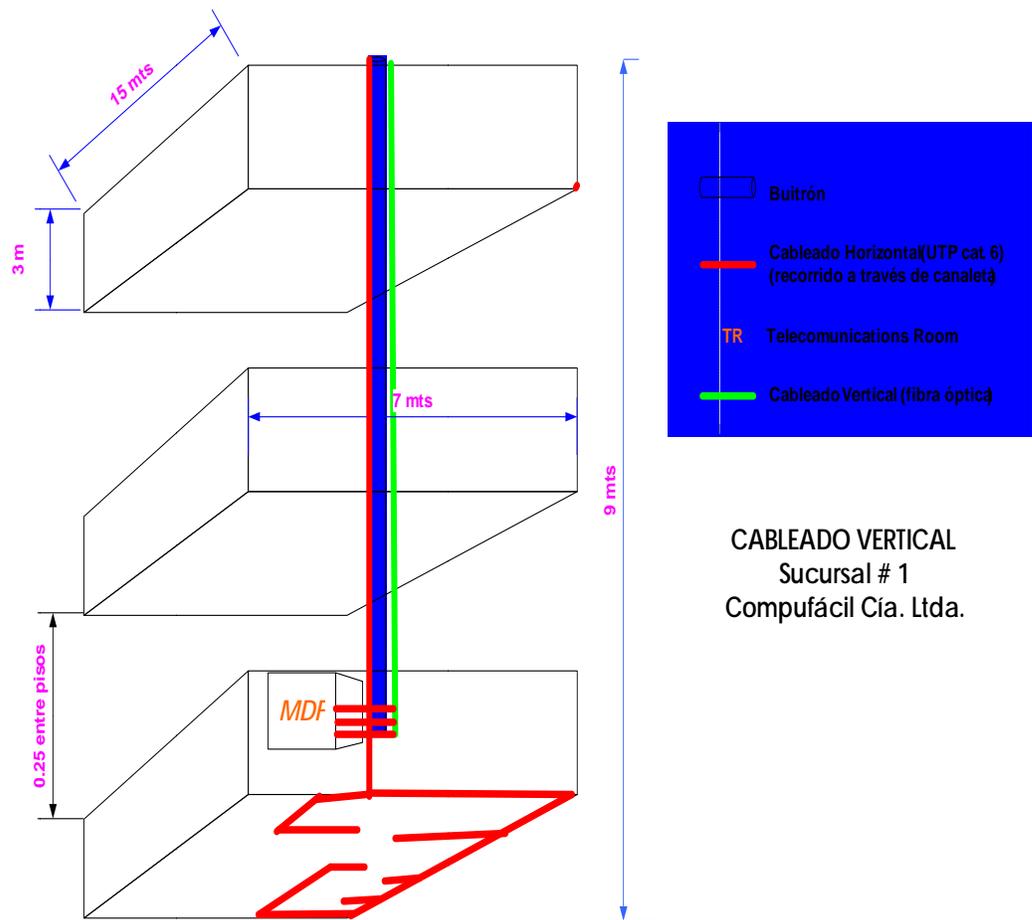
Para el diseño de la red se tomó en cuenta que existen tres agencias ubicadas en la ciudad de Cuenca.

## 2.2 Diseños físicos vertical

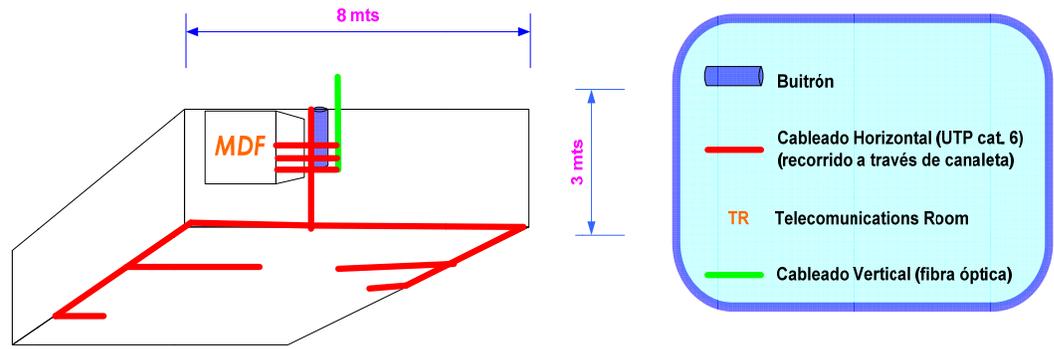
### 2.2.1 Diagrama vertical Edificio San José



### 2.2.2 Diagrama vertical Sucursal # 1



2.2.3 Diagrama vertical Sucursal # 2

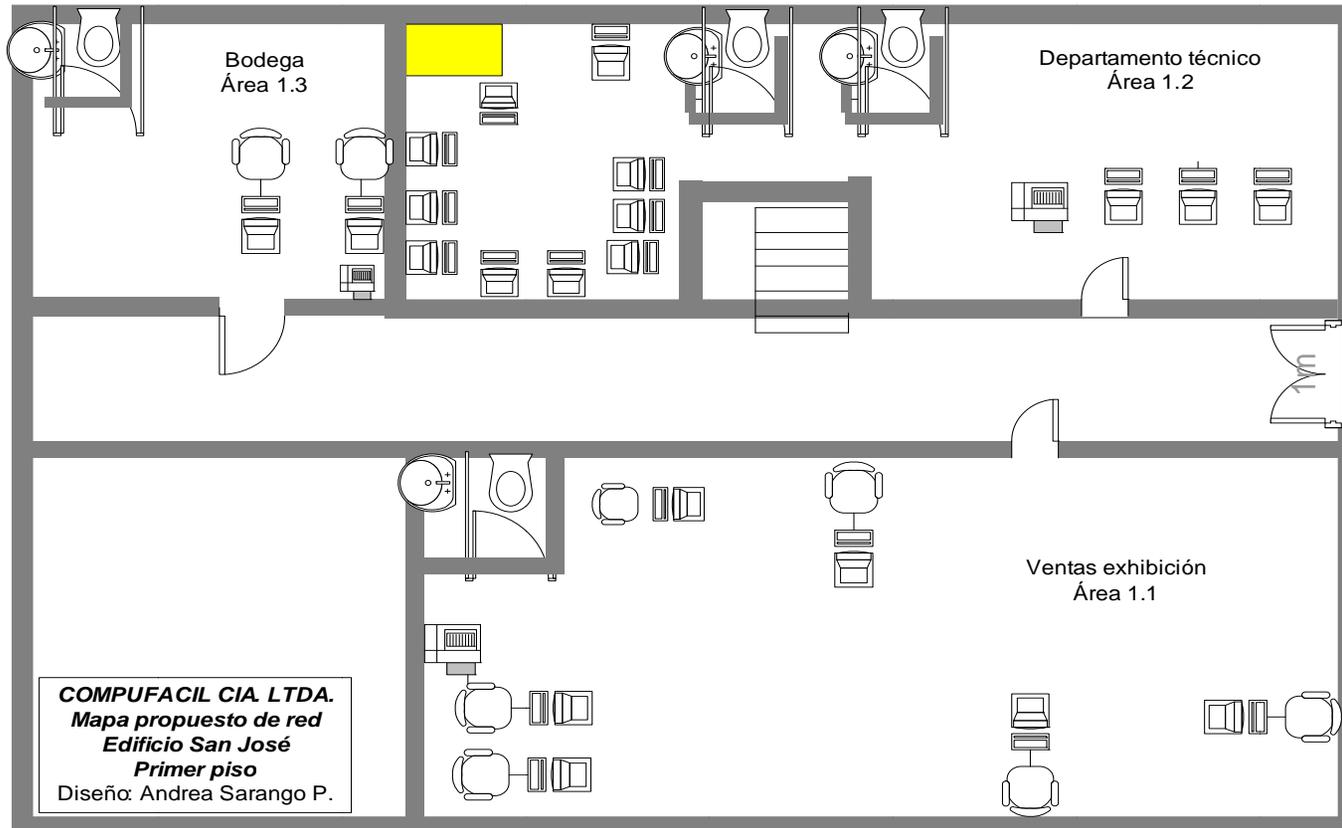


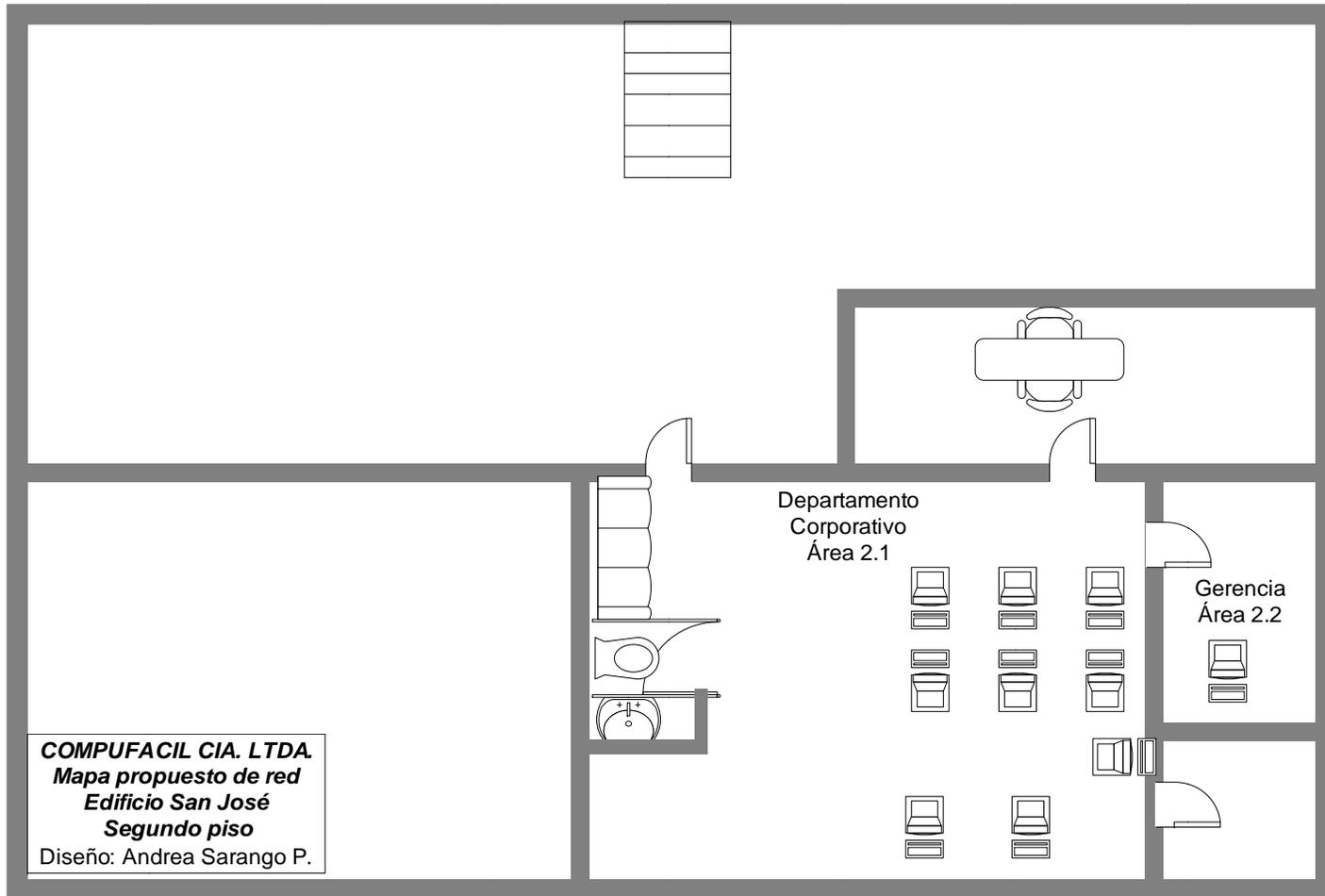
**CABLEADO VERTICAL**  
Sucursal # 2  
Compufácil Cía. Ltda.

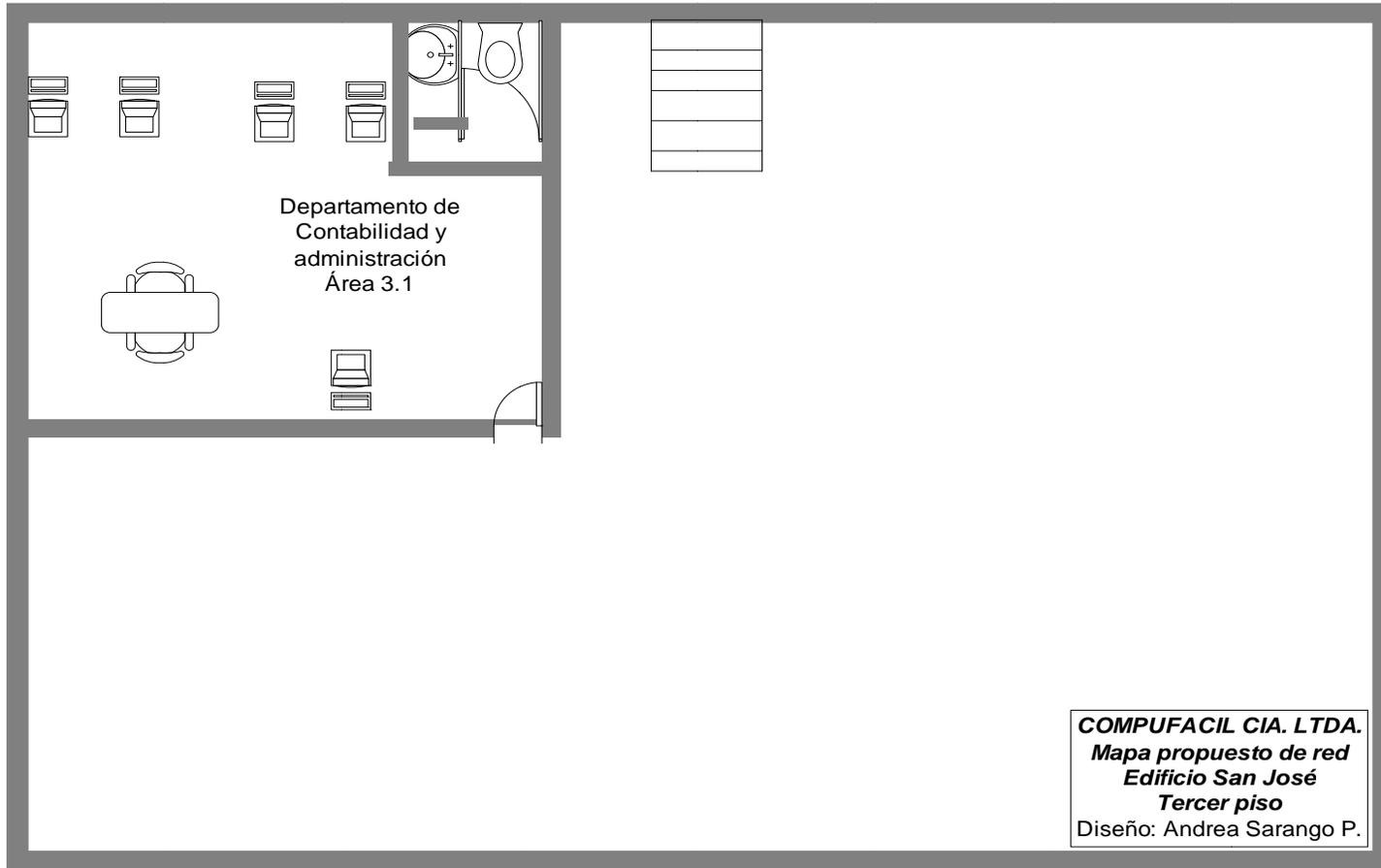


## 2.3 Diseños físico horizontal

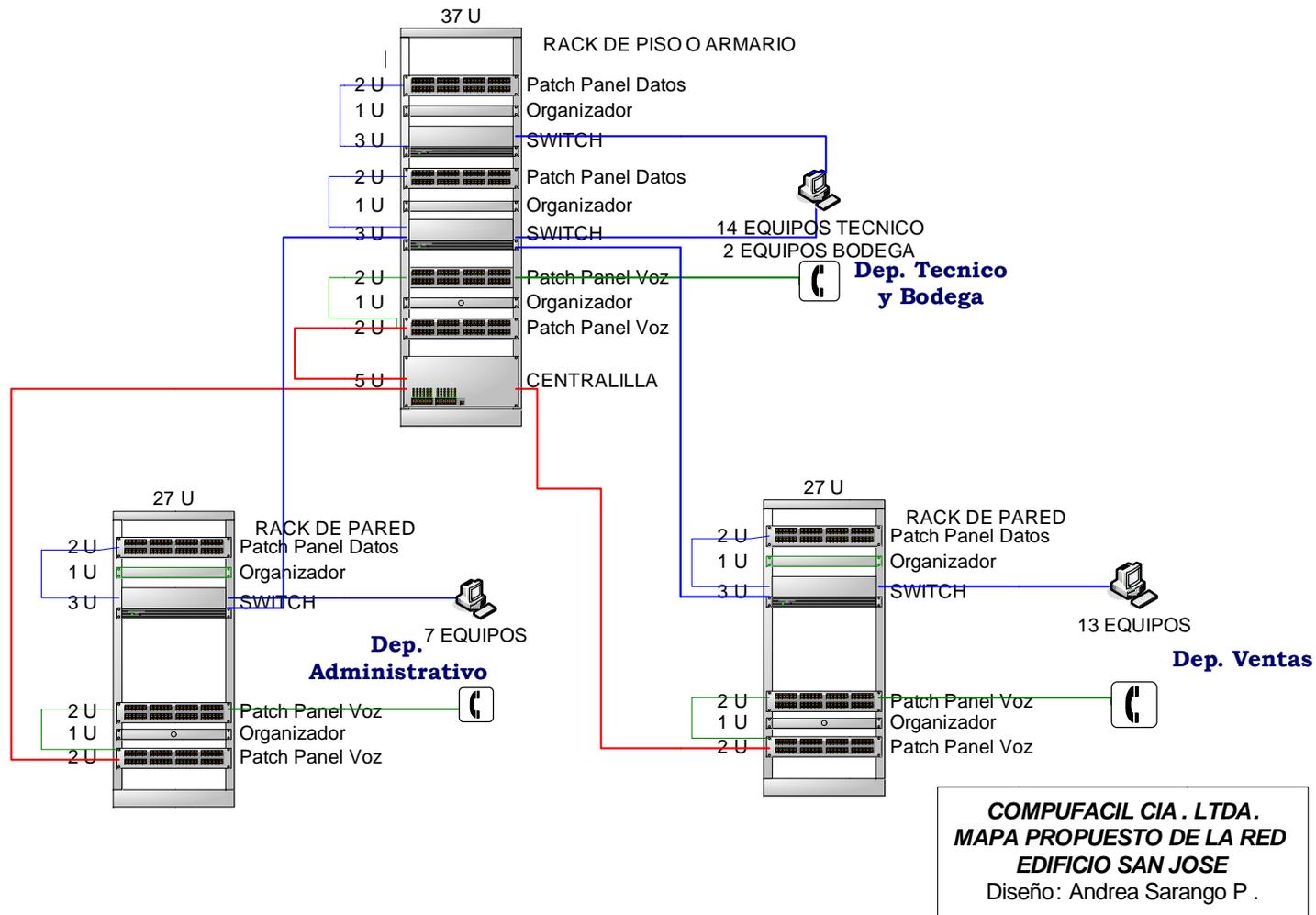
### 2.3.1 Diagrama horizontal Edificio principal





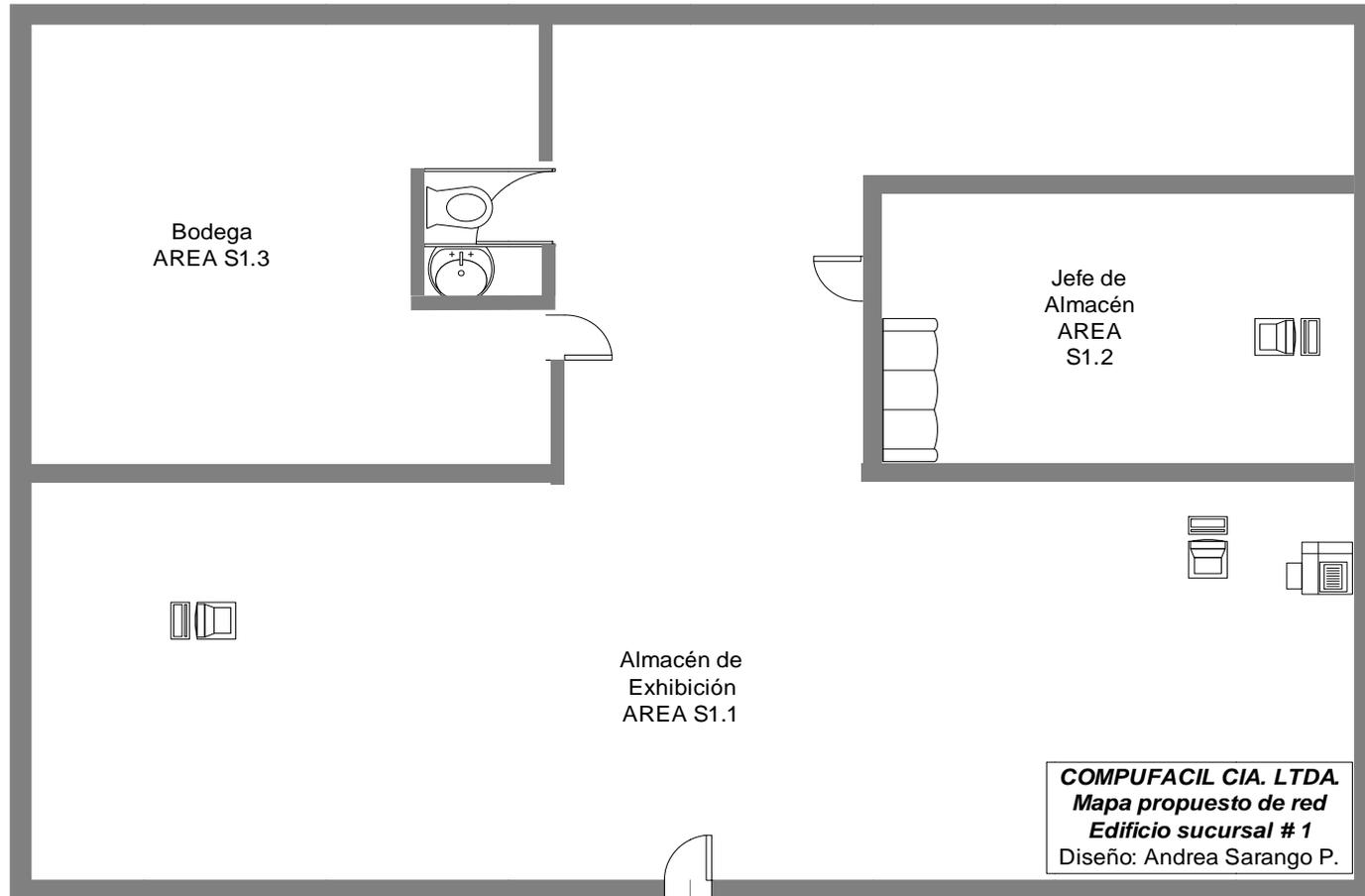






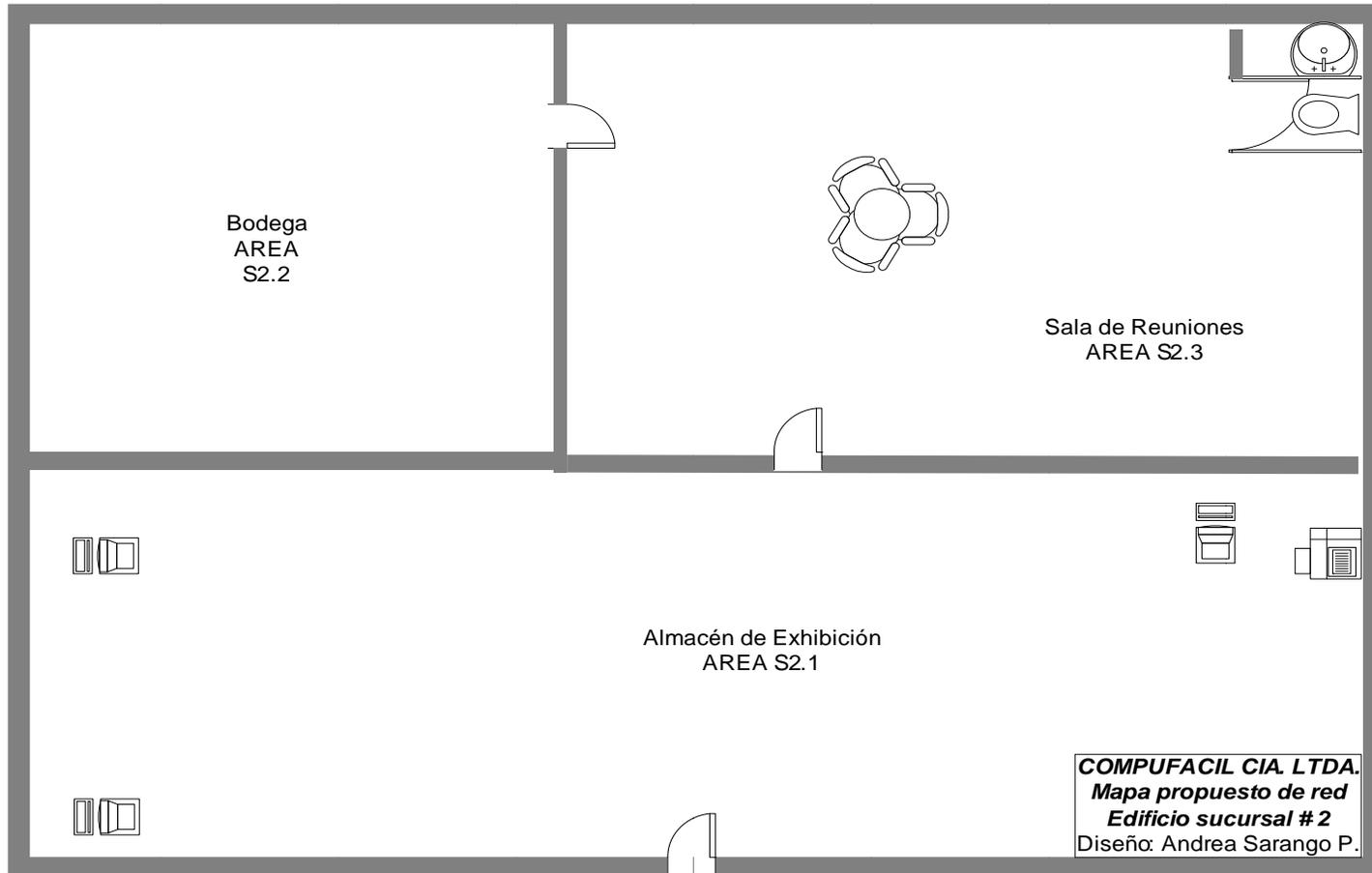


2.3.2 Diagrama horizontal Sucursal # 1





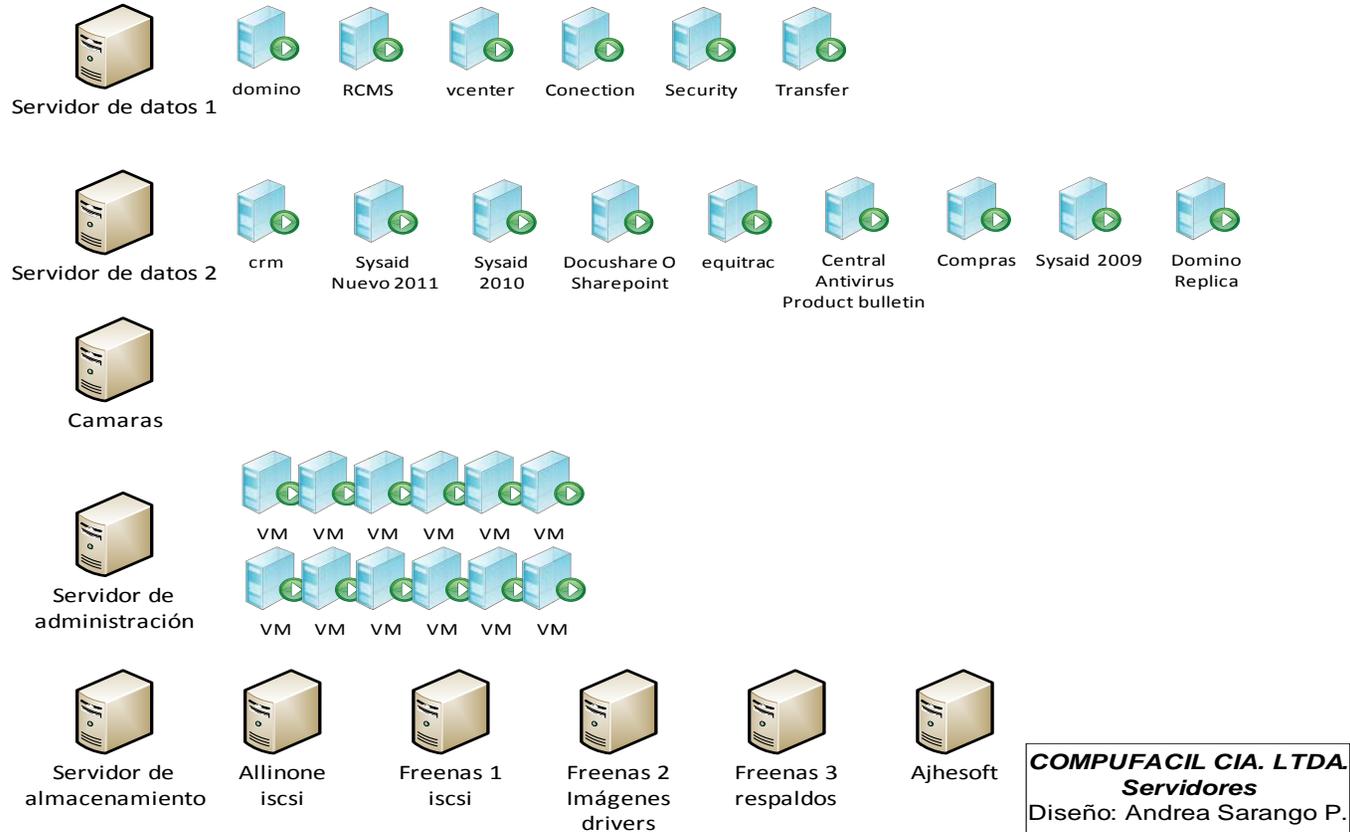
2.3.3 Diagrama horizontal Sucursal # 2





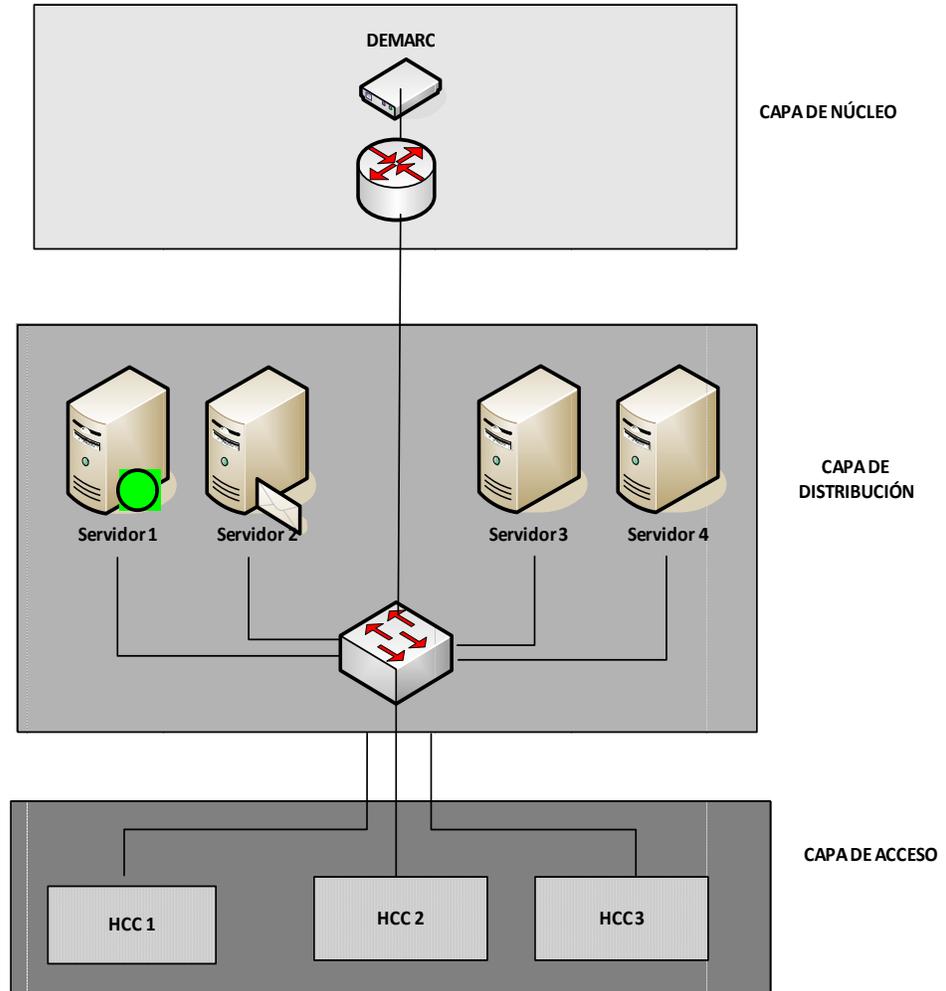
## 2.4 Diagrama de servidores

### 2.4.1 Diseño de los servidores de la empresa



## 2.5 Diagrama físico

### 2.5.1 Diagrama físico de la red



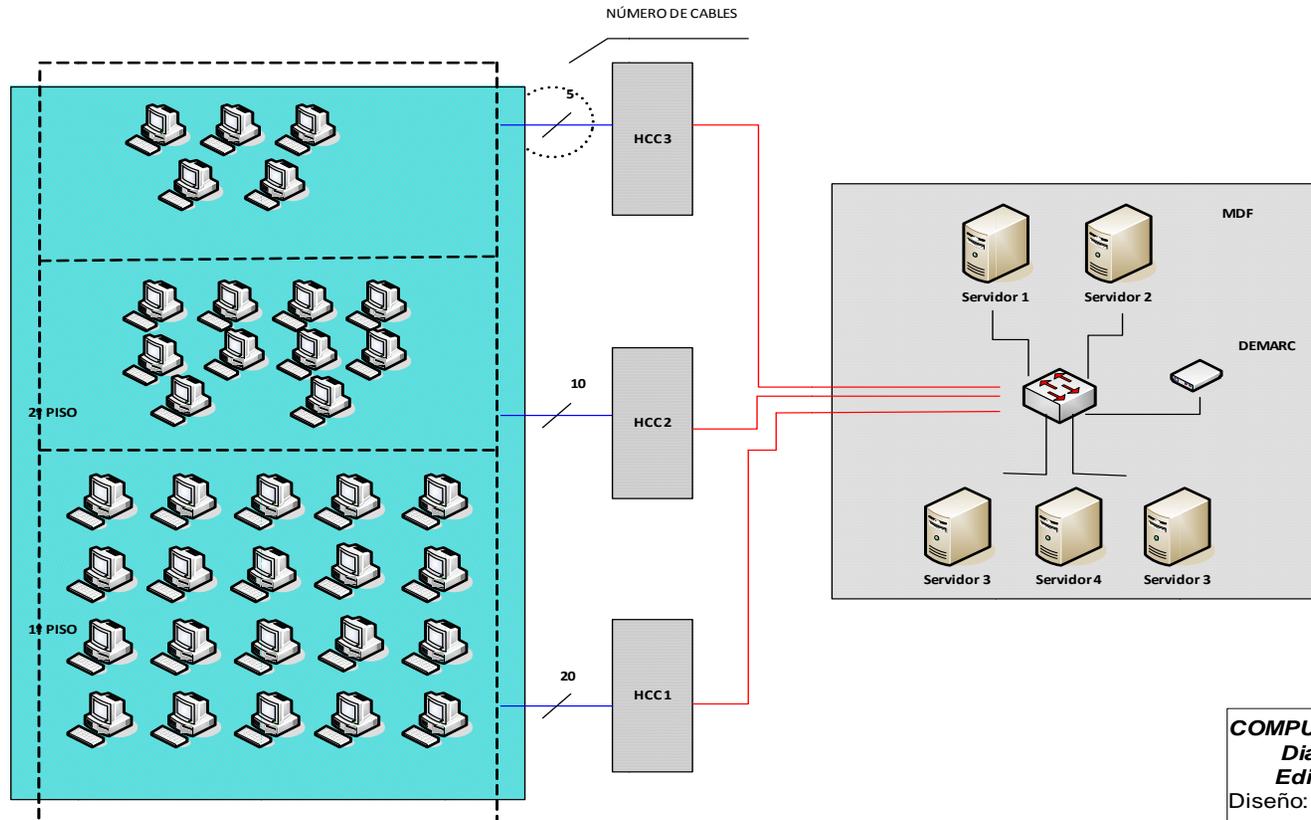
**COMPUFACIL CIA. LTDA.**  
**Diseño físico**  
Diseño: Andrea Sarango P.



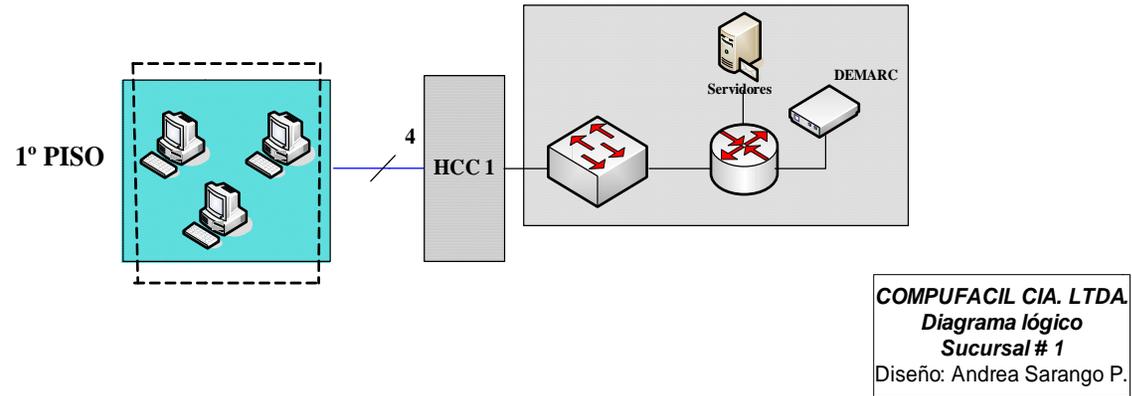


## 2.6 Diagramas lógicos

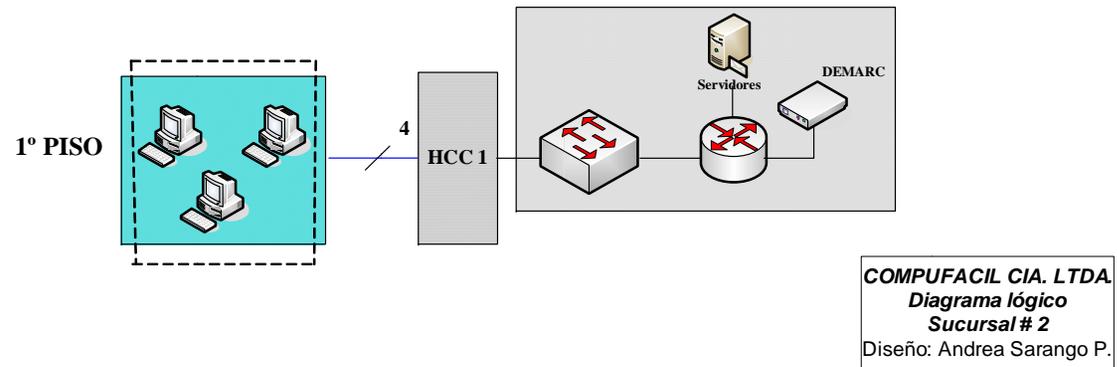
### 2.6.1 Diagrama lógico Edificio San José



### 2.6.2 Diagrama lógico Sucursal # 1

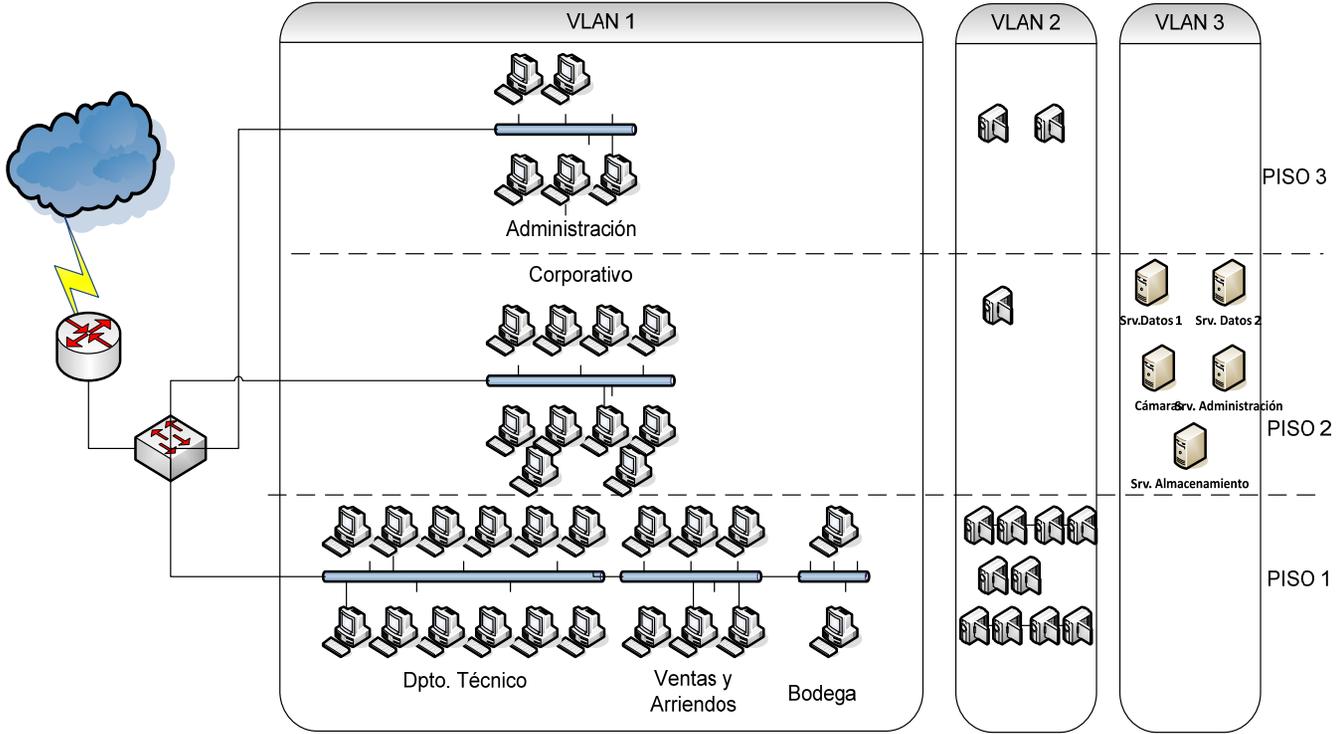


### 2.6.3 Diagrama lógico Sucursal # 2



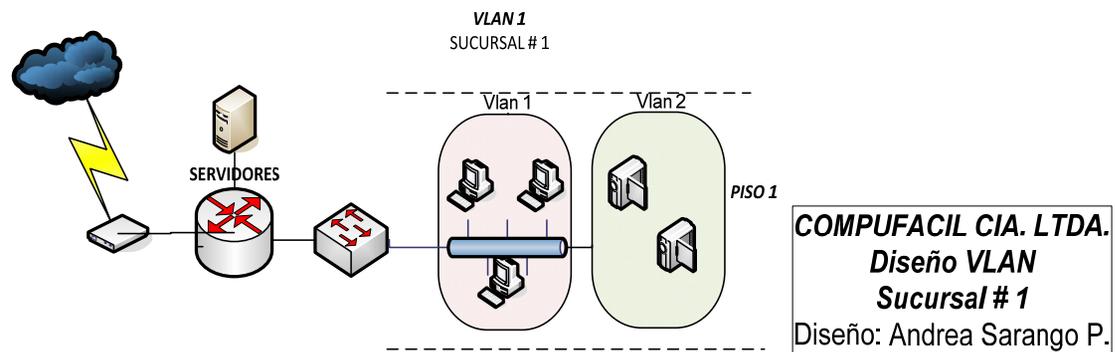
2.7 Diseños VLAN

2.7.1 Diagrama VLAN Edificio San José

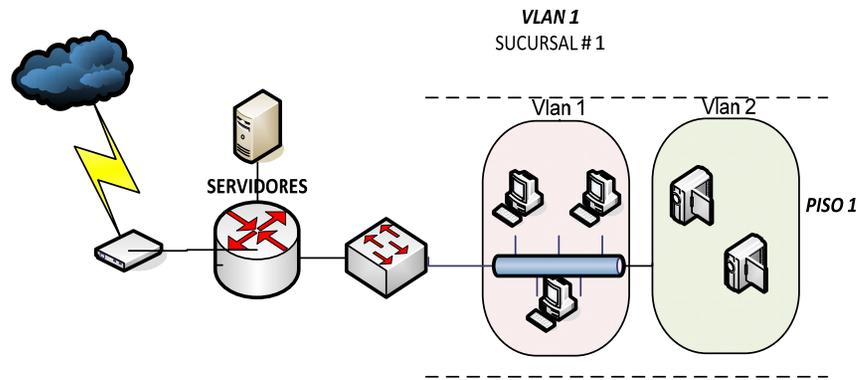


**COMPUFACIL CIA. LTDA.**  
**Diseño VLAN**  
**Edificio San José**  
Diseño: Andrea Sarango P.

### 2.7.2 Diagrama VLAN Sucursal # 1



### 2.7.3 Diagrama VLAN Sucursal # 2

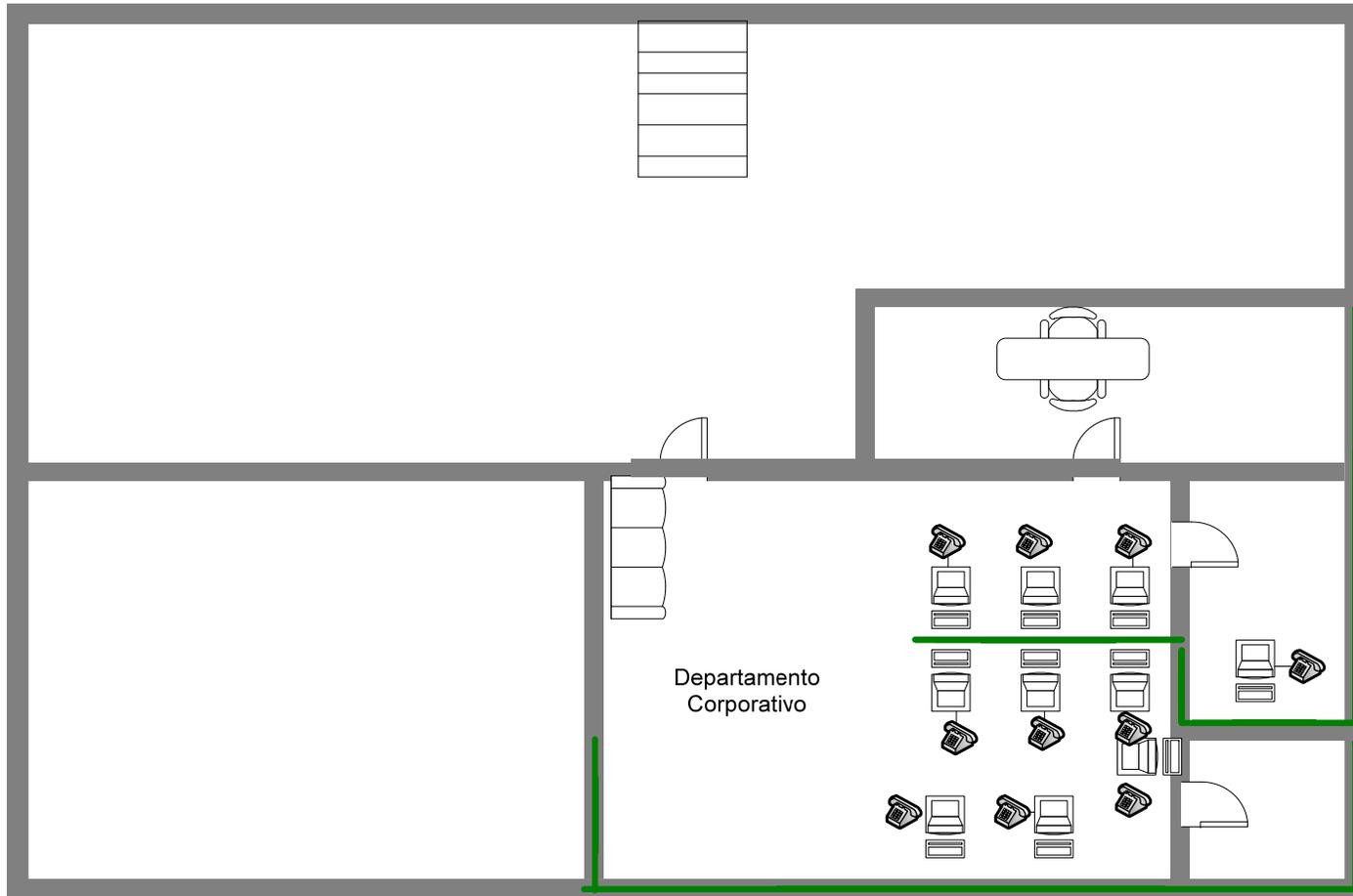


**COMPUFACIL CIA. LTDA.**  
**Diseño VLAN**  
**Sucursal # 2**  
 Diseño: Andrea Sarango P.

## 2.8 Diagramas de voz

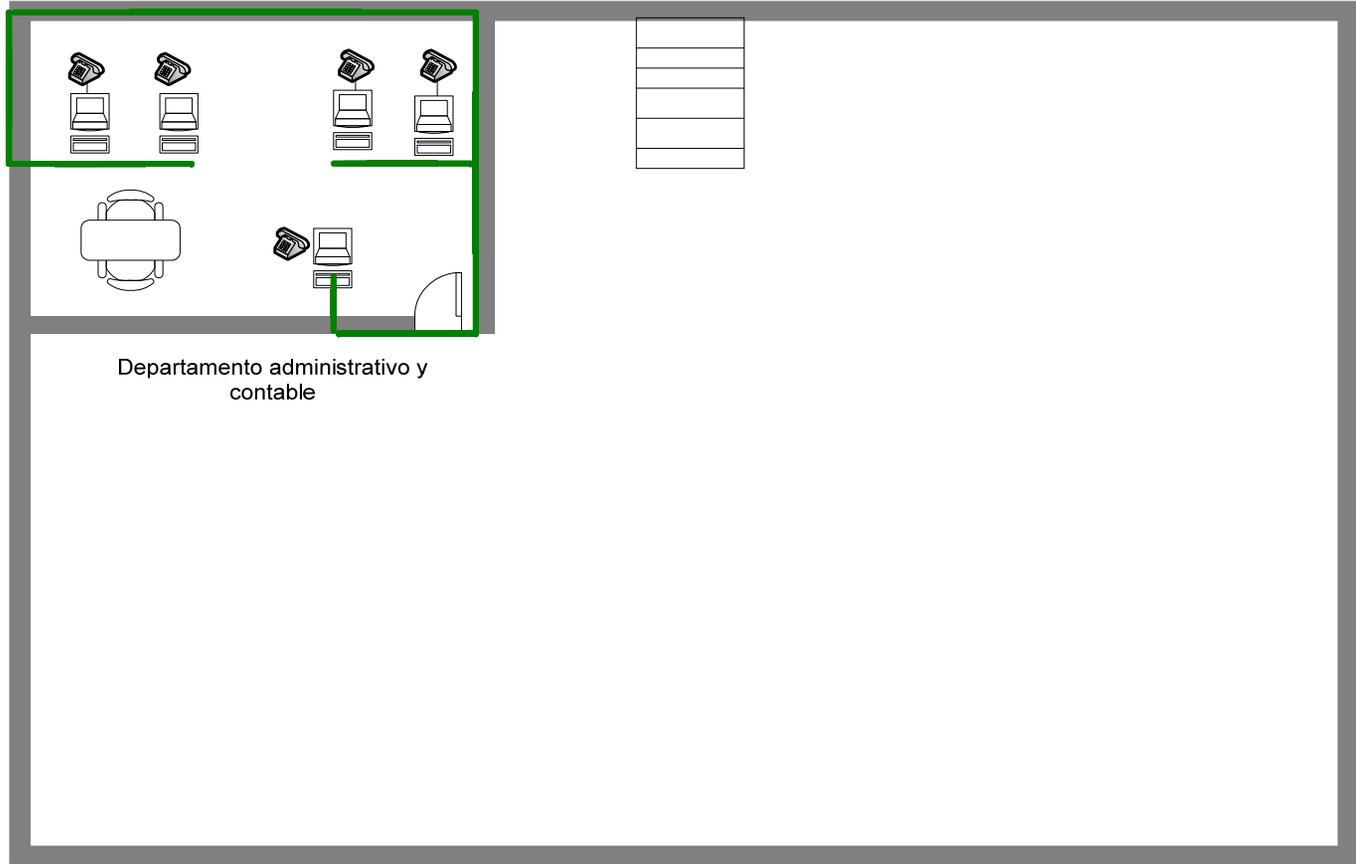
### 2.8.1 Edificio San José





Departamento  
Corporativo

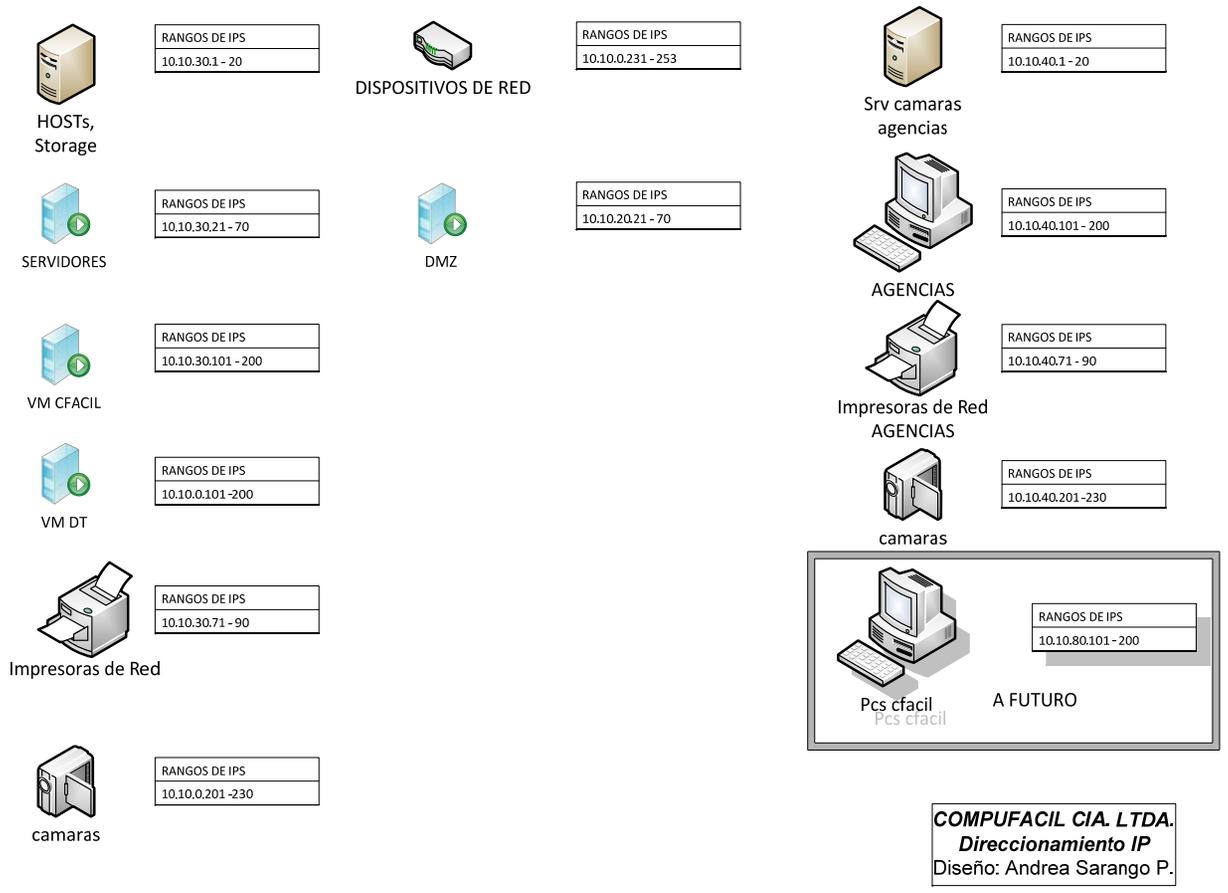
**COMPUFACIL CIA. LTDA.**  
**Diseño VLAN**  
**Edificio San José**  
Diseño: Andrea Sarango P.



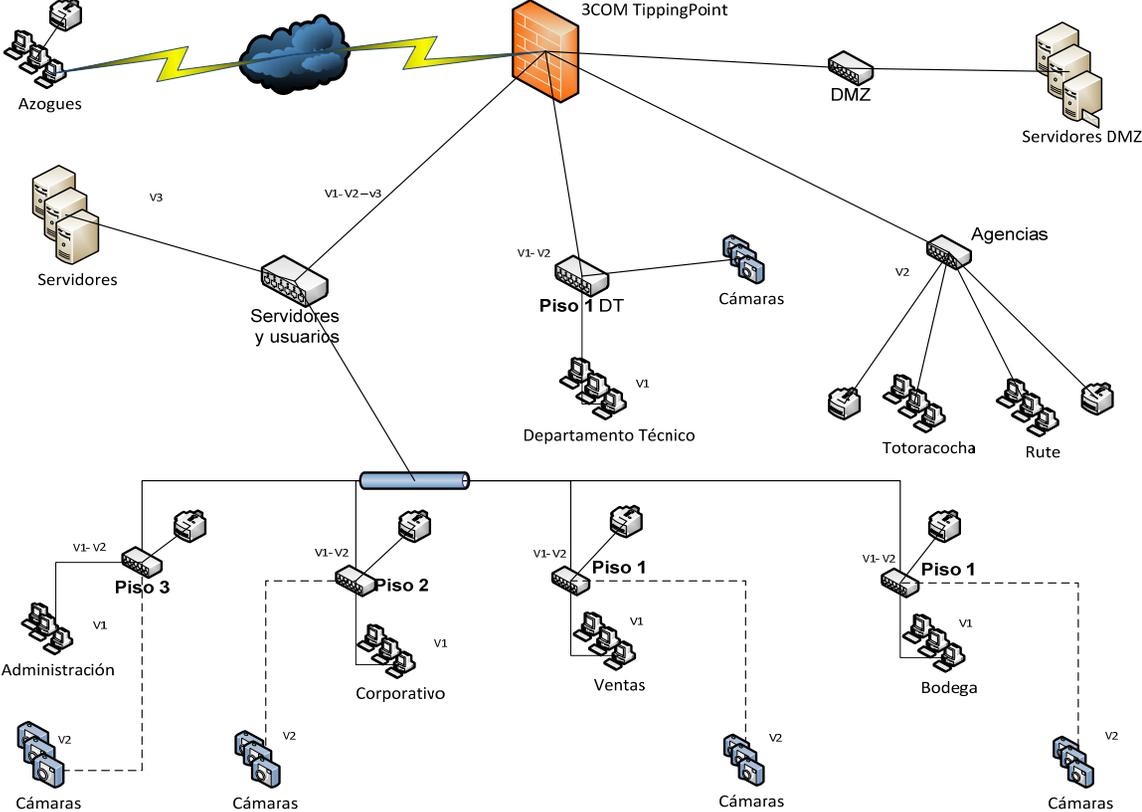
**COMPUFACIL CIA. LTDA.**  
**Diseño VLAN**  
**Edificio San José**  
Diseño: Andrea Sarango P.

### 3 Direccionamiento IP

#### 3.1 Dispositivos de red para direccionamiento IP



3.2 Diagrama de dispositivos de direccionamiento IP



COMPUFACIL CIA. LTDA.  
Direccionamiento IP  
Diseño: Andrea Sarango P.