



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

"DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UNA RED INALAMBRICA
PARA UNA INSTITUCION HOSPITALARIA"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
(ELECTRICO - ELECTRONICO)**
P R E S E N T A N :
**MARIA DEL CARMEN MARTINEZ CAMACHO
RICARDO ORTIZ BASTIDA**



DIRECTOR: M. en I. LAURO SANTIAGO CRUZ

MEXICO, D. F.

2006



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos

"A mis padres, Hermelinda Bastida Castillo (†) y Salvador Ortiz Andrade, ya que gracias a su esfuerzo, dedicación, alegrías y tristezas trazaron mi camino. Gracias a ellos obtuve de su vida, el ejemplo a seguir..."

"Al amor de mi vida, Rosa Isela García, por estar ahí siempre a mi lado, por brindarme todo su cariño y comprensión, por hacerme soñar en lo imposible e impulsarme a alcanzarlo."

" A mi hermano Salvador Ortiz, por impulsarme a ser un mejor hermano, hombre y apoyarme incondicionalmente."

" A mi amiga y compañera María del Carmen Martínez, con quien emprendí este proyecto, por su apoyo, tolerancia y empatía en los momentos más difíciles de mi vida."

"... y a todos aquellos que no menciono pero mantengo en mi corazón, y que ayudaron a concretar este proyecto."

Gracias.

“Hacer realidad lo que soñamos: de eso se trata la vida”

A mis padres:

Juanita y Alfonso, por su inagotable cariño;
por ser el motor que siempre me ha impulsado
a perseguir y lograr mis sueños:
¡Gracias eternas! Porque con su ayuda y
consejos
hoy puedo ver cristalizado este proyecto tan
importante en mi vida.

A mis hermanos:

Juan, Miguel, Víctor y Rubén.
Dedico a ustedes este trabajo,
porque con su ejemplo me han enseñado
a luchar por hacer realidad mis sueños.

A mis sobrinos:

Alma, Lupita, Marco, Fernando, José Miguel,
Pedro y Emilianito. Su cariño y entusiasmo
han sido un gran aliciente en mi vida.
Sé que sus sueños los llevarán muy lejos.

A mis tíos, primos y familiares:

Por su cariño y apoyo incondicionales.
En especial a mis primos: Arturo, Toño, Juan Manuel y Javier, su calidez siempre me ha abrigado e impulsado a ir detrás de mis sueños.

A mis amigos:

Por su amistad incondicional y por todas las muestras de cariño con las que siempre me han privilegiado, Dora, Ian, Cristina, Rosa:
Gracias eternas por darle un significado especial a la palabra amigo.

Ricardo:

Gracias por siempre por compartir conmigo tus conocimientos y experiencia, pero sobre todo por ser mi amigo.

Maco:

Gracias por ser tan importante en mi vida.

Con todo mi amor y agradecimiento eternos.
Carmen Martínez

Al M..en I. Lauro Santiago Cruz:

Por su ayuda en la elaboración de este trabajo. Sus consejos y experiencia con que nos guió a través de este tiempo son invaluable.

Gracias.

Al INNyN:

Un agradecimiento especial a sus autoridades que nos permitieron colaborar en este proyecto.

Hacemos una mención especial al Dr. Sergio Montes y al Dr. Camilo Ríos, por su inagotable paciencia y por la confianza que nos depositaron.

Gracias.

Ricardo y Carmen.

ÍNDICE

	<i>Página</i>
Prólogo	1
Capítulo 1	Introducción 2
Capítulo 2	Conceptos básicos de redes 10
2.1	Conceptos básicos 10
2.1.1	Redes LAN, MAN y WAN 10
2.1.2	Topologías de red 11
2.1.3	Modelo de referencia OSI 13
2.1.4	Modelo Jerárquico 16
2.1.5	TCP/IP 17
2.1.6	Redes de Area Local Virtuales 20
2.2	Tecnologías alambradas 23
2.2.1	Tipo de cables empleados para transmisión de información 24
2.2.2	Cableado estructurado 29
2.2.3	Estándares 30
2.3	Tecnologías inalámbricas 32
Capítulo 3	Estado actual de la red 36
3.1	Constitución de la Institución Hospitalaria 36
3.1.1	Red Investigaciones 38
3.1.2	Red Sihosco 45
Capítulo 4	Diseño de la red 53
4.1	Necesidades actuales de conexión 53
4.1.1	Requerimientos de la red <i>Investigaciones</i> 53
4.1.2	Evaluando las necesidades de conexión de la red <i>Sihosco</i> 58
4.1.3	Requerimientos de la institución 61
4.2	Diseño de la solución inalámbrica 66
4.2.1	Diseño de la red 66
4.2.2	Soluciones para redes de área local 66
4.2.3	Comparando tecnologías para enlaces entre edificios 74
4.2.4	Intercomunicación entre redes 87
4.2.5	Diseño de los puntos de acceso inalámbricos 89
Capítulo 5	Implementación de la red 102
5.1	Configuración de los equipos de control de la red 102
5.1.1	Configuración del <i>trunking</i> 102
5.1.2	Asignación de cada <i>VLAN</i> para los puertos del <i>switch</i> 103
5.1.3	Asignación de cada <i>VLAN</i> en el ruteador 104
5.1.4	Configuración de los puntos de acceso inalámbricos 105
5.2	Instalación física de los puntos de acceso inalámbricos 111
5.3	Pruebas de conectividad 114
Capítulo 6	Resultados y conclusiones 134
Bibliografía	137
Apéndices	
A: Cotizaciones	A-1

ÍNDICE

B: Configuraciones

Página
B-1

ÍNDICE DE FIGURAS

Capítulo	No. de figura	Título	Página
Capítulo 1			
	<i>Figura 1.1</i>	<i>Consultas de primera vez de 2002 a 2004</i>	4
	<i>Figura 1.2</i>	<i>Estudios de laboratorio</i>	5
	<i>Figura 1.3</i>	<i>Estudios de neuroimagen</i>	6
	<i>Figura 1.4</i>	<i>Intervenciones quirúrgicas</i>	7
Capítulo 2			
	<i>Figura 2.1</i>	<i>Topología de anillo</i>	11
	<i>Figura 2.2</i>	<i>Topología de bus</i>	12
	<i>Figura 2.3</i>	<i>Topología en estrella</i>	12
	<i>Figura 2.4</i>	<i>Topología de malla</i>	13
	<i>Figura 2.5</i>	<i>Transmisión de datos de la Subcapa MAC a capa física</i>	14
	<i>Figura 2.6</i>	<i>Modelo de referencia OSI</i>	15
	<i>Figura 2.7</i>	<i>Modelo jerárquico para diseño de redes</i>	16
	<i>Figura 2.8</i>	<i>Equivalencia entre modelos de referencia OSI y TCP/IP</i>	18
	<i>Figura 2.9</i>	<i>Tipos de clases para direccionamiento IP</i>	19
	<i>Figura 2.10</i>	<i>Esquema de segmentación de dominios de difusión</i>	21
	<i>Figura 2.11</i>	<i>Comunicación troncal entre switches</i>	22
	<i>Figura 2.12</i>	<i>Cable coaxial</i>	25
	<i>Figura 2.13</i>	<i>Par trenzado</i>	25
	<i>Figura 2.14</i>	<i>Cableado estructurado</i>	30
	<i>Figura 2.15</i>	<i>Modelo básico de computadoras móviles</i>	35
Capítulo 3			
	<i>Figura 3.1</i>	<i>Distribución de edificios dentro de la Institución Hospitalaria</i>	37
	<i>Figura 3.2</i>	<i>Distribución de la Red Investigaciones</i>	38
	<i>Figura 3.3</i>	<i>Distribución interna del edificio Investigaciones A</i>	39
	<i>Figura 3.4</i>	<i>Distribución interna del edificio Investigaciones B</i>	40
	<i>Figura 3.5</i>	<i>Distribución interna del edificio Investigaciones C</i>	41
	<i>Figura 3.6</i>	<i>Distribución interna del edificio de Dirección General/Enseñanza/Biblioteca</i>	42
	<i>Figura 3.7</i>	<i>Distribución interna del edificio de Ingeniería</i>	43
	<i>Figura 3.8</i>	<i>Edificios que comprende la Red Sihosco</i>	46
	<i>Figura 3.9</i>	<i>Distribución interna del edificio de Farmacia</i>	46
	<i>Figura 3.10</i>	<i>Distribución interna del edificio de Hospitalización</i>	47
	<i>Figura 3.11</i>	<i>Distribución interna del edificio de Recepción</i>	48
	<i>Figura 3.12</i>	<i>Distribución interna del edificio de Laboratorio Clínico / Urgencias</i>	49
	<i>Figura 3.13</i>	<i>Distribución interna del edificio Sistemas / Aula Magna</i>	50

Capítulo	No. de figura	Título	Página
	<i>Figura 3.14</i>	<i>Descripción del edificio Recursos Humanos/ Trabajo Social</i>	51
	<i>Figura 3.15</i>	<i>Distribución del edificio de Resonancia Magnética</i>	51
Capítulo 4			
	<i>Figura 4.1</i>	<i>Área destinada para invitados en Investigaciones B</i>	55
	<i>Figura 4.2</i>	<i>Sala de usos múltiples en Investigaciones C</i>	56
	<i>Figura 4.3</i>	<i>Acceso a público a red en el edificio de Recepción</i>	59
	<i>Figura 4.4</i>	<i>Ubicación de edificios sin conexión a alguna red</i>	62
	<i>Figura 4.5</i>	<i>Aulas de Investigación y Enseñanza</i>	63
	<i>Figura 4.6</i>	<i>Distribución del edificio de Residencia Médica</i>	64
	<i>Figura 4.7</i>	<i>Distribución del edificio de Psiquiatría</i>	64
	<i>Figura 4.8</i>	<i>Distribución del edificio de Compras</i>	65
	<i>Figura 4.9</i>	<i>Zona de Fresnel</i>	77
	<i>Figura 4.10</i>	<i>Redes Investigaciones y Sihosco</i>	81
	<i>Figura 4.11</i>	<i>Edificios sin conectividad</i>	82
	<i>Figura 4.12</i>	<i>Esquema con VLAN's</i>	88
	<i>Figura 4.13</i>	<i>Antena bipolar</i>	90
	<i>Figura 4.14</i>	<i>Patrones de radiación de antenas bipolares</i>	90
	<i>Figura 4.15</i>	<i>Antena dipolar para exteriores</i>	91
	<i>Figura 4.16</i>	<i>Nivel de recepción de la tarjeta en LapTop</i>	92
	<i>Figura 4.17</i>	<i>Puntos de acceso en el Edificio de Dirección General/Enseñanza/Biblioteca</i>	93
	<i>Figura 4.18</i>	<i>Punto de acceso para Investigaciones A</i>	94
	<i>Figura 4.19</i>	<i>Punto de acceso en Investigaciones B</i>	95
	<i>Figura 4.20</i>	<i>Punto de acceso para Investigaciones C</i>	96
	<i>Figura 4.21</i>	<i>Puntos de acceso para Hospitalización</i>	96
	<i>Figura 4.22</i>	<i>Punto de acceso para Recepción</i>	97
	<i>Figura 4.23</i>	<i>Punto de acceso para Farmacia</i>	97
	<i>Figura 4.24</i>	<i>Punto de acceso inalámbrico para Aula Magna</i>	98
	<i>Figura 4.25</i>	<i>Punto de acceso para Aulas de Investigación y Enseñanza</i>	99
	<i>Figura 4.26</i>	<i>Punto de acceso para Residencia Médica</i>	99
	<i>Figura 4.27</i>	<i>Puntos de acceso para Psiquiatría</i>	100
	<i>Figura 4.28</i>	<i>Punto de acceso inalámbrico para Compras</i>	100
Capítulo 5			
	<i>Figura 5.1</i>	<i>Conexión de los switches</i>	103
	<i>Figura 5.2</i>	<i>Configuración por servidor web</i>	105
	<i>Figura 5.3</i>	<i>Configuración de servidor de nombres</i>	106
	<i>Figura 5.4</i>	<i>Pantalla de configuración de radio</i>	106
	<i>Figura 5.5</i>	<i>Configuración de los puertos de radio</i>	107
	<i>Figura 5.6</i>	<i>Configuración de la hora en el equipo</i>	107
	<i>Figura 5.7</i>	<i>Configuración de usuarios administrativos</i>	108
	<i>Figura 5.8</i>	<i>Configurando la llave de encriptación</i>	108

Capítulo	No. de figura	Título	Página
	<i>Figura 5.9</i>	<i>Configuración de cuentas para Radius</i>	109
	<i>Figura 5.10</i>	<i>Configuración de redundancia</i>	109
	<i>Figura 5.11</i>	<i>Estadísticas del puerto de red</i>	110
	<i>Figura 5.12</i>	<i>Configuración de centinelas</i>	110
	<i>Figura 5.13</i>	<i>Configuración para recepción de estadísticas</i>	111
	<i>Figura 5.14</i>	<i>Instalación en Dirección General/Enseñanza/Biblioteca (Sala de juntas)</i>	111
	<i>Figura 5.15</i>	<i>Ubicación Puntos de acceso inalámbricos</i>	112
	<i>Figura 5.16</i>	<i>Instalación final de tipo oculto</i>	113
	<i>Figura 5.17</i>	<i>Antena exterior inalámbrica ya instalada</i>	113
	<i>Figura 5.18</i>	<i>Punto de acceso inalámbrico en modo puente</i>	114
	<i>Figura 5.19</i>	<i>Comando Ping</i>	116
	<i>Figura 5.20</i>	<i>Ping regresando una respuesta negativa</i>	116
	<i>Figura 5.21</i>	<i>Esquema para utilización de un ping</i>	117
	<i>Figura 5.22</i>	<i>Respuesta desde 192.168.1.28</i>	118
	<i>Figura 5.23</i>	<i>Respuesta desde 192.168.1.34</i>	119
	<i>Figura 5.24</i>	<i>Respuesta desde 192.168.1.37</i>	120
	<i>Figura 5.25</i>	<i>Respuesta desde 192.168.1.5</i>	120
	<i>Figura 5.26</i>	<i>Respuesta desde 192.168.1.24</i>	121
	<i>Figura 5.27</i>	<i>Respuesta desde 192.168.1.9</i>	122
	<i>Figura 5.28</i>	<i>Respuesta desde 192.168.1.39</i>	123
	<i>Figura 5.29</i>	<i>Respuesta desde 192.168.1.20</i>	123
	<i>Figura 5.30</i>	<i>Respuesta desde 192.168.1.29</i>	124
	<i>Figura 5.31</i>	<i>Respuesta desde 192.168.1.32</i>	125
	<i>Figura 5.32</i>	<i>Respuesta desde Dirección General</i>	126
	<i>Figura 5.33</i>	<i>Respuesta desde Biblioteca</i>	126
	<i>Figura 5.34</i>	<i>Respuesta desde Aulas de Enseñanza</i>	127
	<i>Figura 5.35</i>	<i>Respuesta desde Investigaciones A</i>	127
	<i>Figura 5.36</i>	<i>Respuesta desde Investigaciones B</i>	128
	<i>Figura 5.37</i>	<i>Respuesta desde Investigaciones C</i>	128
	<i>Figura 5.38</i>	<i>Respuesta desde Hospitalización</i>	129
	<i>Figura 5.39</i>	<i>Respuesta desde Recepción</i>	129
	<i>Figura 5.40.</i>	<i>Respuesta desde Farmacia</i>	130
	<i>Figura 5.41</i>	<i>Respuesta desde Aula Magna</i>	130
	<i>Figura 5.42</i>	<i>Respuesta desde Aulas de Investigación y Enseñanza</i>	131
	<i>Figura 5.43</i>	<i>Respuesta desde Residencia Médica</i>	131
	<i>Figura 5.44</i>	<i>Respuesta desde Psiquiatría</i>	132
	<i>Figura 5.45</i>	<i>Respuesta desde Compras</i>	132

ÍNDICE DE TABLAS

Capítulo	No. de tabla	Título	Página
Capítulo 2			
	Tabla 2.1	<i>Categorías que se manejan para cableado de par trenzado</i>	26
	Tabla 2.2	<i>Aplicaciones de STP</i>	27
	Tabla 2.3	<i>Comparativo de Cable coaxial, par trenzado y fibra óptica</i>	28
	Tabla 2.4	<i>Algunas iniciativas del Comité de estándares</i>	31
Capítulo 3			
	Tabla 3.1	<i>Panorama general de servicios de comunicación en la Red de Investigaciones</i>	44
	Tabla 3.2	<i>Estado actual de la Red Sihosco</i>	52
Capítulo 4			
	Tabla 4.1	<i>Tabla de requerimientos para la Red Investigaciones</i>	57
	Tabla 4.2	<i>Tabla de requerimientos para la red Sihosco</i>	60-61
	Tabla 4.3	<i>Requerimientos necesarios en los edificios no cubiertos por ninguna red</i>	66
	Tabla 4.4	<i>Gasto de instalación con cableado</i>	68-70
	Tabla 4.5	<i>Gastos de instalación con tecnología inalámbrica</i>	70-72
	Tabla 4.6	<i>Comparativo de Gastos entre soluciones</i>	72
	Tabla 4.7	<i>Otros parámetros de comparación entre tecnologías</i>	73
	Tabla 4.8	<i>Cotización con fibra óptica</i>	76
	Tabla 4.9	<i>Altura de antenas para cumplir el porcentaje de la Zona de Fresnel</i>	77
	Tabla 4.10	<i>Altura de las antenas para la Institución Hospitalaria</i>	78
	Tabla 4.11	<i>Cotización con tecnología inalámbrica (802.11)</i>	79
	Tabla 4.12	<i>Comparación entre cotizaciones para la conectividad</i>	79
	Tabla 4.13	<i>Comparación entre tecnologías</i>	80
	Tabla 4.14	<i>Base para el diseño de la solución inalámbrica</i>	83
	Tabla 4.15	<i>Nodos existentes en la Institución Hospitalaria</i>	85
Capítulo 5			
	Tabla 5.1	<i>Asignación de direcciones IP</i>	115
	Tabla 5.2	<i>Tiempos de respuesta hacia el ruteador</i>	133

PRÓLOGO

Debido al gran auge que han tenido los sistemas de comunicaciones en la última década, se ha logrado avanzar tecnológicamente en áreas como cobertura y dispersión masiva de información, de tal forma que ya es una realidad el alcance masivo de los teléfonos celulares y radiocomunicadores, y siguiendo esta tendencia la tecnología inalámbrica aplicada a redes está siendo cada día más importante por los alcances que ha conseguido en materia de movilidad y acceso inmediato a la información.

El objetivo de este trabajo es plantear el diseño de una solución inalámbrica de comunicaciones, para aplicarlas a una red de cómputo y a través de ello solucionar problemas de conectividad que tiene actualmente una Institución Hospitalaria en la Cd. de México.

El planteamiento que proponemos para dar solución a la necesidad de conectividad es, hacer un estudio del marco actual en el cual trabaja la Institución Hospitalaria, y de los elementos que conforman las redes de comunicaciones, y en particular las de tecnología inalámbrica. Expondremos el estado actual de la red, es decir como opera y sus problemas de funcionamiento, esto con base en un levantamiento de información de los equipos de comunicaciones y cómputo. Al haber determinado las necesidades de servicio, planteamos el diseño de la solución inalámbrica, toda vez que se evaluaron las ventajas de ésta frente a las tecnologías alambradas. Finalmente llevaremos a cabo la implementación, pruebas y puesta a punto de la red inalámbrica, donde los puntos medulares son: la configuración de los equipos, la instalación, pruebas de conectividad y puesta en operación de la red. La bibliografía consultada y los apéndices serán de ayuda para ampliar la información descrita a través de los 6 capítulos que se exponen.

CAPÍTULO 1

Introducción

En el proceso de la evolución de la tecnología, cada uno de los últimos 3 siglos ha sido marcado por varios logros: el siglo XVIII fue la etapa de los grandes sistemas mecánicos, que acompañaron a la Revolución Industrial; el siglo XIX fue la época de la máquina de vapor; durante el siglo XX, la tecnología clave ha sido el almacenamiento, procesamiento y distribución de información. Entre otros desarrollos, la instalación de redes telefónicas en todo el mundo, la invención de la radio y la televisión, el nacimiento y crecimiento sin precedente de la industria de las computadoras, así como la puesta en órbita de los satélites de comunicación han sido la constante de este siglo.

En los últimos años del siglo XX, se dio una rápida convergencia de las diferentes áreas mencionadas. Organizaciones con centenares de oficinas dispersas en una amplia área geográfica, esperan tener la posibilidad de examinar en forma habitual el estado de todas ellas, simplemente oprimiendo una tecla. A medida que crece la tecnología para almacenar, procesar y distribuir la información, la demanda de los más sofisticados procesadores de información crece todavía con mayor rapidez.

Las redes en general comparten recursos, y uno de sus objetivos es hacer que todos los programas, datos y equipo estén disponibles en tiempo real, para cualquier usuario de la red, sin importar la localización física del recurso y del usuario. Otro objetivo del establecimiento de una red es proporcionar un poderoso medio de comunicación entre personas que se encuentran en lugares muy separados, es decir, en otra ciudad, país e inclusive en otro continente. La aplicación de esta tecnología es muy amplia, desde las grandes bolsas de valores hasta los fabricantes de autos, universidades, comercios, hospitales, etc.

En el ámbito hospitalario, una de las instituciones más grandes en tratamientos neurológicos del mundo es el Instituto Neurológico de México; es también la única que dentro de sus mismas

instalaciones contiene todas las áreas clínicas y de investigación relacionadas con las ciencias neurológicas. Tomando como puntos torales de atención para enfermos del sistema nervioso a la neurología, la neurocirugía y la psiquiatría, se coordinan 52 departamentos que cubren todas las ciencias médicas afines (otoneurología, neurooftalmología, neurofisiología, neurogenética, neuroimagen, sólo como algunos ejemplos). Por el lado de la investigación, cuenta con 36 laboratorios de experimentación especializada que abordan todo un caleidoscopio de campos de estudio en neurociencias: biología molecular, psicología experimental, neuroquímica, neurofarmacología, neuroinmunología, neurocirugía experimental, como otros ejemplos. En resumen, es un gran centro de estudios sobre el sistema nervioso y timbre de orgullo de la medicina mexicana. Resultaría largo enumerar las contribuciones científicas que sus investigadores han hecho a la medicina mundial.

Dicha Institución Hospitalaria, en coordinación estrecha con los otros nueve Institutos Nacionales de Salud, representa sólo una parte de lo mejor de la medicina mexicana en funciones asistenciales, docentes y de investigación. Es el centro de referencia por excelencia para todos los enfermos con problemas neurológicos de alta complejidad de nuestro país, particularmente para aquellos pacientes de bajos ingresos económicos y en algunos casos, al margen de nuestra seguridad social. Actualmente la plantilla laboral está conformada por 80 Médicos, 356 Enfermeras, 97 Médicos Residentes y 727 personas en *Staff*. Con esta plantilla el servicio ofrecido en el año 2004 fue de 70,161 consultas totales, 11,723 pacientes en urgencias y 2,545 egresos hospitalarios.

La eficiencia de la institución no sólo se sustenta en una estructura organizacional y una planeación estratégica, sino en la promoción de una cultura de trabajo, de actualización y de respeto, que reconozca en el servicio al paciente su razón de ser, para continuar prestando con calidad atención médica neurológica. En las figuras 1.1, 1.2, 1.3 y 1.4 podemos observar los principales indicadores productivos del hospital, lo cual nos dará un amplio panorama de sus alcances y un termómetro de las necesidades de conectividad que tienen.

La figura 1.1 nos muestra un resumen ejecutivo de las consultas de primera vez, llevadas a cabo en los años 2002 al 2004. En una consulta de primera vez, se diagnostica al paciente y se pondera la necesidad de atenderlo en esta Institución Hospitalaria, de acuerdo al diagnóstico médico.

Cuando un paciente cumple el perfil de atención neurológica especializada, éste es ingresado a la base de datos de pacientes, para darle seguimiento médico a su padecimiento, a través de los procedimientos administrativos del hospital. La asignación de una clave socioeconómica es la base de cobro de los servicios que ofrece el hospital, de acuerdo a ella una consulta médica costará entre \$60.00 y \$ 1,000.00. La asignación de una clave socioeconómica es tan importante como lo es que cada uno de los 52 departamentos médicos estén en permanente comunicación electrónica.

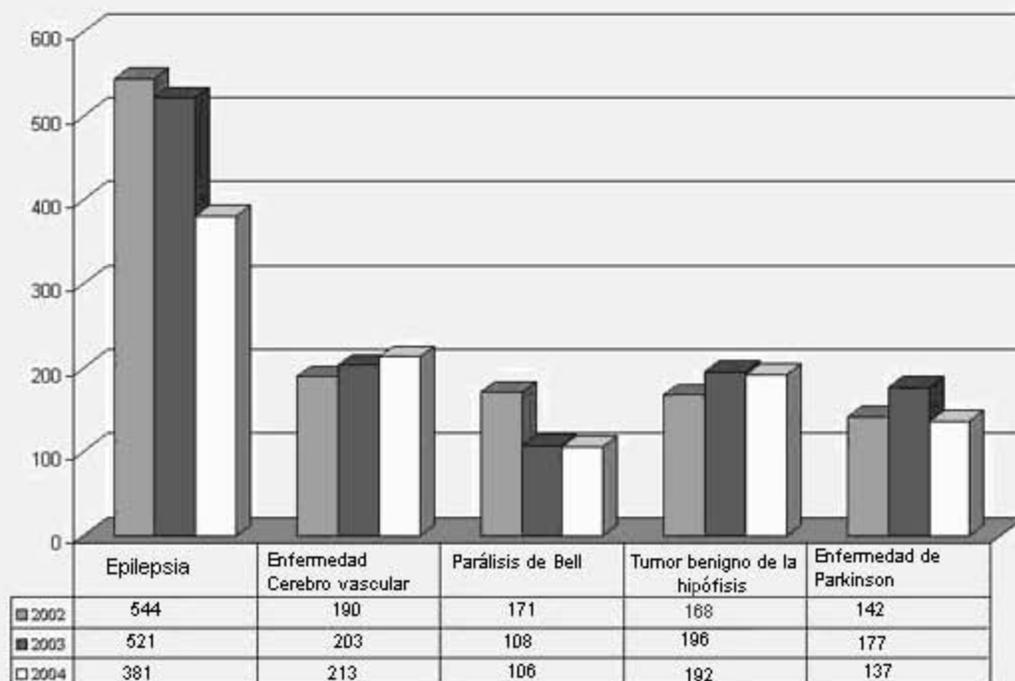


Figura 1.1. Consultas de primera vez de 2002 a 2004.

En la figura 1.2 presentamos la información referente a los estudios de laboratorio, los cuales son de gran importancia cuando se quiere confirmar un diagnóstico médico ó cuando se requiere la intervención quirúrgica de algún paciente, de ahí salen los parámetros necesarios para la toma de decisiones clínicas, pues de ellos puede depender la vida del paciente. Todos y cada uno de los datos recopilados son en extremo importantes, y deben estar disponibles al momento de ser requeridos. La Institución Hospitalaria cuenta con una base de datos robusta que permite en tiempo real conocer los resultados que emerjan de los estudios realizados, y en este sentido disminuir el tiempo de intervención a un paciente, lo cual es una gran ventaja cuando hablamos de alguna emergencia médica.

Dada la naturaleza de los padecimientos que se atienden en la Institución Hospitalaria, es necesario realizar al menos una sesión médica multidisciplinaria previa a la intervención quirúrgica del paciente, para determinar las condiciones en las cuales será intervenido. De acuerdo a los resultados obtenidos en los análisis clínicos y lo concluido en la primera sesión médica, es usual que sean realizadas varias sesiones médicas adicionales, esto con el fin de obtener el cuadro clínico más cercano al problema o padecimiento a sanar.

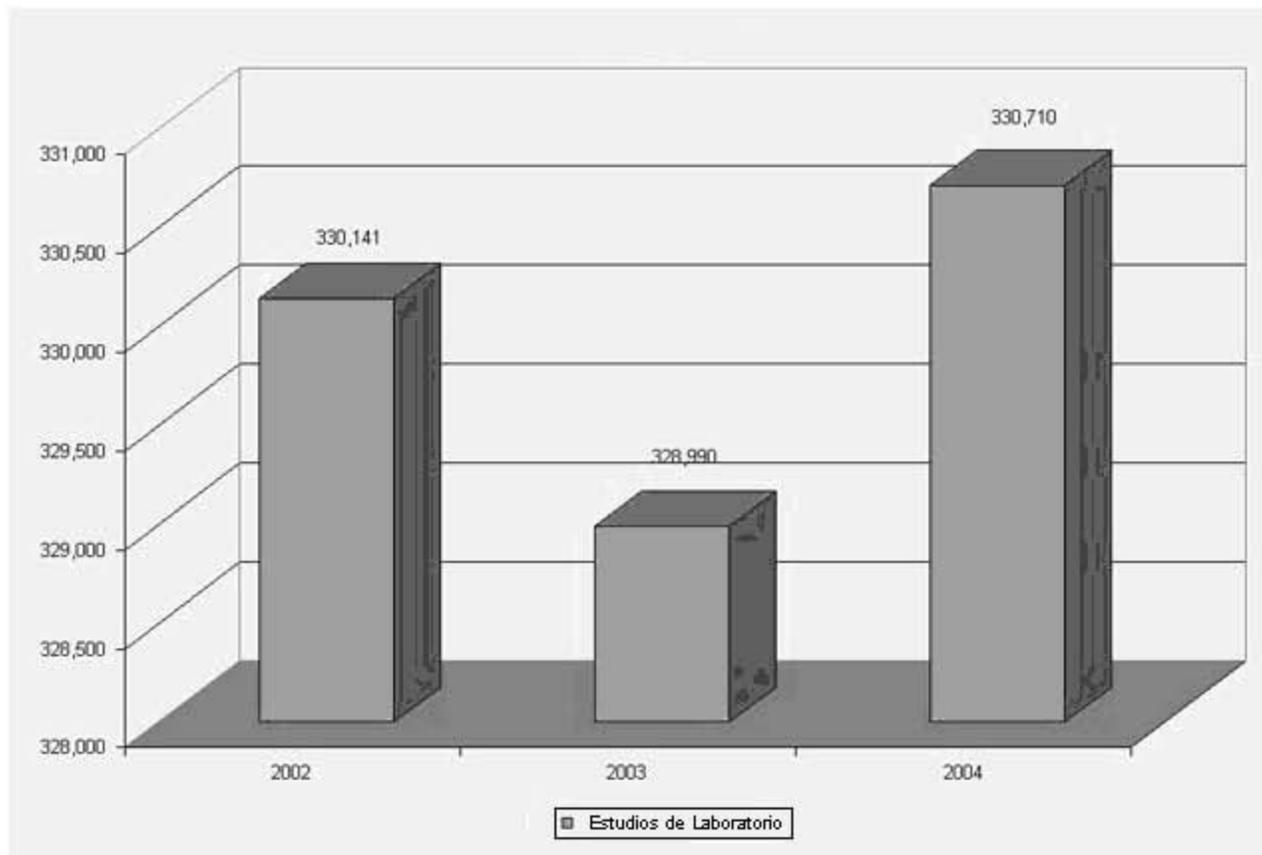


Figura 1.2. Estudios de laboratorio.

Uno de los parámetros que nos permiten confirmar la veracidad del diagnóstico realizado a un paciente es mediante el estudio de neuroimagen. Existen diferentes tecnologías para la obtención de imágenes de los pacientes: Tomografía Computarizada y Resonancia Magnética. La diferencia entre proporcionar tratamiento médico y la delicada intervención quirúrgica a un paciente depende de que los estudios de imágenes confirmen el diagnóstico previo. Es de gran importancia para el especialista contar con los resultados de manera inmediata y a su vez, que obtenga de todos y cada uno de los estudios de Resonancia Magnética y Tomografía Computarizada, la mayor cantidad de información posible, para tomar la decisión mas acertada y que resulte menos agresiva para el paciente. En la figura 1.3 se observa la gráfica que muestra los estudios realizados durante el periodo de Enero de 2002 a Diciembre de 2004, con las tecnologías de Resonancia Magnética y Tomografía Computarizada. La gráfica muestra que hay un mayor número de estudios con Tomografía computarizada, ya que es más fácil de obtener y el grado de precisión es muy elevado. Cuando se requiere tener un nivel de precisión mayor, se tiene que someter el análisis a Resonancia Magnética.

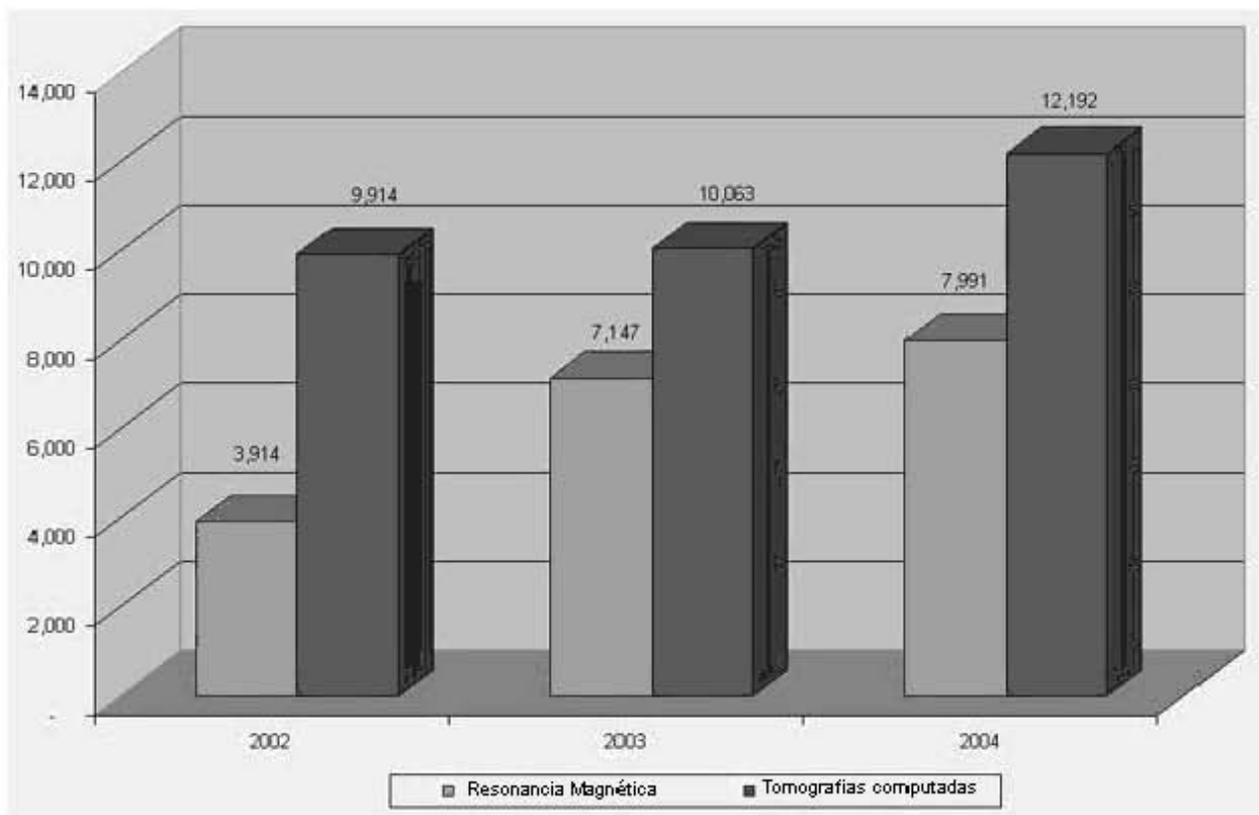


Figura 1.3. Estudios de neuroimagen.

Una vez que el diagnóstico ha sido confirmado y se ha tomado la decisión de intervenir quirúrgicamente al paciente, hay que coordinar a los especialistas que intervendrán, las herramientas, instrumental, medicamentos, quirófano y camas de hospitalización que se requieren. Para poder coordinar todas las áreas y procesos involucrados de una manera eficiente y práctica, es necesario contar con un sistema que sea robusto y con un esquema de comunicaciones que permita la transferencia de información de manera oportuna.

En la figura 1.4 se muestra el resumen de las intervenciones quirúrgicas realizadas del 2002 al 2004. Es notorio que el número de intervenciones quirúrgicas es elevado, ya que se realizan

- 1,733.33 intervenciones quirúrgicas promedio al año
- 6.68 intervenciones quirúrgicas diarias.

Estas cifras reflejan el esfuerzo humano apoyado en procesos médicos, técnicos e informáticos.

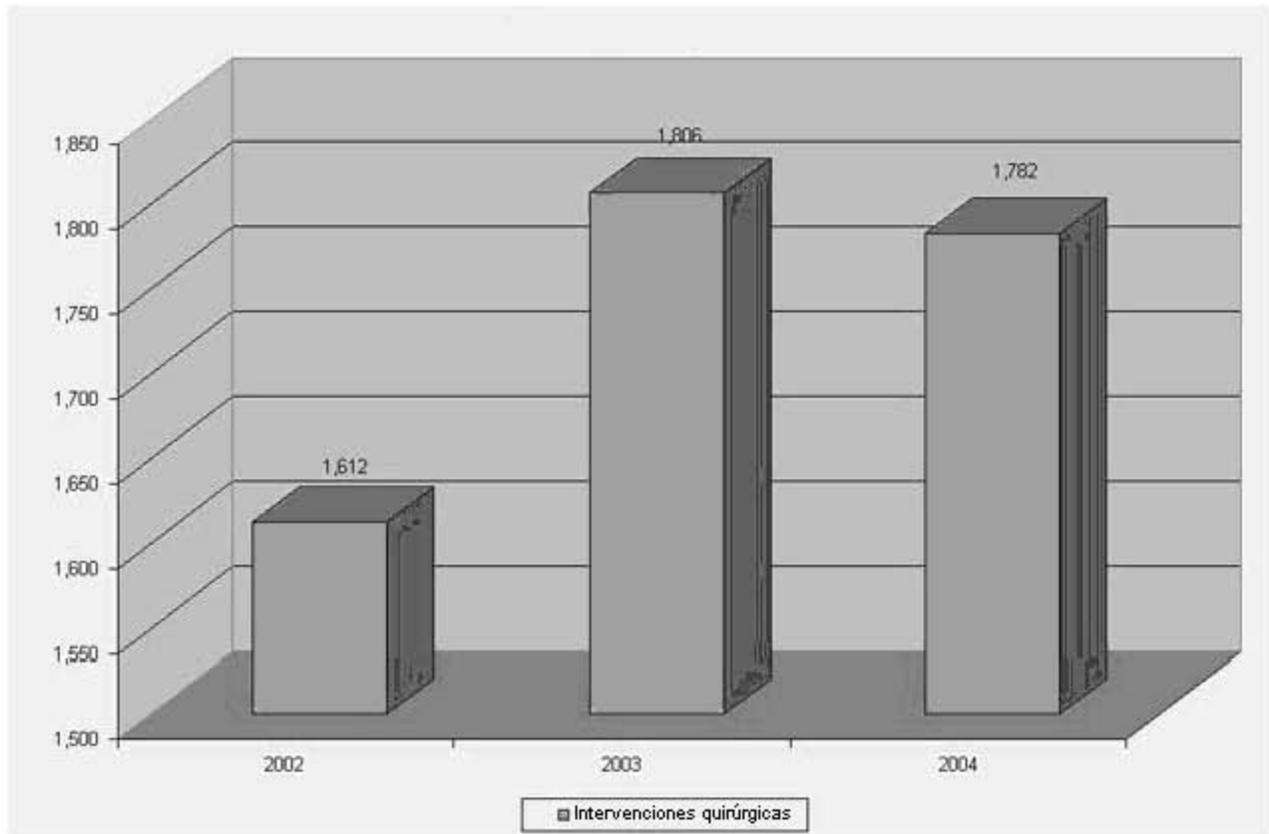


Figura 1.4. Intervenciones quirúrgicas.

De acuerdo al contexto mencionado, se requieren atención médica y servicios más rápidos y eficientes, que demandan una estructura de comunicación de datos sólida, que permita un manejo de información en tiempo real y de manera segura.

La tecnología inalámbrica en comunicación de datos, ha permitido salvar la limitante de la conexión física, logrando la comunicación de manera móvil y a su vez continua, que aplicadas en áreas tan específicas como la medicina, se podrían lograr beneficios sustanciales con respecto a la tecnología actual. Una posible aplicación de esta nueva tecnología en la Institución Hospitalaria sería que un médico tenga la opción de conectarse a bancos de información médica sin tener que permanecer conectado físicamente a la red.

La Institución Hospitalaria está conformada por los siguientes edificios: Hospitalización, Recepción, Laboratorio Clínico / Urgencias, Farmacia, Servicios Generales, Aulas de Investigación y Enseñanza, Residencia Médica, Aula Magna / Sistemas, Recursos Humanos / Trabajo Social, Psiquiatría, Dirección General / Enseñanza / Biblioteca, Investigaciones A, Investigaciones B, Investigaciones C, Resonancia Magnética, Ingeniería, Compras, Oficinas de Almacén.

En cuanto a sistemas de comunicación electrónica se refiere, actualmente la Institución Hospitalaria cuenta con dos Redes de Área Local (*Local Area Network: LAN*), una de ellas cubre los servicios del área de investigaciones (Red Investigaciones) la cual cubre las áreas de

Investigaciones A, Investigaciones B, Investigaciones C, Ingeniería y Dirección General / Enseñanza / Biblioteca. La otra red es la de hospitalización (Red Sihosco), la cual cubre las áreas de Hospitalización, Farmacia, Recepción, Laboratorio Clínico / Urgencias, Sistemas / Aula Magna, Recursos Humanos / Trabajo Social y Resonancia Magnética.

La Red Investigaciones fue instalada para brindar a los investigadores y médicos de la Institución Hospitalaria servicios de acceso a *internet*, correo electrónico y acceso a Línea Médica (*MedLine*). *MedLine* es un banco de información especializado en áreas de investigación médica, el cual se encuentra en Internet; el Comité de difusión de MedLine decidió otorgar una clave de acceso a su base de datos a los usuarios de la Institución Hospitalaria, por las aportaciones que ésta ha realizado al *MedLine* y para que los médicos e investigadores se beneficien con las publicaciones que se encuentran en su base de datos. Por otra parte, se creó independientemente otra red la cual fue llamada Red Sihosco, el nombre lo obtuvo de la aplicación utilizada, que se llama Sihosco (Sistema Hospitalario Contable) ésta red fue instalada con el objetivo de aprovechar la aplicación mencionada, por lo que fue necesario establecer conectividad entre edificios que colaboran con los procesos administrativos hospitalarios. En el tiempo en que fue instalada, no se consideró el uso de *Internet*, correo electrónico y acceso a MedLine, de tal forma que actualmente la necesidad de tener esas aplicaciones obliga a planear la interconexión con la Red Investigaciones. Para cumplir esta meta, es preciso mantener la integridad de la información de cada red y compartir los servicios antes mencionados.

El esquema que presenta la red de la Institución Hospitalaria es básicamente cableado categoría 5, con equipamiento de marca *Cisco Systems*, que involucra varias tecnologías como puntos de acceso inalámbricos, ruteadores, equipos de conmutación, etc.

En la actualidad existen varias alternativas tecnológicas con las que se puede integrar la solución en esta Institución Hospitalaria: Cableado estructurado en par trenzado categoría 5, Interfaz de Datos de Fibra Distribuida (*Fiber Distributed Data Interface :FDDI*), y Tecnología inalámbrica :

Cableado estructurado en par trenzado categoría 5. Este tipo de cableado es conocido como Par Trenzado No Blindado (*Unshield Twisted Pair: UTP*), se utiliza básicamente en instalaciones en interiores con extensiones no mayores a 100 metros.

Tecnología de interfaz de datos de fibra distribuida. La tecnología *FDDI* se utiliza fundamentalmente para extender la *LAN* hacia otros edificios dentro de un mismo *campus*. Tiene dos variantes conocidas como: fibra monomodal y multimodal, lo que define la diferencia entre estas dos modalidades es el diámetro de la fibra óptica y el tipo de emisor/receptor que se emplea. El tipo multimodo emplea un diodo emisor y una fibra óptica con un diámetro de 62/125 nm, alcanzando una distancia de comunicación máxima de 500 metros, mientras el tipo mono modo utiliza un emisor láser y una fibra óptica con un diámetro de 9/10 nm, el cual puede alcanzar varios kilómetros de extensión.

Tecnología inalámbrica. Esta tecnología tiene dos variantes, las cuales se comprenden como aplicación interna en edificios (Red de Acceso Local) y aplicación de enlace (la cual funciona como puente y se convierte en un medio de enlace) entre edificios. Esta tecnología se ha

convertido rápidamente en una de las más utilizadas, debido a la facilidad de instalación y operación.

Basado en las capacidades de la tecnología inalámbrica, se diseñará e implementará una red *LAN* que integrará los edificios que comprende la Institución Hospitalaria, se creará una plataforma de comunicaciones que esté a la vanguardia de las necesidades de comunicación actual y a su vez quede como base para futuras tecnologías que puedan ayudar a mejorar los procesos internos, administrativos y de servicios en el Instituto.

Para implementar las soluciones con tecnología inalámbrica es necesario realizar un análisis previo que aporte las necesidades de comunicación y movilidad de la Institución Hospitalaria. Posteriormente se realizará una recopilación de información que incluya la capacidad instalada de los equipos de cómputo, los equipos de comunicación actuales y las necesidades específicas de conexión de cada edificio. Esto será logrado mediante visitas programadas a los diferentes edificios de la Institución Hospitalaria.

Consideramos las siguientes etapas para la elaboración y seguimiento del proyecto:

1. Introducción
2. Conceptos básicos de redes
3. Estado actual de la red
4. Diseño de la red
5. Implementación de la red
6. Conclusiones

Mediante este trabajo esperamos diseñar e integrar una red con tecnología inalámbrica en la Institución Hospitalaria y resaltar las ventajas que esto implica en referencia de sus funciones iniciales con la tecnología tradicional, así como demostrar el beneficio integral que esta aportación tecnológica representa para la Institución Hospitalaria.

CAPÍTULO 2

Conceptos básicos de redes

Este capítulo tiene como propósito fundamental, proporcionar algunos de los elementos que consideramos como básicos para la comprensión de este trabajo, que permitirán visualizar y entender más fácilmente todo lo que involucra la tecnología inalámbrica.

2.1. Conceptos básicos

Antes que nos introduzcamos en el ámbito de la tecnología inalámbrica, necesitamos cubrir conceptos de redes en general. Un número muy grande de redes se encuentran funcionando actualmente en todo el mundo, algunas de ellas son redes públicas operadas por proveedores de servicios portadores comunes, otras están dedicadas a la investigación, también hay redes cooperativas operadas por los mismos usuarios y redes de tipo comercial ó corporativo.

Las redes generalmente difieren entre sí en cuanto a su administración, servicios que ofrecen, diseño técnico y usuarios. En el diseño de las redes se realiza una planeación adecuada de cómo van a crecer y qué servicios van a ofrecer; para ello hay estándares en los que los se pueden basar para su diseño e implementación.

2.1.1. Redes LAN, MAN y WAN

Una red es definida como una serie de puntos o nodos interconectados por trayectorias de comunicación. Los puntos o nodos pueden ser dispositivos dedicados a una simple función, así como una computadora dedicada a aplicaciones como cliente, o un equipo de aplicación específica tal como un ruteador (*router*) dedicado a interconectar redes. Existen tres tipos básicos de redes:

- Redes de área local (*Local Area Network: LAN*),
- Redes de área metropolitana (*Metropolitan Area Network: MAN*)
- Redes de área amplia (*Wide Area Network: WAN*)

Redes de área local. Las redes LAN abarcan una región geográfica muy reducida (hasta unos pocos cientos de metros) para interconexión de estaciones de trabajo, periféricos, terminales y otros dispositivos en un único edificio u otra área geográficamente limitada. *Ethernet, Token Ring y FDDI* son tecnologías de redes LAN ampliamente utilizadas. Los grupos de redes LAN interconectadas pueden ser referidas también como una red de tipo *campus* en ambientes más grandes, pero consideradas dentro de una misma ubicación geográfica.

Redes de área metropolitana. Las redes MAN conectan puntos o nodos en una región geográfica mayor que una red LAN pero menor que una red WAN. Algunas de las tecnologías que utilizan las redes LAN pueden ser aplicadas a las redes MAN, por ejemplo la tecnología *Gigabit Ethernet*.

Redes de área amplia. Este tipo de red de comunicación de datos sirve a usuarios ubicados a través de una amplia área geográfica. Típicamente están comprendidas por circuitos dedicados de alta velocidad. Tecnologías como *Frame Relay*, Red Digital de Servicios Integrados (*Integrated Services Digital Network: ISDN*), Modo de Transferencia Asíncrona (*Asynchronous Transfer Mode: ATM*), Línea de Suscriptor Digital (*Digital Subscriber Line: DSL*) son utilizadas en redes WAN, porque éstas redes proporcionan servicios en distancias muy largas.

2.1.2. Topologías de red

El término topología de red se refiere a la disposición física de las computadoras, cables y otros componentes en la red. Es el término estándar que muchos profesionales de redes utilizan cuando se refieren al diseño básico de redes. Esas trayectorias pueden variar significativamente dependiendo de su implementación. Básicamente existen cuatro tipos de topologías: anillo, bus, estrella y malla. Cada topología tiene sus ventajas y desventajas, así como su costo asociado. Un buen diseño de red debe estar fundamentado en una estructura que le permita un mejor desempeño.

Topología de anillo. Una topología de anillo es una arquitectura LAN, en la cual los dispositivos o estaciones sobre una red están conectadas a otros dispositivos ó estaciones mediante un enlace de transmisión unidireccional, para formar un anillo simple cerrado. Ejemplos comunes de esta topología son redes *Token Ring* y redes *FDDI*. La figura 2.1 muestra una topología de anillo.

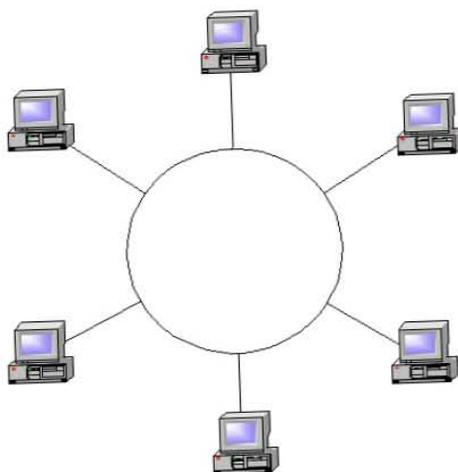


Figura 2.1. Topología de anillo.

Topología de bus. Una topología de bus es una arquitectura LAN lineal, en la cual la transmisión de los datos en la red se propagan a lo largo del medio y es recibida por todos los nodos sobre el medio. Ejemplos de las redes tipo bus son las redes Ethernet como ilustra la figura 2.2

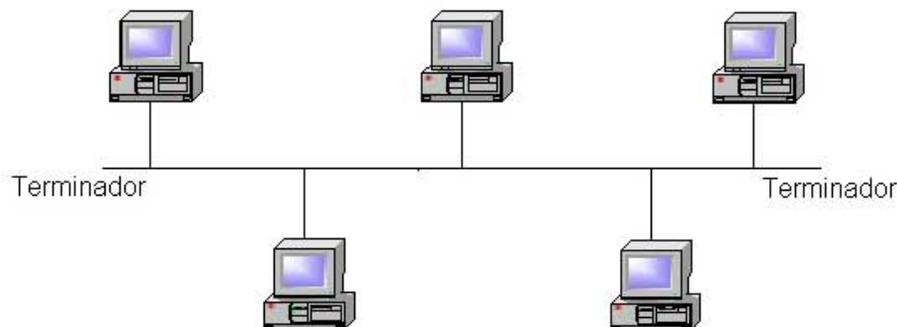


Figura 2.2. Topología de bus.

Topología de estrella. Una topología de estrella es una arquitectura LAN en la cual los dispositivos o estaciones sobre una red están conectadas a un dispositivo de comunicaciones central, así como, un concentrador (*hub*) o un equipo de conmutación (*switch*). La figura 2.3 muestra una topología de estrella típica.



Figura 2.3. Topología en estrella.

Topología de malla. Una topología de malla es una arquitectura en la cual cada dispositivo o estación sobre la red está conectada a otro dispositivo o estación. La topología de malla es costosa para su implementación y mantenimiento, debido a que el número de conexiones puede crecer exponencialmente. Esta topología se utiliza cuando es necesario un alto grado de disponibilidad en la red (redundancia). La figura 2.4 describe una topología de malla.

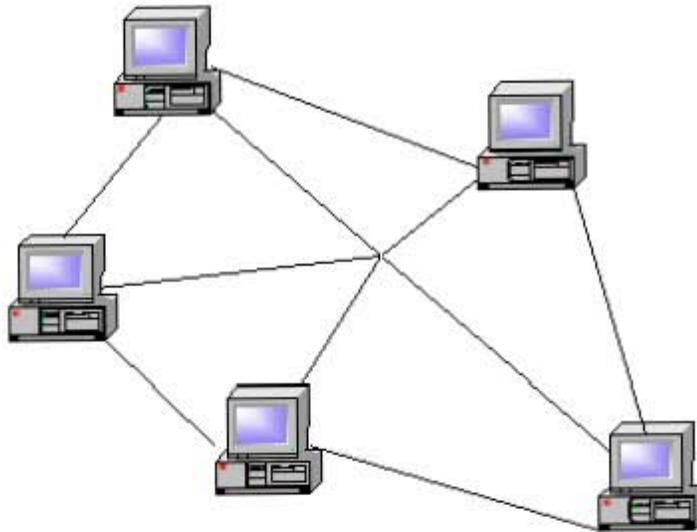


Figura 2.4 Topología de malla.

2.1.3. Modelo de referencia OSI

El Modelo de Interconexión de Sistemas Abiertos (*Open System Interconnection: OSI*), fue aprobado en 1983, con el fin de conseguir la estandarización internacional de los protocolos de comunicación, cubriendo la necesidad de intercambiar información entre sistemas heterogéneos, cuyas tecnologías son muy diferentes entre sí. Para abatir esta dificultad de comunicación entre equipos y plataformas distintas la Organización Internacional de Estandarización (*Internacional Standar Organization: ISO*) buscó la manera de regular dicho intercambio de información. El comité *ISO* definió una serie de capas y servicios que a continuación se enlistan y detallan:

- Capa física (*physical layer*)
- Capa de enlace de datos (*data link layer*)
- Capa de red (*network layer*)
- Capa de transporte (*transport layer*)
- Capa de sesión (*session layer*)
- Capa de presentación (*presentation layer*)
- Capa de aplicación (*application layer*)

Capa física. Se define y opera sobre el medio físico donde se realiza la comunicación. Es responsable de definir las condiciones eléctricas y mecánicas de la red. Tópicos como cableado y métodos de colocar 0's y 1's de datos binarios sobre el medio están cubiertos en esta capa. Estándares como Categoría 5, RS-232 y cable 10Base2 caen en este concepto.

Capa de enlace de datos. Define las reglas que controlan la capa física. Características que determinan cómo se accesa al medio, cómo están direccionados los dispositivos sobre el medio, y como son enmarcados (framed) los datos antes de ser transmitidos sobre el medio. Ejemplos comunes de protocolos de capa de enlace de datos son: *Ethernet, Token Ring, FDDI.*

En la capa de enlace de datos existen dos subcapas internas: la subcapa de Control de Acceso de Medios (*Media Access Control: MAC*) y la subcapa Control de Enlace Lógico (*Logical Link Control: LLC*). Estas dos subcapas juegan un importante rol en la operación de la red.

- Subcapa *MAC*. La subcapa *MAC* es responsable de identificar dispositivos en la red. Como parte de los estándares del modelo de referencia *OSI*, cuando una interfaz de red en un ruteador ó *switch*, computadora u otro dispositivo, se conecta a la red se crea una dirección única de 48 bits que es grabada en la memoria del dispositivo. Esta dirección debe ser única en la red o de lo contrario no funcionará apropiadamente. Cada fabricante de interfaces de red tiene asignado un rango de direcciones dado por el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (*Institute of Electrical and Electronics Engineers: IEEE*). La subcapa *MAC* es considerada la más baja de las dos subcapas y es responsable de determinar el método de acceso al medio. En la figura 2.5 se muestra un ejemplo de direcciones *MAC* sobre el medio de acceso, después de pasar de la subcapa *MAC* a la capa física, y su conversión a 1's y 0's.

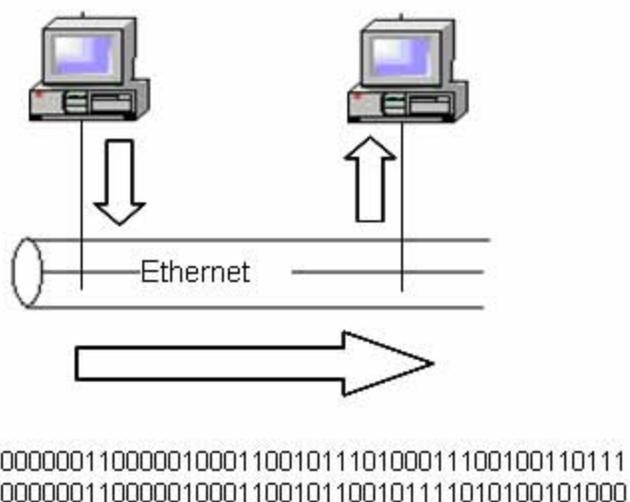


Figura 2.5. Transmisión de datos de la Subcapa *MAC* a capa física.

- Subcapa *LLC*. Es responsable de manejar el control de errores, control de flujo, enmarcado y direccionamiento de la subcapa *MAC*. El protocolo más común tipo *LLC* es *IEEE 802.2*, el cual define los Servicios de Puntos de Acceso (*Service Access Points: SAP*) a través de un campo en la red *Ethernet*, *Token Ring* o *FDDI*. Dos *SAPs* están asociados con la subcapa *LLC*: el Servicio de Punto de Acceso Destino (*Destination Service Access Point: DSAP*) y el Servicio de Punto de Acceso de Fuente (*Source Service Access Point: SSAP*).

Capa de red. La capa de red proporciona los medios para la transferencia de información entre los sistemas finales a través de algún tipo de red de comunicación. Libera a las capas superiores de la necesidad de tener conocimiento sobre la transmisión de datos subyacente y las tecnologías de conmutación utilizadas para conectar los sistemas.

Capa de transporte. Proporciona un mecanismo para intercambiar datos entre sistemas finales. El servicio de transporte orientado a conexión asegura que los datos sean entregados sin errores, en secuencia y sin pérdidas o duplicados. La capa de transporte puede estar relacionada con la optimización del uso de los servicios de red y proporcionar calidad en el servicio solicitado. Protocolos como Protocolo de Transmisión y Control (Transmission Control Protocol: *TCP*), Protocolo de Datagrama de Usuario (User Datagram Protocol: *UDP*), Intercambio de Paquetes Secuenciales (*Sequenced Packet Exchange:SPX*), operan en esta capa.

Capa de sesión. Es responsable de establecer, manejar y terminar sesiones de comunicación entre las capas de presentación y de transporte, donde sea necesario. Ejemplos como Protocolo de Acceso de Directorio Liviano (*Lightweight Directory Access Protocol:LDAP*) y Llamada de Procedimiento Remoto (*Remote Procedure Call: RPC*) son protocolos de esta capa.

Capa de presentación. Es responsable de asegurar que los datos enviados desde la capa de aplicación a algún dispositivo sea comprensible por la capa de aplicación del otro dispositivo. La capa de presentación define el formato de los datos que se van a intercambiar entre las aplicaciones y ofrece a los programas de aplicación un conjunto de servicios de transformación de datos. Protocolos como Sistema de Red de Entrada y Salida Básica (*Network Basic Input Output System: NetBIOS*) y Protocolo de Núcleo de Netware (*Netware Core Protocol: NCP*) son ejemplos de protocolos de capa de presentación.

Capa de aplicación. La capa de aplicación permite a los desarrolladores de software poder utilizar funciones de programación sobre esta capa y la capa de aplicación destino, para proveer los servicios de red que sean requeridos. Algunos ejemplos de protocolos de capa de aplicación incluyen Protocolo de Transferencia de Correo Simple (*Simple Mail Transfer Protocol: SMTP*), Protocolo de Transferencia de Hiper Texto (*HyperText Transfer Protocol: HTTP*) y Telnet.

La figura 2.6 muestra la disposición de las diferentes capas del modelo de referencia OSI.

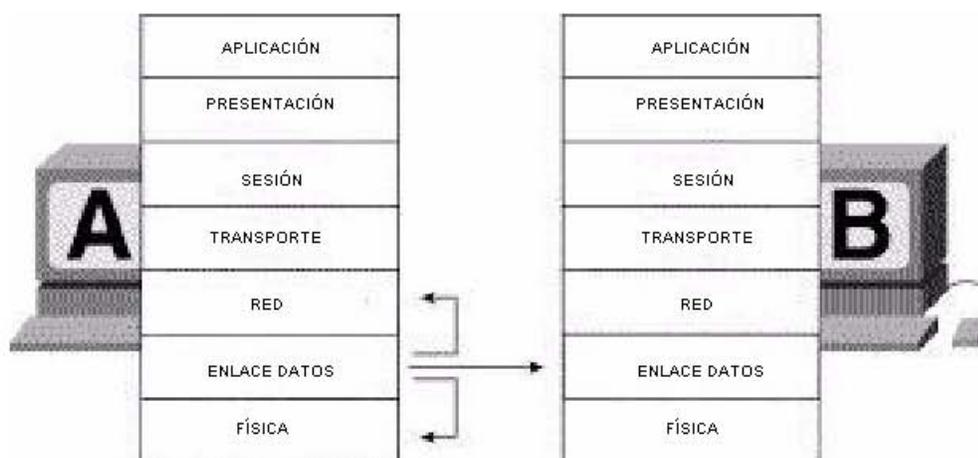


Figura 2.6. Modelo de referencia OSI.

2.1.4. Modelo Jerárquico

Para simplificar los diseños, implementaciones y administración de redes, es necesario utilizar un modelo referencial.

Las redes tienen ubicados generalmente los tipos y niveles de acceso, desde un acceso principal de un servidor hasta accesos a usuarios finales.

La demanda de recursos por parte de los usuarios y de las aplicaciones de red han forzado a los diseñadores a elaborar y utilizar patrones que dirijan el tráfico. Las redes no pueden ser divididas en subredes basándose exclusivamente en el número de usuarios. Ese criterio prácticamente es obsoleto. La aparición de servidores que corren aplicaciones globales tiene un impacto directo en la carga a través de la red. Si circula una carga de tráfico alta dentro de la red, resulta necesario utilizar técnicas de conmutación (*switching*) y ruteo (*routing*) más eficientes.

Los patrones de tráfico ahora dictan el tipo de servicios requeridos por los usuarios finales en las redes. Para construir apropiadamente una red que pueda cubrir las necesidades del usuario, es necesario un modelo jerárquico de tres capas. La figura 2.7 muestra este modelo.

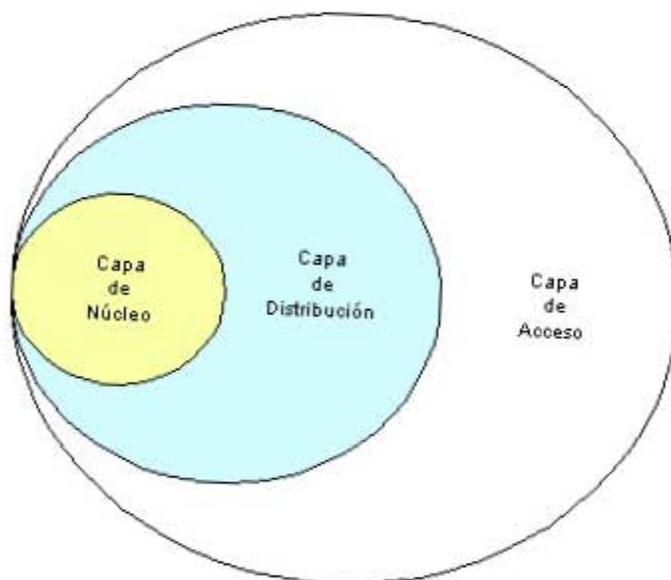


Figura 2.7. Modelo Jerárquico para diseño de redes.

Las tres capas que conforman el modelo jerárquico son:

- Acceso
- Distribución
- Núcleo

Capa de Acceso. La capa de acceso es el punto en el cual los usuarios finales están conectados a la red. Esto hace que esta capa también sea referida como *de escritorio*. Los

usuarios y recursos que necesitan acceder a la red están ubicados localmente. Existen múltiples grupos de usuarios y sus recursos en esta capa.

En algunas redes no es posible proveer a los usuarios con acceso local a todos los servicios, como archivos de bases de datos, almacenamiento centralizado o accesos vía modulator-demodulador (*modem*) hacia *Internet (World Wide Web: www)*. En esos casos, el tráfico de usuarios para los servicios mencionados están orientados a la siguiente capa del modelo, la capa de distribución.

Capa de distribución. La capa de distribución (también referida como una capa de grupo de trabajo) marca el punto entre la capa de acceso y los servicios principales de la red. La función primaria de esta capa es desempeñar funciones como ruteo, filtrado y acceso a la *WAN*. En un ambiente de *campus*, la capa de distribución realiza varias funciones, incluyendo las siguientes:

- Servir como un punto donde se pueden agregar dispositivos de acceso.
- Direccionar tráfico para proveer acceso departamental o de grupos de trabajo.
- Segmentar la red en múltiples dominios.
- Trasladar información entre diferentes tipos de medio, así como *Token Ring* y *Ethernet*.
- Proveer seguridad y servicios de filtrado.

La capa de distribución puede ser considerada como la capa que provee conectividad basada en políticas. Esto determina como los paquetes pueden acceder a los servicios principales de la red. La capa de distribución determina la forma más rápida para hacer llegar una petición al servidor. Después que la capa de distribución escoge la trayectoria, ésta reenvía la solicitud a la capa núcleo. La capa núcleo entonces transporta rápidamente la solicitud al servicio correspondiente.

Capa núcleo. (también llamada capa *backbone*) conmuta el tráfico tan rápido como le es posible al servicio correspondiente. Esta capa está ubicada en el área donde se interconectan los servidores y equipos de comunicaciones. Esos servicios están referidos como globales o servicios empresariales, por ejemplo correo electrónico, acceso a internet y videoconferencia.

Cuando un usuario necesita acceder a los servicios empresariales, se procesa una solicitud en la capa de distribución. El dispositivo de capa de distribución entonces reenvía la solicitud del usuario hacia el *backbone*. El *backbone* simplemente provee un transporte rápido hacia el servicio deseado. La capa de distribución provee el acceso controlado al núcleo.

2.1.5. TCP/IP

Es un conjunto de protocolos de red en el cual se basa *Internet* y que permite la transportación de datos entre redes de computadoras. Es uno de los protocolos más desarrollados actualmente. Protocolo de Control de Transmisión / Protocolo de Internet (*Transmission Control Protocol / Internet Protocol:TCP/IP*) puede ser visto como el gran unificador de comunicaciones en redes. Ha sido utilizado como base para desarrollo de otros protocolos por ejemplo, Intercambio de Paquetes en Interredes (*Internetwork Packet eXchange: IPX*) y Transporte de Área Local (*Local Area Transport : LAT*).

TCP/IP fue originalmente implementado como un protocolo estándar para el proyecto Agencia de Investigación para Proyectos Avanzados (*Advanced Research Projects Agency: ARPANET*). Como el proyecto *ARPANET* creció, la necesidad de contar con un protocolo estándar se hizo imperativa. *IP* fue definido en 1980 por un organismo llamado *Requested For Comments: RFC*. *TCP* fue definido en *RFC 193* en 1981. *TCP/IP* comprende un conjunto (*suite*) de protocolos. Esto significa que muchos protocolos diferentes caen bajo el criterio de *TCP/IP*. Algunos de los protocolos más comunes son: Protocolo para Transferencia de Archivos (*File Transfer Protocol: FTP*), *SMTP*, Protocolo para Control de Mensajes en Internet (*Internet Control Message Protocol: ICMP*) y Protocolo de Oficina Postal (*Post Office Protocol : POP*). Cada uno de esos protocolos utiliza *IP* como su base de movimiento para transportar datos sobre la red. *TCP/IP* varía del modelo de referencia *OSI*, ya que fue diseñado primero, tiene cuatro niveles solamente. La figura 2.8 muestra la equivalencia entre ambos modelos.

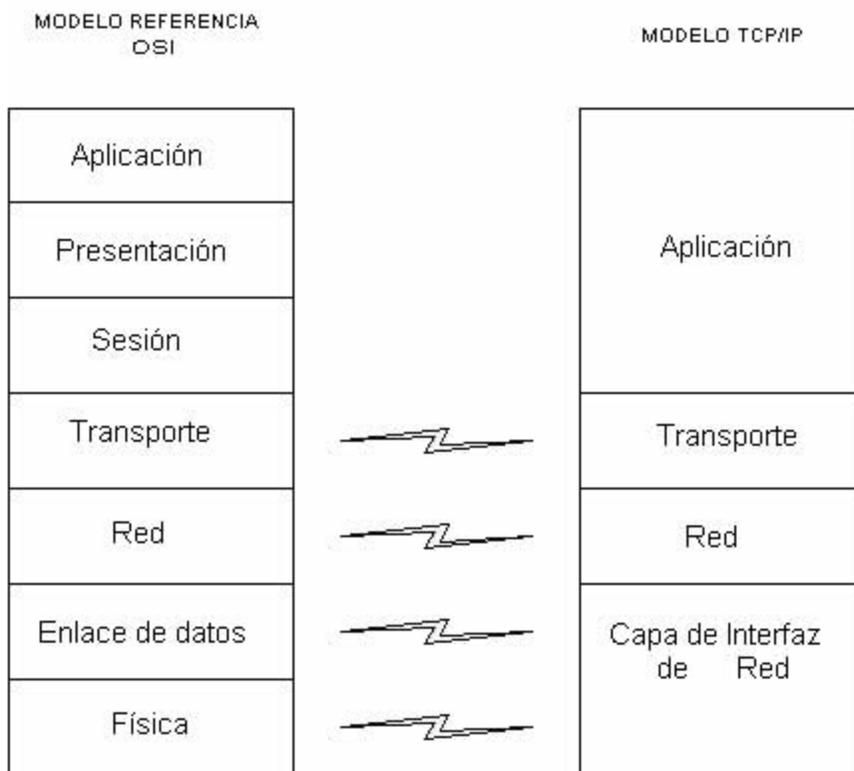


Figura 2.8. Equivalencia entre modelos de referencia OSI y TCP/IP.

La familia de protocolos TCP/IP fue diseñada para permitir la interconexión entre distintas redes, en una red TCP/IP es posible tener, por ejemplo, servidores web y servidores de correo para uso interno. El concepto de red está relacionado con las direcciones IP que se configuren en cada computadora, es decir si tenemos varias redes dentro del mismo cableado solamente las computadoras que pertenezcan a una misma red podrán comunicarse entre sí. Para que los equipos de una red puedan comunicarse con los de otra red es necesario que existan ruteadores que las interconecten; a través de las direcciones IP de cada red que son dadas de alta en el ruteador. La dirección IP es el identificador de cada nodo dentro de una red, cada nodo conectado a una red tiene una dirección IP asignada, la cual debe ser distinta a todas las

demás direcciones que estén vigentes en ese momento en el conjunto de redes visibles por el nodo.

Direccionamiento IP. Como cualquier protocolo de capa de red, el direccionamiento es un punto muy importante. Los dispositivos sobre la red deben tener una dirección única para identificarse entre ellos y otros nodos (*host*), para establecer comunicación. El direccionamiento en *IP* está compuesto de un valor de 32 bits, representados por cuatro grupos de números enteros separados por puntos para facilitar su clasificación. Los números en notación decimal tienen su correspondencia en números binarios. Por ejemplo, 192.168.149.234 es una representación para 11000000.10101000.10010101.11101010. Obviamente, el número en decimal es mucho más fácil de recordar. Cualquier dirección *IP* está separada en dos partes: el número de red y el número de nodo. El número de red puede ser un valor asignado válido en *Internet* o puede ser parte de un esquema de direccionamiento privado. Todas las redes tienen tamaños diferentes. Si una compañía tiene 5000 computadoras, no le satisface tener un direccionamiento de red que tenga la capacidad de manejar 50 computadoras. Por el contrario, se pueden tener dentro de un grupo de empresas muchas redes *LAN* que contengan cada una muy pocas computadoras.

Para manejar de manera más eficiente el direccionamiento *IP*, se diseñaron los tipos o clases de tal forma que pueda contener cada segmento el número real de computadoras o dispositivos a utilizar. En la figura 2.9 se observa la posición de los números de red y *host*, lo que define los tipos de direccionamientos *IP* y la clase de redes.

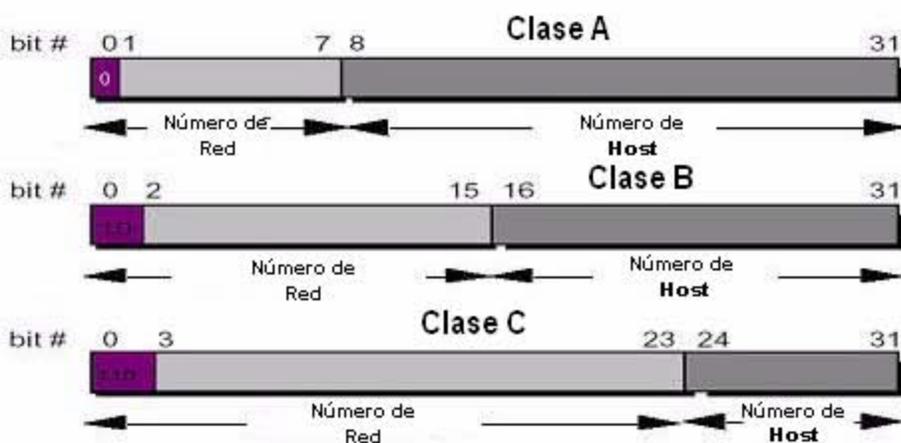


Figura 2.9. Tipos de clases para direccionamiento *IP*.

Red clase A. Esta red tiene un prefijo de red de 8 bits, en el cual su bit más significativo es 0, contiene un número de red de 7 bits y un número de *host* de 24 bits. Pueden ser definidas hasta $128(2^7)$ redes, esto implica tener un total de $16\,777\,216(2^{24})$ *hosts* disponibles por cada red.

Red clase B. Esta red tiene un prefijo de red de 16 bits, en el cual sus bits más significativos son 10, contiene un número de red de 14 bits y un número de *host* de 16 bits. Pueden ser

definidas hasta 16 384 redes (2^{14}), esto implica tener un total de 65 536 (2^{16}) *hosts* disponibles por cada red.

Red clase C. Esta red tiene un prefijo de red de 24 bits, sus bits más significativos son 110, contiene un número de red de 21 bits y un número de *host* de 8 bits. Pueden ser definidas hasta 2 097 152 (2^{21}) redes, esto implica tener un total de 256 (2^8) *hosts* disponibles por cada red.

Para hacer aún más eficiente el manejo y asignación de direcciones, se creó la RFC 1918, que tiene el objetivo de determinar el grupo de direcciones para utilizarse en redes privadas.

La Autoridad de Números Asignados para Internet (*Internet Assigned Numbers Authority: IANA*), ha reservado los siguientes tres bloques de direccionamiento *IP* para redes privadas:

10.0.0.0 – 10.255.255.255
172.16.0.0 – 172.31.255.255
192.168.0.0 – 192.168.255.255

El primer bloque corresponde a un segmento de direcciones de red clase A, el segundo corresponde a un bloque de 16 segmentos de red clase B, y el tercer bloque es un grupo de 256 direcciones de clase C.

2.1.6. Redes de Area Local Virtuales

Las redes de área local virtuales (*Virtual Local Area Network: VLAN*) permiten contener a un grupo de usuarios en un dominio común de difusión, aunque se encuentren físicamente en lugares distintos. Creando *VLANs* se mejora el desempeño y seguridad en una red conmutada, al controlar la propagación de paquetes de difusión (*broadcast*). En un dominio de difusión, un paquete de difusión enviado por un nodo debe llegar a toda la extensión de dicho dominio, incluyendo todos los segmentos involucrados.

Los beneficios de una *VLAN* se reflejan directamente en :

- Seguridad
- Segmentación
- Flexibilidad

El diseño y el funcionamiento de una red puenteada/conmutada van dirigidos a mejorar los servicios de red, mediante la segmentación de la misma en varios dominios de colisión. Sin la ayuda de una *VLAN*, la red sigue siendo un solo dominio de difusión. Un dominio de difusión es un grupo de dispositivos que pueden recibir las tramas de difusión entre sí. Por ejemplo, si el dispositivo A envía una trama de difusión y esa trama la reciben los dispositivos B y C, se dice que los tres dispositivos se encuentran en un dominio de difusión común. Como las tramas de difusión inundan todos los puertos de un *switch* (de forma predeterminada), los dispositivos conectados al *switch* están en un dominio de difusión común. Es importante controlar la propagación de *broadcasts* a través de la red. Los ruteadores, que operan sobre la capa 3 del modelo de referencia *OSI*, suministran la segmentación de los dominios de difusión (*broadcast*). Los *switchs* (equipos de conmutación) también ayudan generando segmentación de dominios de difusión, esto se conoce como *VLAN*.

En la figura 2.10 se muestra la segmentación de los dominios de difusión.

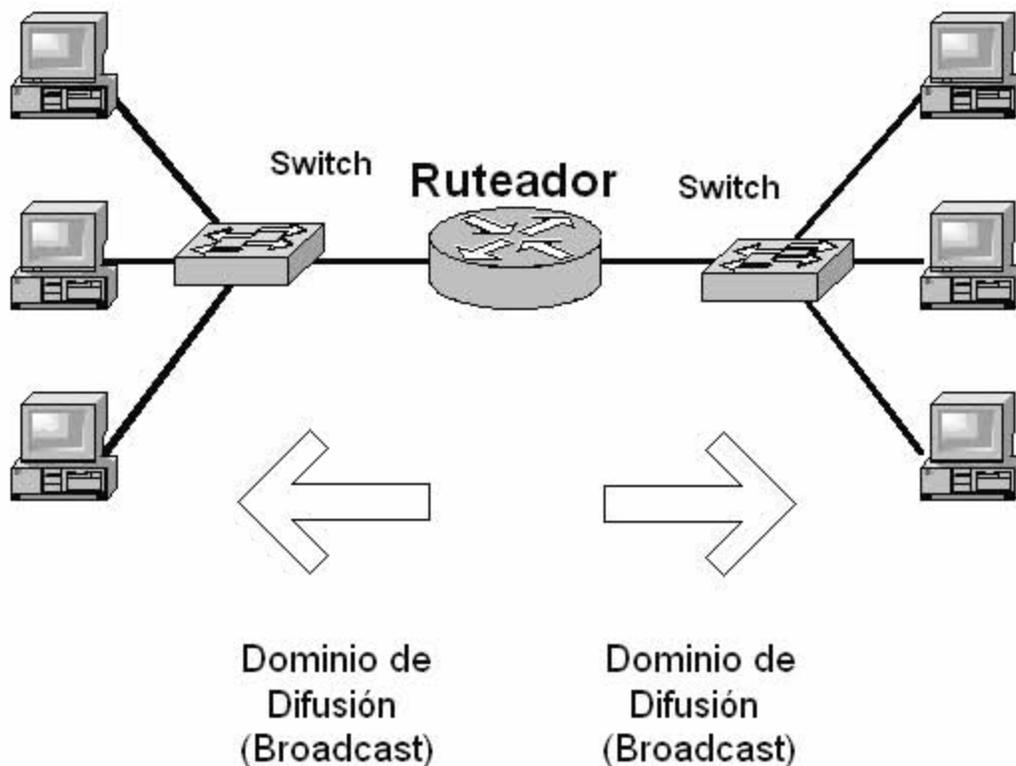


Figura 2.10. Esquema de segmentación de dominios de difusión.

Antes de la introducción de las VLANs y switches, las redes eran divididas en múltiples dominios de difusión con la ayuda de un ruteador. Debido a la naturaleza de los ruteadores, no se reenvían los paquetes de difusión, por lo que en cada interfaz maneja un dominio de difusión diferente.

Una VLAN es un dominio de *broadcast* lógico que puede tener múltiples segmentos de red de área local físicos. Con la ayuda de esta tecnología es posible segmentar, por funciones, equipos de proyectos o aplicaciones, sin afectar la ubicación física de los usuarios. Cada puerto del switch puede ser asignado a una VLAN en particular. Los puertos que corresponden a una VLAN determinada enviarán sus correspondientes paquetes de difusión.

Tipos de membresía para VLANs. Las VLANs están implementadas sobre la capa 2 del modelo de referencia OSI. Debido a esto son independientes de cualquier protocolo de comunicación. Para entregar un segmento en una VLAN, se debe asignar una membresía en el puerto. Por sí mismas las VLANs trabajan independientemente, en caso que sea requerida la comunicación entre VLANs diferentes, debe ser adicionado un ruteador.

Enlaces troncales. En ocasiones, un dominio de difusión tiene que existir en más de un *switch* de la red. Para lograrlo, un *switch* debe enviar tramas a otro *switch* e indicar la *VLAN* a la que pertenece una trama en particular. En los *switches* se crea un enlace troncal para lograr esta identificación *VLAN*. El etiquetado de Liga de Intercambio (*Inter Switch Link: ISL*) e *IEEE 802.1Q*, son métodos diferentes de colocar un identificador *VLAN* en una trama de capa 2.

Un enlace troncal es el otro tipo de puerto de capa 2 soportado por los *switches*. Cuando se configura un puerto troncal, empieza marcando las tramas a medida que salen del puerto para indicar la *VLAN* a la que cada trama está asociada. El puerto troncal también puede leer las marcas, denominadas etiquetas, a medida que entran en el puerto troncal. Esto permite que el *switch* envíe una trama sólo a los puertos de la *VLAN* asociada a la trama entrante.

El propósito principal del *trunking* es transportar tráfico entre *switches* y mantener la información *VLAN*. A diferencia de un enlace de acceso, el enlace troncal no pertenece a una sola *VLAN*, pero en cambio puede transportar tráfico de varias *VLAN* por un enlace punto a punto entre dos dispositivos que entienden el protocolo. Como normalmente un enlace troncal es una conexión punto a punto entre dos *switches*, es recomendable que se ejecute en modo dúplex completo (*full-duplex*) para mayor eficiencia. La figura 2.11 muestra la conexión troncal.

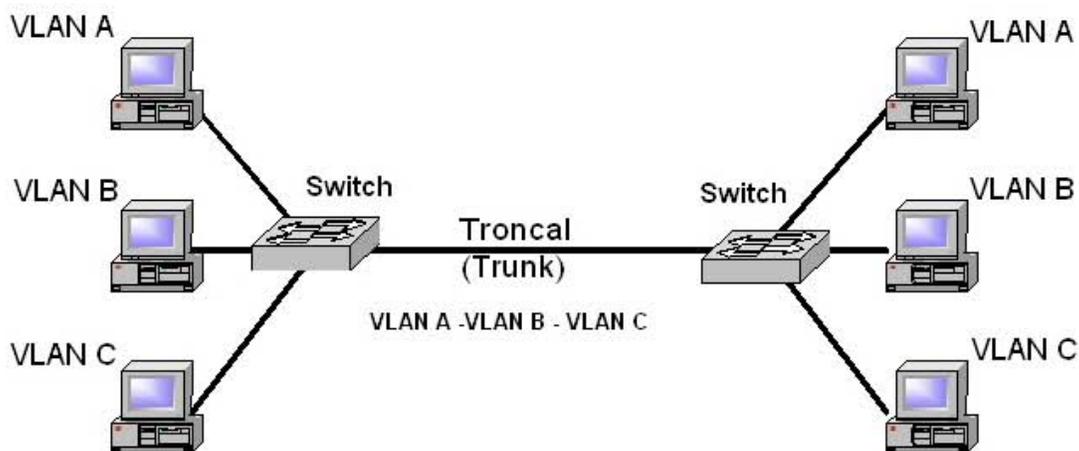


Figura 2.11. Comunicación troncal entre switches.

Trunking 802.1Q. El protocolo *IEEE 802.1Q* interconecta *VLANs* entre varios *switches*, ruteadores y servidores. Con el 802.1Q, un administrador de redes puede definir una topología *VLAN* para extender varios dispositivos físicos. Un enlace troncal 802.1Q proporciona la identificación de la *VLAN* añadiendo una etiqueta de 4 bytes a una trama *Ethernet* al salir por un puerto troncal. Como la trama ha cambiado, también debe calcularse y añadirse a la trama una nueva secuencia de verificación de trama (*FCS*).

Con 802.1Q, un enlace troncal puede etiquetar tramas entre dispositivos que entienden el protocolo. Esto permite que en una sola topología existan varias *VLANs*. Como 802.1Q está definido como un tipo de trama *ethernet*, no necesita que cada uno de los dispositivos de un enlace hable el protocolo 802.1Q. Por esta razón, 802.1Q también se denomina *VLAN nativa*. Un puerto troncal en un *switch* se define para estar en una *VLAN nativa*, y el enlace troncal 802.1Q no etiquetará las tramas que salen por el puerto que entra en cualquier puerto que pertenece a la misma *VLAN*, que es la *VLAN nativa* en el *switch*. Cualquier dispositivo *ethernet*

sería capaz de leer tramas para las VLAN nativas. La VLAN nativa es importante en un enlace troncal 802.1Q. Si ambos lados del enlace no coinciden en cuanto a la VLAN nativa, el enlace troncal no funcionará correctamente.

Enlaces entre switches. El Etiquetado de Liga de Intercambio (*Inter Switch Link: ISL*) ejecuta la misma tarea que el *trunking* 802.1Q, pero utiliza un formato de trama diferente. Los enlaces troncales *ISL* están patentados por *Cisco* y sólo definen una conexión punto a punto entre dos dispositivos, normalmente *switches*. El nombre de enlace entre *switches* hace alusión a este tipo de diseño. El etiquetado de tramas *ISL* utiliza un mecanismo de bajo nivel de procesamiento para la multiplexión del tráfico de varias VLANs en una sola ruta física. *ISL* se ha implementado para conexiones entre *switches*, ruteadores y tarjeta de interface de red (*NIC*) utilizadas en servidores. Para soportar la función *ISL*, cada dispositivo conectado debe estar configurado como *ISL*. Un ruteador así configurado puede permitir las comunicaciones entre VLANs. Un dispositivo que no utilice etiquetado *ISL* que reciba tramas *ethernet* encapsuladas como *ISL*, probablemente las considerará como errores del protocolo debido al formato y el tamaño de las mismas.

ISL funciona en la capa 2 del modelo de referencia *OSI*, al igual que el 802.1Q, pero se diferencia en que encapsula la trama *ethernet* de capa 2 entera dentro de una cabecera *ISL* y de una información final. Como *ISL* encapsula la trama entera, es independiente del protocolo de comunicaciones y puede transportar cualquier tipo de trama de capa 2 o protocolo de capa superior entre los *switches*.

2.2. Tecnologías alambradas

Un sistema de cableado brinda el medio físico para la transmisión de las señales asociadas a los sistemas de voz, datos y de control existentes en un edificio o conjuntos de edificios (campus). Para realizar esta función un sistema de cableado incluye los diferentes tipos de cables, conectores, repetidores, módulos, etc., necesarios.

En caso de necesitarse un sistema de cableado para cada uno de los servicios, al sistema de cableado se le denomina específico; si por el contrario, un mismo sistema soporta dos o más servicios, entonces se habla de cableado de uso generalizado. Las tendencias actuales están obligando a utilizar cableados de uso generalizado, ya que es mucho más barato y eficiente.

Para tener una idea más clara de los alcances de cada uno de los sistemas de cableado mencionado hacemos una breve descripción de las posibles aplicaciones de estos:

Sistemas de voz. Incluyen las Centrales de Intercambio Privado (*Private Branch eXchange: PBX*), equipos multilínea, teléfonos analógicos y digitales, etc.

Sistemas de datos. Incluyen redes locales, conmutadores de datos, controladores de terminales, líneas de comunicación con el exterior, etc.

Sistemas de control. Incluyen alimentación remota de terminales, sistemas de calefacción, ventilación, aire acondicionado, alumbrado, protección de incendios e inundaciones, sistema eléctrico, ascensores, alarmas de intrusión, control de acceso, vigilancia, etc.

El funcionamiento del sistema cableado deberá permitir el uso de aplicaciones actuales, pero también debe estar preparado para soportar el uso de aplicaciones futuras. Hacer esto permitirá la migración a aplicaciones de redes más rápidas, sin necesidad de incurrir en costosas actualizaciones de sistema de cableado. Como ya se mencionó existen diferentes tipos de cables. La elección del cable indicado depende del ancho de banda que se ocupe, las distancias existentes y las condiciones de instalación.

2.2.1. Tipo de cables empleados para transmisión de información

Cada tipo de cable tiene sus ventajas e inconvenientes; no existe un tipo ideal. Las principales diferencias entre los distintos tipos de cables radican en el ancho de banda permitido (y consecuentemente en el rendimiento máximo de transmisión), su grado de inmunidad frente a interferencias electromagnéticas y la relación existente entre la amortiguación de la señal con respecto de la distancia recorrida.

Actualmente son utilizados dos tipos de cables, principalmente, para realizar instalaciones tanto en el interior de un edificio como para conectar varios edificios:

- Par Trenzado
- Fibra Óptica

Los cableados de par trenzado y fibra óptica son reconocidos por la norma del Instituto de Estándares Nacionales Americanos (*American National Standard Institute: ANSI*) y la Asociación de Industrias Electrónicas (*Electronic Industries Association: EIA*) *ANSI/EIA-568*. Existe un tercer tipo de cableado, de tipo coaxial que en el inicio de de las comunicaciones alambradas tuvo un gran auge, sin embargo actualmente se acepta pero no se recomienda en instalaciones nuevas, debido a las velocidades de transmisión y necesidades de espacio y flexibilidad en el tendido.

Es importante mencionar las características principales de los cables coaxial, par trenzado y fibra óptica, son tratados adelante, con especial atención al par trenzado y a la fibra óptica por la importancia que tienen en las instalaciones actuales, así como su implícita recomendación por los distintos estándares asociados a los sistemas de cableado.

Cable coaxial. Consiste en un núcleo de cobre rodeado por una capa aislante. A su vez, ésta capa está rodeada por una malla metálica que ayuda a bloquear las interferencias; este conjunto de cables está envuelto en una capa protectora. El cable coaxial es utilizado generalmente para señales de televisión y para transmisiones de datos de alta velocidad a distancias de varios kilómetros. La velocidad de transmisión suele ser alta, de hasta 100 Mbits/s; pero hay que tener en cuenta que a mayor velocidad de transmisión, menor distancia podemos cubrir, ya que el periodo de la señal es menor, y por tanto se atenúa antes. En la figura 2.12, presentamos la estructura típica de un cable coaxial.

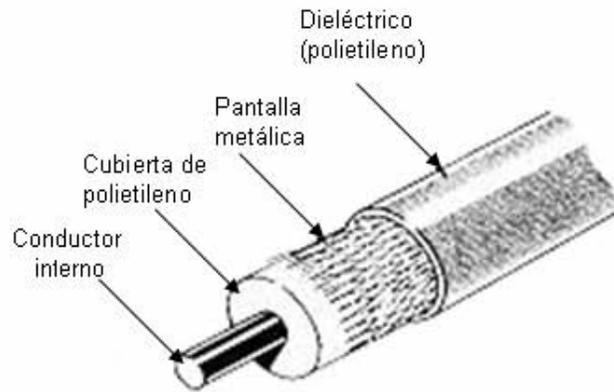


Figura 2.12. Cable coaxial.

Par trenzado. Es el tipo de cable utilizado con mayor frecuencia, se originó como solución para conectar teléfonos, terminales y computadoras sobre el mismo cableado, ya que está disponible para comunicación de datos y tiene la capacidad de manejar frecuencias más altas en transmisión/recepción. Se le denomina *par trenzado* debido a que el cableado está agrupado por parejas de hilos que están trenzados, con el fin de reducir la interferencia entre pares adyacentes. El número de pares generalmente incluido es 4, aunque existen cables con un número de pares mayor (25, 50, 100, 200, 300), a este último tipo se le conoce como cable multipar. En la figura 2.13 se presenta un cable de par trenzado.

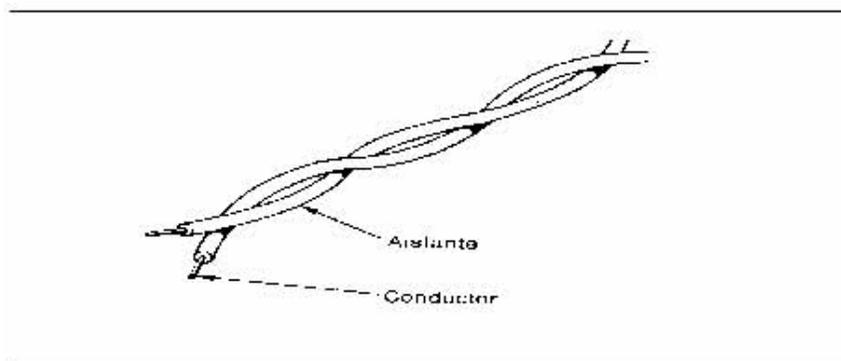


Figura 2.13. Par trenzado.

Existen dos tipos básicos de cable de par trenzado, el no blindado y el blindado.

Par Trenzado No Blindado (Unshield Twisted Pair: UTP). Las ventajas de este tipo de cable son su bajo costo y su facilidad de manejo. Estas ventajas le han permitido ser el tipo de cable generalmente utilizado. Sus desventajas son su mayor tasa de error respecto a otros tipos de cable, así como sus limitaciones para trabajar a distancias elevadas sin regeneración, también conocido como repetición.

En el estándar EIA-568 se definen diferentes categorías para estos tipos de cables. La tabla 2.1 indica las categorías que han sido utilizadas, las que existen actualmente, así como las de nueva generación.

CATEGORÍA	VELOCIDAD MÁXIMA	APLICACIÓN
CAT 1	1 MBPS	Voz analógica
CAT 2	4 MBPS	Redes IBM (Token Ring)
CAT 3	16 MBPS	Voz y datos sobre 10BaseT
CAT 4	20 MBPS	Redes IBM (Token Ring)
CAT 5	100 MBPS, 1000 MBPS	Fue reemplazado por CAT 5E
CAT 5E	100 MBPS, 10000 MBPS(Prototipo)	100 BaseT
CATEGORÍA	FRECUENCIA MÁXIMA	APLICACIÓN
CAT 6	400 MHZ	Aplicaciones banda ancha
CAT 6E	625 MHZ	10GBaseT
CAT 7	600-700 MHZ	Teleradiología, video en tiempo real

Tabla 2.1. Categorías que se manejan para cableado de par trenzado.

Las características generales del cable no blindado son:

- **Tamaño:** El diámetro de los cables *UTP* permite aprovechar más eficientemente las canalizaciones y los distribuidores. El diámetro típico de estos cables es de 0.005m.
- **Peso:** Es muy ligero con respecto a los otros tipos de cable, lo cual facilita el tendido.
- **Flexibilidad:** La facilidad para curvar y doblar este tipo de cables permite un tendido más rápido, así como la fácil conexión con rosetas y regletas.
- **Instalación:** Debido al uso generalizado de este tipo de cables, existen una gran variedad de accesorios y herramientas.
- **Integración:** Los servicios soportados por este tipo de cable incluyen:
 - Red de Área Local ISO 802.3 (*Ethernet*)
 - Telefonía analógica
 - Telefonía digital
 - Terminales síncronos
 - Terminales asíncronos
 - Líneas de control y alarmas

Par Trenzado Blindado (Shield Twisted Pair: STP). Cada par se cubre con una malla metálica, de la misma forma que los cables coaxiales y el conjunto de pares se recubre con una lámina blindada. Según las especificaciones de uso de las instalaciones de red Ethernet, STP proporciona resistencia contra la interferencia electromagnética y la radiofrecuencia sin aumentar significativamente el peso o tamaño del cable. El cable de par trenzado blindado en comparación con el UTP, brinda mayor protección contra todos los tipos de interferencia externa, pero es más caro que el UTP. El empleo de una malla blindada reduce la tasa de error, pero incrementa el costo del cable al requerirse un proceso de fabricación más elaborado.

No es posible realizar tendidos de STP tan largos sin repetir la señal, siendo la longitud máxima de cable recomendada de 100 metros, y su rendimiento suele ser de 10-100 Mbps. Se especifica otro tipo de STP para instalaciones Token Ring. En este tipo de cable, conocido

como STP de 150 ohms, está totalmente blindado para reducir la interferencia electromagnética y de radiofrecuencia, además cada par de hilos trenzados se encuentra blindado con respecto a los demás para reducir la diafonía.

En la Tabla 2.2 se muestran las principales aplicaciones de STP:

VELOCIDAD	APLICACIÓN
10 base T	Ethernet
100 base Tx	Fast Ethernet
100 base T4	Fast Ethernet con 4 pares
1000 base T	Gigabit Ethernet

Tabla 2.2. Aplicaciones de STP.

Fibra óptica. Una fibra óptica es un medio de transmisión de luz, el cual consiste básicamente en dos cilindros coaxiales de vidrios transparentes y de diámetros muy pequeños. El cilindro interior se denomina núcleo y el exterior se denomina envoltura, siendo el índice de refracción del núcleo algo mayor que el de la envoltura.

En la superficie de separación entre el núcleo y la envoltura se produce el fenómeno de reflexión total de la luz, al pasar éste de un medio a otro que tiene un índice de refracción más pequeño. Como consecuencia de esta estructura óptica todos los rayos de luz que se reflejan totalmente en dicha superficie se transmiten guiados a lo largo del núcleo de la fibra.

Características de la fibra óptica:

- **Ancho de banda.** La fibra óptica proporciona un ancho de banda significativamente mayor que el cable *UTP* y el cable coaxial. Aunque en la actualidad se están utilizando velocidades de 1.7 GBps en las redes públicas, la utilización de frecuencias más altas (luz visible) permitirá alcanzar los 39 GBps. El ancho de banda de la fibra óptica permite transmitir volúmenes mayores de información tales como datos, voz, video en tiempo real, etc.
- **Distancia.** La baja atenuación de la señal óptica permite realizar tendidos de fibra óptica sin necesidad de repetidores.
- **Integridad de datos.** En condiciones normales, una transmisión de datos por fibra óptica tiene una Tasa de Errores de Bit (*Bit Error Rate: BER*) menor de $10e-11$. Esta característica permite que los protocolos de comunicaciones de alto nivel no necesiten implantar procedimientos de corrección de errores, por lo que se acelera la velocidad de transferencia.
- **Duración.** La fibra óptica es resistente a la corrosión y a las altas temperaturas. Gracias a la protección de la envoltura es capaz de soportar esfuerzos elevados de tensión en la instalación. La fibra también es inmune a los efectos electromagnéticos externos, por lo que se puede utilizar en ambientes industriales sin necesidad de protección especial.
- **Seguridad.** Debido a que la fibra óptica no produce radiación electromagnética, es muy efectivo ante acciones intrusas de escucha (método utilizado por espías informáticos, el cual obtiene paquetes de información del medio, y los analiza para descifrar el contenido). Para acceder a la señal que circula en la fibra es necesario partirla, con lo cual no hay transmisión durante este proceso, y puede por tanto detectarse.

Los cables de fibra óptica tienen muchas aplicaciones en el campo de las comunicaciones de datos:

- Conexiones entre edificios, para generar redes tipo *campus*.
- Interconexión de computadoras y terminales mediante enlaces dedicados de fibra óptica.
- Enlaces de fibra óptica de larga distancia y gran capacidad.

Los cables de fibra óptica ofrecen muchas ventajas respecto de los cables eléctricos para transmitir datos:

- *Mayor velocidad de transmisión.* Las señales recorren los cables de fibra óptica a la velocidad de la luz ($c = 0.3 \times 10^9$ m/s), mientras que las señales eléctricas recorren los cables a una velocidad entre el 50 y el 80 por ciento de ésta, según el tipo de cable.
- *Mayor capacidad de transmisión.* Pueden lograrse velocidades por encima de 1 Gbit/s.
- Inmunidad total ante interferencias electromagnéticas. La fibra óptica no produce ningún tipo de interferencia electromagnética y no se ve afectada por rayos o por pulsos electromagnéticos.
- No existe riesgo de cortocircuito o daños de origen eléctrico.
- La fibra óptica presenta una mayor resistencia a los ambientes y líquidos corrosivos que los cables eléctricos.

Las desventajas a considerar en el uso de fibra óptica principalmente son los requisitos de instalación (ángulos de curvatura de la fibra, canalización especial, etc.) lo cual redundaría en un costo de instalación elevado. Por ser muy alto, su principal aplicación es en la interconexión de equipos que tienen distancias muy grandes ó requieren velocidades de transmisión muy grandes.

En la tabla 2.3 se presenta un comparativo de los distintos tipos de cables descritos.

PROPIEDAD	PAR TRENZADO NO BLINDADO	PAR TRENZADO BLINDADO	COAXIAL	FIBRA ÓPTICA
Tecnología ampliamente probada	Sí	Sí	Sí	Sí
Ancho de banda	Medio	Medio	Alto	Muy alto
Hasta 1 MHz	Sí	Sí	Sí	Sí
Hasta 10 MHz	Sí	Sí	Sí	Sí
Hasta 20 MHz	Sí	Sí	Sí	Sí
Hasta 100 MHz	Sí (*)	Sí	Sí	Sí
27 Canales de video	No	No	Sí	Sí
Canal Full Duplex	Sí	Sí	Sí	Sí
Inmunidad electromagnética	Limitada	Media	Media	Alta
Seguridad	Baja	Baja	Media	Alta
Costo	Bajo	Medio	Medio	Alto

* UTP Categoría 5

Tabla 2.3. Comparativo de cable coaxial, par trenzado y fibra óptica.

2.2.2. Cableado estructurado

Un sistema de cableado estructurado es la infraestructura de cable destinada a transportar, a lo largo y ancho de un edificio, las señales de voz, datos, imágenes y video que emite un transmisor de algún tipo de señal hasta el correspondiente receptor. Un sistema de cableado estructurado es físicamente una red de cable única y completa, con combinaciones de Par Trenzado UTP y STP y cables de fibra óptica, bloques de conexión, cables terminados en diferentes tipos de conectores y adaptadores.

Es un sistema de cableado diseñado en una jerarquía lógica que adapta todo el cableado existente y el futuro en un único sistema. Un sistema de cableado estructurado exige una topología en estrella, que permite una administración sencilla y una capacidad de crecimiento flexible.

Entre las características generales del cableado estructurado destacan las siguientes:

- La configuración de nuevos nodos se realiza hacia el exterior desde un nodo central, sin necesidad de variar el resto de los nodos. Sólo se configuran las conexiones del enlace particular.
- La localización y corrección de averías se simplifica, ya que los problemas se pueden detectar a nivel centralizado.
- Mediante una topología física en estrella se hace posible configurar distintas topologías lógicas, tanto en bus como en anillo, simplemente reconfigurando centralizadamente las conexiones.

Una solución de cableado estructurado se divide en una serie de subsistemas. Cada subsistema tiene una variedad de cables y productos diseñados para proporcionar una solución adecuada para cada caso. Los distintos elementos que lo componen son los siguientes:

- Repartidor de Campus (*Campus Distributor: CD*)
- Cable de distribución de *campus* (*Backbone*)
- Repartidor Principal o del Edificio (*Building Distributor: BD*)
- Cable de distribución de Edificio (*Backbone*)
- Subrepartidor de Planta (*Floor Distributor: FD*)
- Cable Horizontal
- Punto de Transición opcional (*Transition Point: TP*)
- Toma ofimática (TO) (punto de conexión de equipos finales)
- Punto de acceso o conexión

En la figura 2.14 podemos observar la distribución clásica de los diversos componentes que conforman la estructura de un cableado estructurado, que incluyen el cableado entre edificios, el cableado interior hacia los puntos de distribución y finalmente los nodos de distribución final.

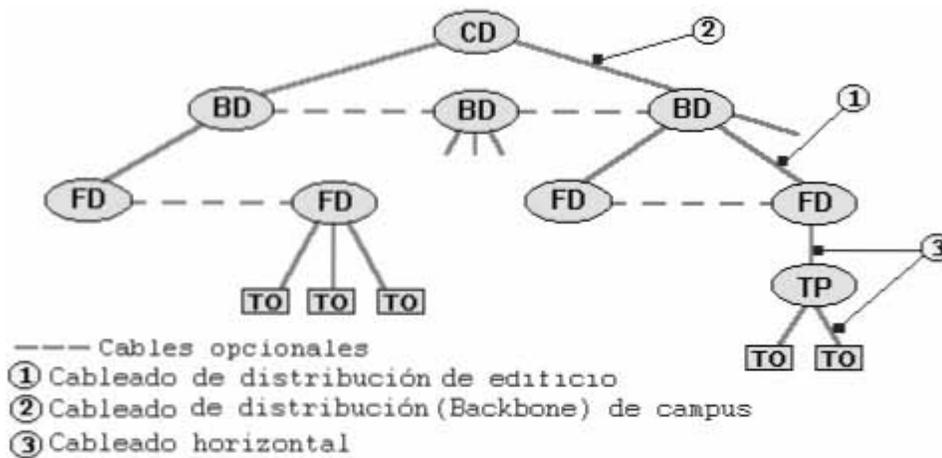


Figura 2.14. Cableado estructurado.

Un sistema de cableado estructurado se puede dividir en cuatro subsistemas básicos.

- Subsistema de Administración
- Subsistema de Distribución de *campus*
- Subsistema Distribución de Edificio
- Subsistema de Cableado Horizontal

Los tres últimos subsistemas están formados por:

- Medio de transmisión
- Terminación mecánica del medio de transmisión, regletas, paneles o tomas
- Cables de interconexión o cables puente.

Los dos subsistemas de distribución y en el de cableado horizontal se interconectan mediante cables de interconexión y puentes de forma que el sistema de cableado pueda soportar diferentes topologías como bus, estrella y anillo, realizándose estas configuraciones a nivel de subrepartidor de cada planta.

2.2.3. Estándares

Debido al aumento de tecnologías y fabricantes, es necesario mantener un estándar que permita la transferencia de forma simple y transparente entre aplicaciones y medios de comunicación, así como anticipar la forma como la tecnología futura pueda utilizar los recursos actuales, y es preciso que todos los dispositivos (actuales y en desarrollo) se adapten a estas normas.

Existen una serie de organizaciones y comités internacionales que se encargan de fijar una serie de "reglas generales para todos". (ANSI, Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico (*Consultative Committee for International Telegraphy and Telephony: CCITT*),

EIA/Asociación Industrial de Telecomunicaciones : *Telecommunications Industry Association: TIA*)).

El estándar para redes locales creado por el *IEEE* se denomina proyecto 802, el cual está formado de dos partes, en la primera parte el número 80 corresponde al año de creación del comité, el número 2 al mes correspondiente y el número siguiente al punto decimal refiere a los grupos de trabajo creados para analizar cada concepto aplicado. La tabla 2.4 nos da un ejemplo de las iniciativas para el Comité de estándares 802. Cabe mencionar que en el comité 802.13 no existe definición ya que las funciones definidas fueron asimiladas o bien descartadas por la interacción de comités con funciones similares.

COMITÉ	DESCRIPCIÓN
802.1	Puenteo y administración de redes <i>LAN / MAN</i>
802.2	Control de enlace lógico
802.3	Método de acceso <i>CSMA/CD</i>
802.4	Bus <i>Token passing</i>
802.5	<i>Token ring</i>
802.6	Red de área metropolitana
802.7	Red de difusión
802.8	Fibra óptica
802.9	Servicios isocrónicos (periodos idénticos en tiempo)
802.10	Estándar para Inter-operación de la seguridad en redes <i>LAN</i>
802.11	Redes inalámbricas
802.12	Método de acceso de prioridad de demanda
802.13	Intencionalmente se deja este estándar vacío
802.14	Red de comunicación de difusión de televisión por cable
802.15	Red de área personal inalámbrica

Tabla 2.4. Algunas iniciativas del Comité de Estándares.

De las iniciativas presentadas, las características principales de la IEEE 802.3 y 802.4 son:

IEEE 802.3. Método de Acceso múltiple con detección de portadora y detección de colisiones (Carrier Sense Multiple Access / Collision Detect : CSMA/CD). El Comité propone estas recomendaciones para que los equipos que compartan un medio de comunicación común puedan realizar sus accesos de manera ordenada:

- La comunicación se establece en banda base.
- Las velocidades de transmisión estándares son: 1 Mbps y 10 Mbps.
- El cable coaxial utilizado es de 50 ohms.
- El número máximo de estaciones en una red de este tipo es de 1024.
- La longitud máxima por segmento de cable es de 500 m.
- La distancia máxima permitida entre estaciones situadas en diferentes segmentos es de 2.5 km.
- La distancia mínima entre estaciones es de 2.5 m.
- Las estaciones no amplifican ni regeneran la señal, sólo la escuchan.
- Podemos conectar un máximo de 100 estaciones por segmento.

- Se permiten hasta 4 repetidores por segmento.
- La frecuencia de colisiones depende mucho del tráfico de la red.
- El rendimiento de la red es bueno cuando el tráfico es bajo/medio.
- Las estaciones se conectan con una topología en bus.
- Permite la interconexión de diferentes sistemas.

El método de acceso *CSMA/CD* es por mucho el método generalmente utilizado por los equipos que están conectados a una red *Ethernet*, por lo que han llegado a ser totalmente compatibles con esta recomendación.

IEEE 802.4. Estructura TOKEN-BUS. Las recomendaciones que plantea el Comité son las siguientes:

- Bus de banda ancha.
- Cable coaxial de 75 Ohms.
- Velocidad de transmisión de 1.5 ó 10 Mbps.
- Se trata de una configuración en bus física, pero funcionando como un anillo lógico.
- Todas las estaciones están conectadas a un bus común, sin embargo funcionan como si estuviesen conectadas como un anillo.
- Cada estación conoce la identidad de las estaciones anterior y posterior.

La estación que tiene el testigo tiene el control sobre el medio y puede transmitir tramas de datos. Cuando la estación ha completado su transmisión, pasa el testigo a la próxima estación del anillo lógico, de esta forma concede a cada estación por turno la posibilidad de transmitir.

El medio se usa alternativamente para fases de transmisión de datos y de paso de testigo (*Token Passing*). Cada estación puede tener el testigo un tiempo máximo establecido en la red o el tiempo que necesite para efectuar sus transmisiones si es menor.

2.3. Tecnologías inalámbricas

Una de las tecnologías más prometedoras y discutidas en esta década es la de poder comunicar computadoras mediante tecnología inalámbrica. Esta tecnología consiste básicamente en la emisión / recepción de ondas electromagnéticas (principalmente ondas de radio o luz infrarroja a través del aire). La tecnología inalámbrica está siendo, actualmente, motivo de una alta investigación, ya que representa la capacidad de conectar dos computadoras o equipos donde las instalaciones del medio de acceso correspondiente resulten prohibitivo. Las Redes Inalámbricas también facilitan la operación en lugares donde la computadora no puede permanecer en un solo lugar, como las lectoras de código de barras portátiles en almacenes.

Las aplicaciones en este tipo de enlaces pueden ser tan variadas como la capacidad de las ondas electromagnéticas para viajar a través de diferentes medios (como el vacío del espacio, o las profundidades del mar). Dependerá del tipo de transmisión que se quiera utilizar, por ondas de radio u ópticos.

El principio de funcionamiento de un enlace óptico al aire libre es similar al de un enlace de fibra óptica, sin embargo el medio de transmisión no es un polímero o fibra de vidrio sino el aire. El emisor óptico produce un haz estrecho que se detecta en un sensor que puede estar situado a varios kilómetros mientras exista línea de vista (la línea de vista consiste en que dos observadores puedan verse mutuamente desde los sitios a conectar, debe estar libre de obstáculos). Las aplicaciones típicas para estos enlaces se encuentran en los *campus* de las universidades, donde las carreteras no permiten tender cables, o entre los edificios de una compañía en una ciudad en la que resulte caro utilizar los cables telefónicos.

Las comunicaciones ópticas al aire libre son una alternativa de gran ancho de banda similar a los enlaces de fibra óptica o a los cables eléctricos. Por ser enlaces que utilizan el aire como medio de comunicación, las variaciones en el ambiente por consecuencia repercuten en la eficiencia del enlace, por ejemplo la lluvia fuerte, nieve o neblina intensa. Se requieren considerar las variaciones para que se garantice el perfecto funcionamiento; sin embargo, estos enlaces son inmunes a las interferencias eléctricas.

Las mejoras en los emisores y detectores ópticos han incrementado el rango y el ancho de banda de los enlaces ópticos al aire libre, al tiempo que reducen los costos. Se puede permitir voz o datos sobre estos enlaces a velocidades de hasta 45 Mbits/s . El límite para comunicaciones fiables se encuentra sobre los dos kilómetros. Para distancias de más de dos kilómetros son preferibles los enlaces de microondas descritos brevemente a continuación.

Enlaces de microondas. Los enlaces de microondas se utilizan mucho como enlaces donde las distancias son considerablemente largas y prohibitivas para la instalación de cables coaxiales o de fibra óptica. Se necesita una línea de vista directa para transmitir en la banda de Super Alta Frecuencia (*Super High Frequency: SHF*), de modo que es necesario disponer de antenas de microondas en torres elevadas en las cimas de las colinas o accidentes del terreno, para asegurar un camino directo con la intervención de pocos repetidores.

Las bandas de frecuencias más comunes para comunicaciones mediante microondas son las de 2, 4, 6 y 6.8 GHz. Un enlace de microondas a 140 Mbits/s puede proporcionar hasta 1920 canales de voz o bien varias comunicaciones de canales de 2 Mbits/s multiplexados en el tiempo.

Los enlaces de microondas presentan unas tasas de error muy bajas, en el rango de 1 en 10^5 a 1 en 10^{11} , dependiendo de la relación señal/ruido en los receptores. Al variar la relación señal a ruido (provocada por fluctuaciones en la disponibilidad en el medio como son el paso de aves por el enlace por ejemplo) pueden presentarse problemas de propagación en los enlaces de microondas.

Existen otros tipos de transmisión como la transmisión por luz infrarroja.

Enlaces con luz infrarroja. Permite la transmisión de información a velocidades muy altas: 10 Mbits/s. Consiste en la emisión/recepción de un haz de luz en el rango de frecuencia del infrarrojo; debido a esto, el emisor y receptor deben tener línea de vista ya que la luz viaja en línea recta. Debido a esta limitación pueden usarse espejos para modificar la dirección de la luz transmitida.

Para transmisiones que no son requeridas tasas de transmisión tan altas, se pueden utilizar enlaces de radio.

Enlaces de radio. Consiste en la emisión/recepción de una señal de radio, por lo tanto el emisor y el receptor deben sintonizar la misma frecuencia. La emisión puede traspasar muros y no es necesario la visión directa de emisor y receptor. La velocidad de transmisión suele ser baja: 4800 kbits/s. Este tipo de enlaces son susceptibles a interferencia debida a otras señales, por lo que se debe tener cuidado con los rangos que se manejan. Cuando los enlaces deben ser realizados a través de distancias extremadamente grandes (por ejemplo entre dos puntos situados en países diferentes) son utilizados los enlaces vía satélite.

Comunicaciones vía satélite. Los satélites artificiales han revolucionado las comunicaciones desde los últimos 20 años. Actualmente son muchos los satélites de comunicaciones que están alrededor de la tierra dando servicio a numerosas empresas, gobiernos, entidades. Un satélite hace la labor de repetidor electrónico. La capacidad que posee un satélite de recibir y retransmitir se debe a un dispositivo conocido como transpondedor. Los transpondedores de satélite trabajan a frecuencias muy elevadas, generalmente en la banda de los GHz. La mayoría de los satélites de comunicaciones están situados en una órbita denominada geoestacionaria, que se encuentra a 36000 km sobre el Ecuador. Esto permite que el satélite gire alrededor de la tierra a la misma velocidad que ésta, de modo que parece casi estacionario. Así, las antenas terrestres pueden permanecer orientadas hacia una posición relativamente estable (lo que se conoce como “sector orbital”), ya que el satélite mantiene la misma posición relativa con respecto a la superficie de la tierra.

Actualmente hay un problema de ocupación de la órbita geoestacionaria. Cuando un satélite deja de ser operativo, debe irse a otra órbita, para dejar un puesto libre. La separación angular entre satélites debe ser de 2 grados (anteriormente era de 4). Esta medida implicó la necesidad de mejorar la capacidad de resolución de las estaciones terrenas para evitar detectar, en forma de ruido, las señales de satélites próximos que se encuentran operando en la misma banda.

De la forma en que las computadoras han logrado tener conectividad sin la atadura del cableado físico, también se hace necesario que puedan transferir información desde y hacia otras redes (por ejemplo el acceso a *internet*). Para realizar la conectividad entre dos redes, se requiere de *ruteo* información.

Ruteo simplificado para computadoras móviles. Los protocolos TCP/IP, los de transferencia de correo, administradores de redes, de ruteo, de transferencia de archivos, etc., que están especificados por Internet RFC son de interés para la computación móvil. Sin embargo, el protocolo IP fue diseñado usando el modelo implícito de Clientes de Internet (Internet Hosts), donde a cada estación de la red se asigna una dirección, por esto, en el pasado no se imaginaba que computadoras inalámbricas se pudieran mover entre redes IP diferentes sin que se perdiera la conexión.

Para que una computadora móvil se pueda desplazar libremente de un lugar a otro, sin que el usuario tuviera la preocupación de perder la conexión, y al margen de las direcciones de la red cableada, dicho equipo se “direcciona” en una “red lógica”, que no está relacionada con ninguna otra red existente, entonces se manejará la topología de esta nueva red, rastreando

los movimientos de las computadoras móviles. Este sistema opera con 3 tipos de entidades, que son:

- Las computadoras móviles (*Movil Computer: MC*)
- El ruteador móvil (*Movil Router : MR*), el cual sirve como guía para la nueva “Red lógica”
- La estación base (*Base Station: BS*) la cual es un nodo de las redes existentes y realiza la conexión de datos entre computadoras móviles y las redes existentes.

El modelo permite que las computadoras móviles se conecten a la estación base que este más cerca ó a la que más le convenga, y que la comunicación entre sistemas existentes y computadoras móviles sea realizada por medio de un ruteador que contendrá la dirección Internet de la computadora móvil. El ruteador realiza la conexión a la “Red Lógica” asociando implícitamente a la dirección IP de la computadora móvil. En la figura 2.15 se ilustra este modelo.

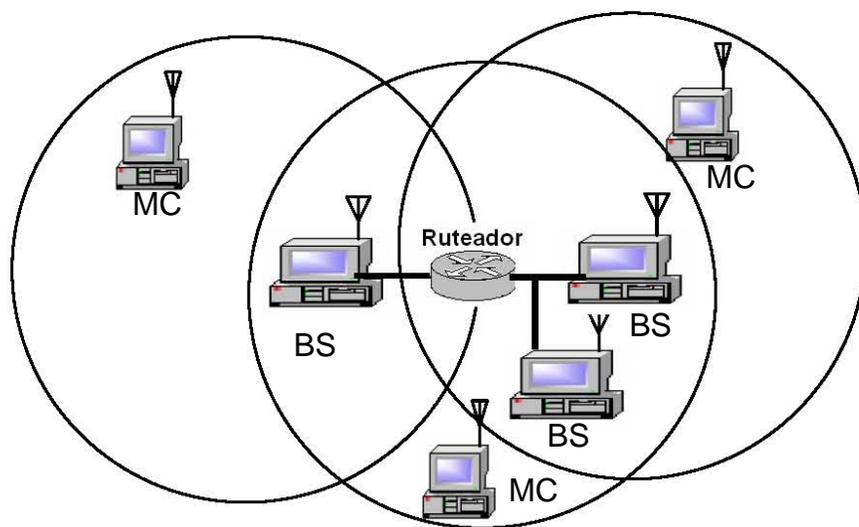


Figura 2.15. Modelo básico de computadoras móviles.

En base a los antecedentes teóricos revisados en este capítulo, procederemos a realizar un análisis de condiciones de operación actuales de la Red de la Institución Hospitalaria que revisaremos en el siguiente capítulo.

CAPÍTULO 3

Estado actual de la red

En este capítulo mostraremos el panorama de funcionamiento de la red de la Institución Hospitalaria, se definirá toda la información relacionada con la estructura de la red *LAN* de la Institución Hospitalaria, así como su estado actual, lo que nos permitirá conocer la forma en que opera la red y los problemas de funcionamiento, y derivado de ello conocer y plantear las necesidades de conectividad. Se mostrará el levantamiento de la información correspondiente a las instalaciones y del inventario del equipo de comunicaciones y cómputo, para de esta manera poder visualizar el alcance que actualmente tiene la red.

3.1. Constitución de la Institución Hospitalaria

Para conocer las condiciones de operación de la red de la Institución Hospitalaria, es necesario contar con la información referente al hardware y software que actualmente integran la red, así como, contar con un plano que nos defina la ubicación exacta de cada edificio dentro del campus hospitalario, y que nos proporcione las distancias entre edificios.

En la Institución Hospitalaria, no fue posible encontrar los planos que indican la distribución de los edificios, por lo que fue necesario realizar un diagrama de ubicación de éstos, que nos permita obtener información de distancias y ubicación de los mismos.

En la figura 3.1 se muestra la ubicación y distancias que separan los edificios de la Institución Hospitalaria, así como las diversas áreas que la integran, destacando entre ellas las siguientes: Hospitalización, Recepción, Laboratorio Clínico / Urgencias, Farmacia, Servicios Generales,

Aulas de Investigación y Enseñanza, Residencia Médica, Aula Magna / Sistemas, Recursos Humanos / Trabajo Social , Psiquiatría, Dirección General / Enseñanza / Biblioteca, Investigaciones A, Investigaciones B, Investigaciones C, Resonancia Magnética, Ingeniería, Compras y Oficinas del Almacén.

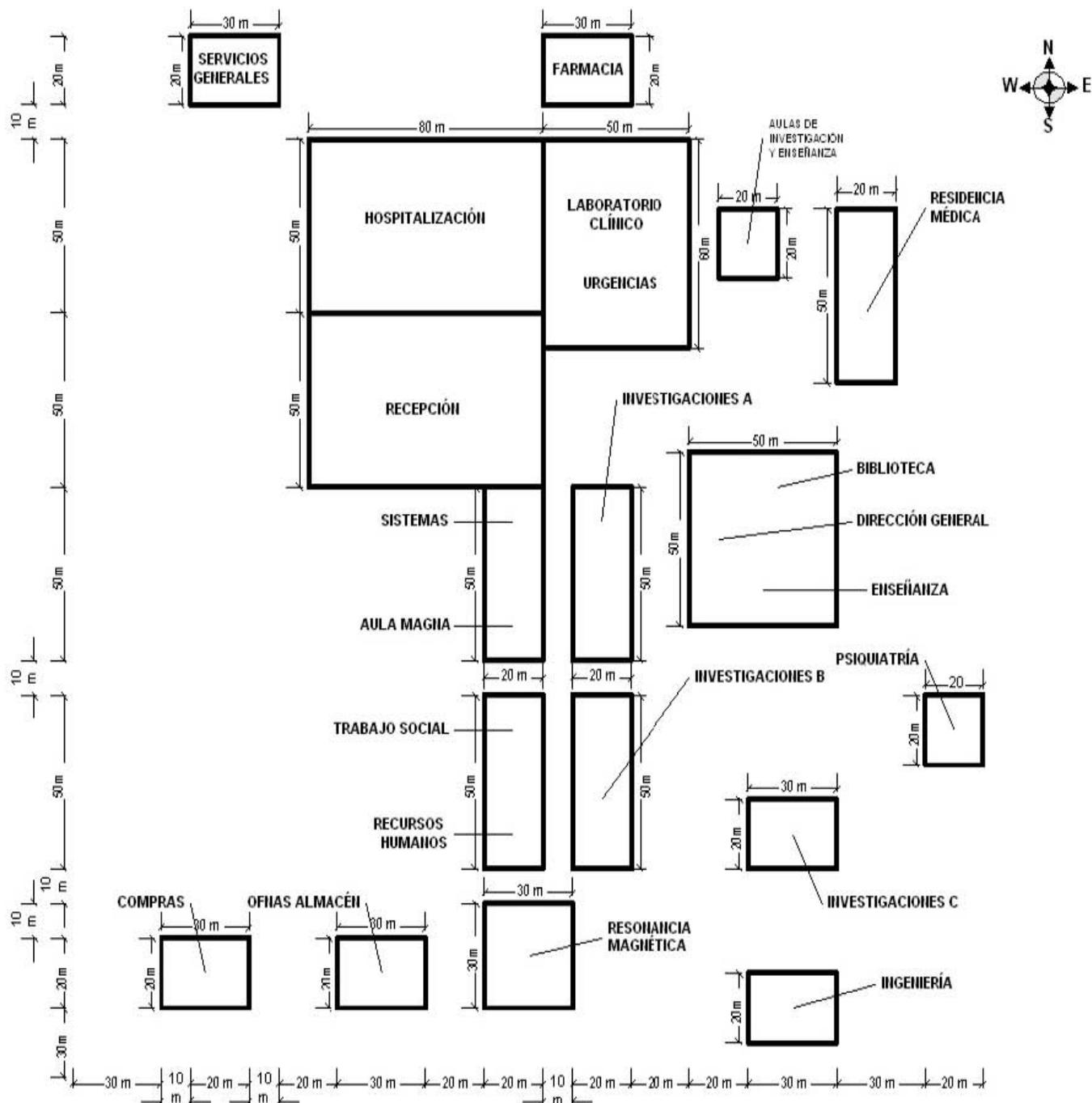


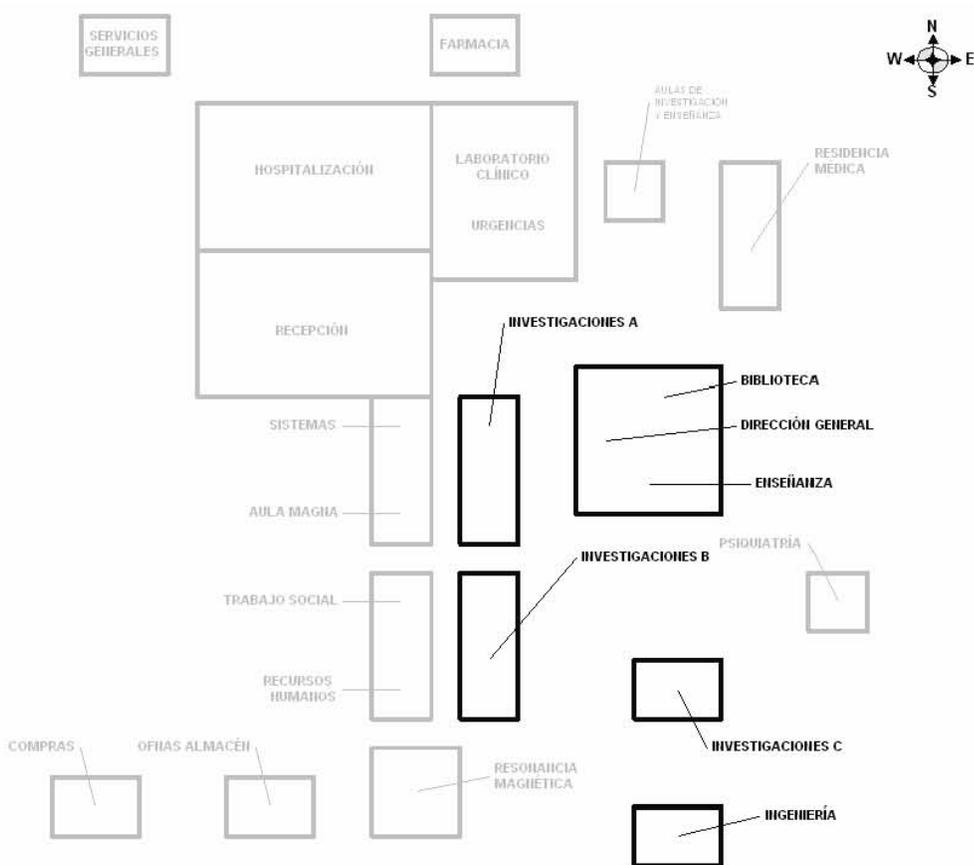
Figura 3.1. Distribución de edificios dentro de la Institución Hospitalaria.

Por la necesidad de contar con servicios de red en la Institución Hospitalaria, se instalaron dos redes independientes, que denominamos Red Investigaciones y Red Sihosco

3.1.1. Red Investigaciones

La Red de Investigaciones está integrada por las áreas que se indican en la figura 3.2, como se observa en la figura, las zonas que integran la Red de Investigaciones son:

- Investigaciones A
- Investigaciones B
- Dirección General/Enseñanza/Biblioteca
- Investigaciones C
- Ingeniería



3.2. Distribución de la Red Investigaciones.

Investigaciones A

Este edificio cuenta con 3 niveles: planta baja, primer piso y segundo piso; en la figura 3.3 se muestra la estructura interna del edificio.



Figura 3.3. Distribución interna del edificio Investigaciones A.

Actualmente el edificio tiene instalado un tendido de red basado en cableado estructurado, categoría 5; tiene un total de 30 nodos distribuidos en el edificio. En 27 nodos se tienen conectadas Computadoras Personales (*Personal Computer :PC*) : 7 Compaq Presario Pentium III con Windows 2000, 8 Olivetti Pentium III con Windows 2000, 12 Dell M992 Pentium IV con Windows XP; otros 2 nodos son ocupados por 2 impresoras láser HP 6P y uno más es empleado por una Lap Top Dell LATITUDE/D610 con Windows XP. El *Site* se encuentra ubicado en el primer piso, donde opera el siguiente equipo de comunicaciones:

- *Switch* marca *Cisco Systems*, modelo 2924 con 24 puertos de capacidad 10/100
- *Switch* marca *Cisco Systems*, modelo 2924M con 24 puertos de capacidad 10/100

En la figura 3.3 se observa que existen dos aulas, las cuales se utilizan para diferentes servicios, como son:

- Enseñanza de cursos
- Salas de conferencias menores

- Mesas de diálogo y discusión
- Oficinas temporales para personal visitante (usualmente médicos extranjeros)

Estas aulas cuentan con un solo nodo de red instalado, que permite el acceso a la *Red de Investigaciones*. Los servicios que brinda son los siguientes:

- Internet
- Correo electrónico
- Acceso a MedLine
- Como Sitio de conexión a la *LAN*, a través de un concentrador que se conecta cuando es requerido por personal visitante (médicos extranjeros)

Investigaciones B

La estructura interna del edificio es similar a *Investigaciones A*, como lo muestra la figura 3.4.

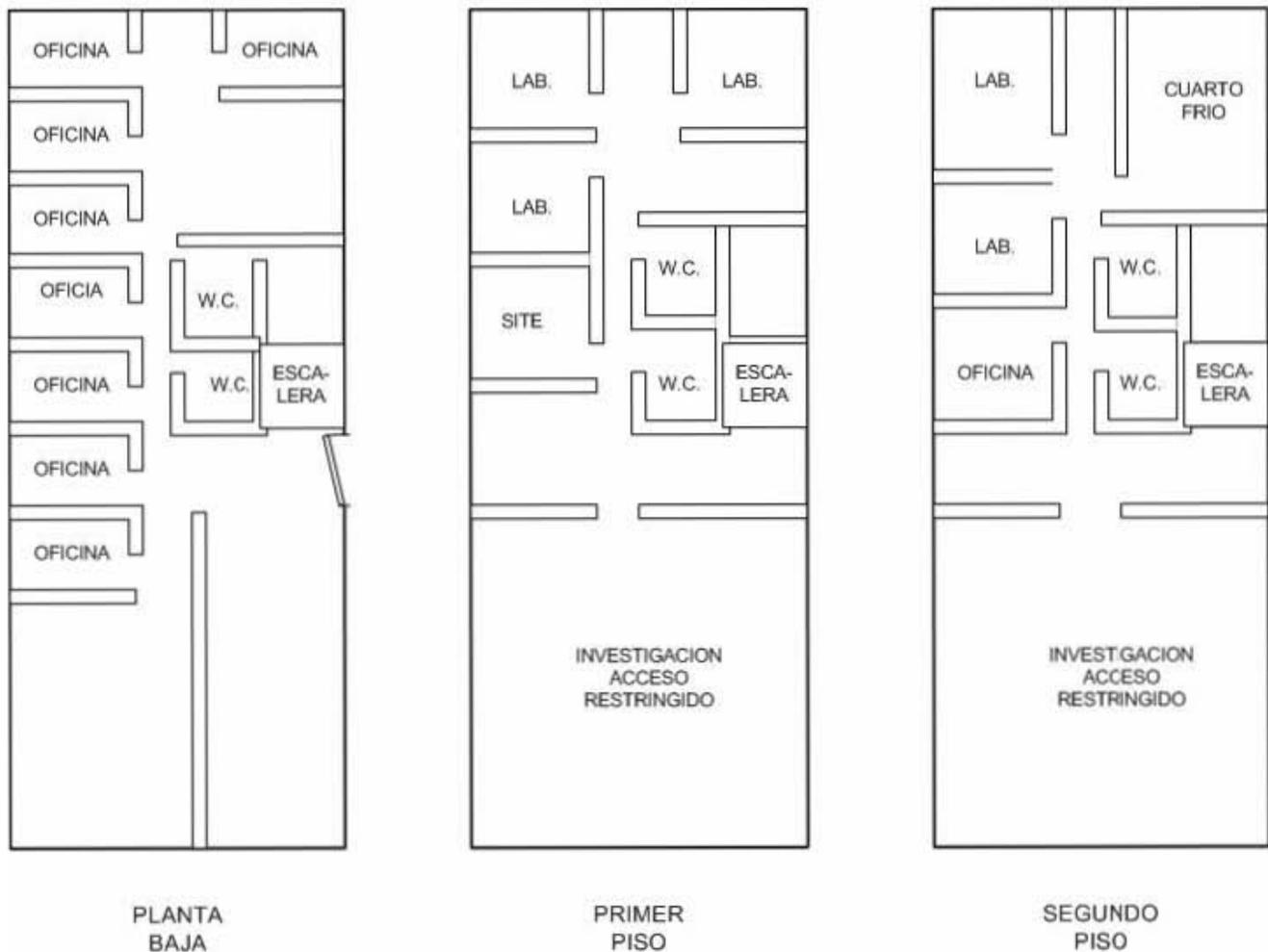


Figura 3.4. Distribución interna del edificio Investigaciones B.

De la figura se observa que se tienen estructuras similares al edificio *Investigaciones A*, excepto por las aulas y el cuarto frío (área de refrigeración).

En esta zona se tiene un tendido de cableado estructurado, también de categoría 5 y un total de 31 nodos distribuidos en el edificio. De los cuales a 22 nodos están conectados PC's: 5 Compaq Presario Pentium III con Windows 2000, 6 Olivetti Pentium III con Windows 2000 y 11 Dell M992 Pentium IV con Windows XP; 5 Lap Tops Dell Latitude /D610 y 4 impresoras, 2 Hp Laser Jet 6L, 1 Multifuncional HP y 1 HP Laserjet 3300. El Site se encuentra ubicado en el primer piso, donde se encuentra operando el siguiente equipo:

- Switch marca Cisco Systems, modelo 2924 con 24 puertos de capacidad 10/100
- Switch marca Cisco Systems, modelo 2924M con 24 puertos de capacidad 10/100

En este edificio está cubierta la totalidad de servicios con tecnología de cableado estructurado, no se tiene opción de crecimiento a futuro por la capacidad que tiene instalada, y sus requerimientos están saturados, sin embargo, es necesario contar con accesos adicionales para personal extranjero que permanece en las instalaciones para realizar trabajos interdisciplinarios.

Investigaciones C

La estructura del edificio es mostrada en la figura 3.5.

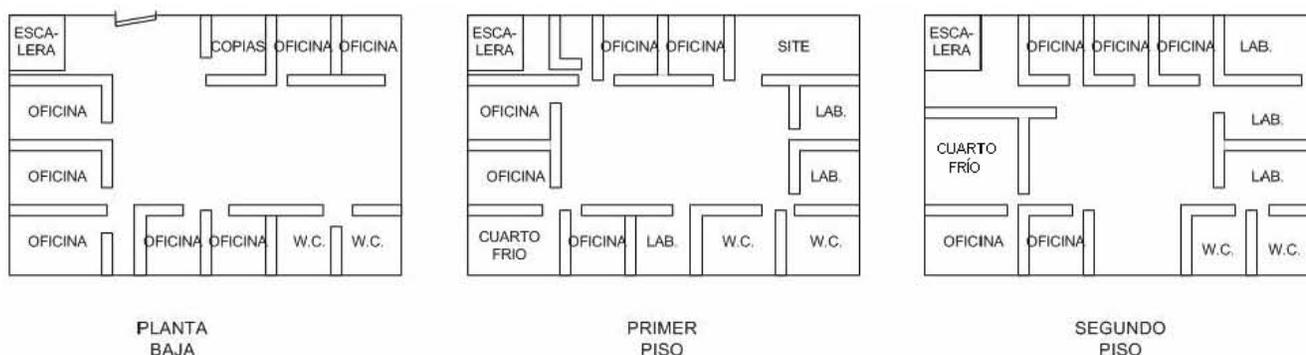


Figura 3.5. Distribución interna del edificio Investigaciones C.

En este edificio se ubica el mayor número de oficinas para los investigadores; aunque tienen cubierta su necesidad de conexión con cableado estructurado categoría 5, 40 nodos: 28 PC's, 7 Compaq Presario Pentium III con Windows 2000, 8 Olivetti Pentium III con Windows 2000, 13 Dell M992 Pentium IV con Windows XP, 6 impresoras: 3 Hp 6P, 2 Hp 4 P y 1 HP DeskJet 9300, 1 Pallet Hp (para impresión de diapositivas) y 5 Lap Tops Dell Latitude/D610, indican que es necesario contar con acceso adicionales en los tres pisos para garantizar que tengan servicio aquellos investigadores extranjeros que realizan trabajos interdisciplinarios.

El site se encuentra en el primer piso, el cual tiene los siguientes equipos:

- Switch marca Cisco Systems, modelo 2924M
- Switch marca Cisco Systems, modelo 2924
- Ruteador marca Cisco Systems, modelo 3620

- Equipo para Línea de Suscriptor Digital Asimétrico (*Asimetric Digital Suscriptor Line :ADSL*), servicio contratado con Prodigy Infinitum.
- Computadora personal que recibe la señal del servicio Prodigy Infinitum, y funciona como *gateway* para internet.

Cabe hacer mención que el equipo ruteador (modelo 3220) está inventariado, pero no está actualmente en funcionamiento debido a la falta de continuidad en los programas de crecimiento de la Red Investigaciones.

Edificio de Dirección General/Enseñanza/Biblioteca.

La estructura interna del edificio está definida como muestra la figura 3.6.



Figura 3.6. Distribución interna del edificio de Dirección General/ Enseñanza/Biblioteca.

En esta estructura están comprendidas tres áreas de interés principal, todas están distribuidas en una única planta:

- Aulas de Enseñanza
- Biblioteca de la Institución Hospitalaria

- Dirección General

En las aulas de Enseñanza se imparten cursos y se realizan eventos de carácter didáctico, no se tiene acceso a ninguna red por no existir infraestructura que permita la conexión. Los servicios que requieren son:

- Internet
- Correo electrónico

En la Biblioteca tampoco se cuenta con infraestructura de red que permita conexión a la Red de Investigaciones.

En la Dirección General se tiene un tendido de dos nodos de red UTP, el nodo correspondiente al equipo de la secretaria del director conecta una PC Dell M992 Pentium IV con Windows XP; el nodo del equipo del director conecta una Lap Top Dell LATITUDE D810 Pentium IV con Windows XP. Además, el equipo de comunicaciones conectado es:

- Un concentrador marca *HP*, modelo g3226 con 8 puertos *UTP* con velocidad de 10Mbps, el cual da servicio a la secretaria y al director exclusivamente

Ingeniería

Este edificio es de una sola planta, como se aprecia en la figura 3.7, en el cual hay únicamente dos oficinas. En el edificio se tiene un tendido de dos cables estructurados categoría 5.

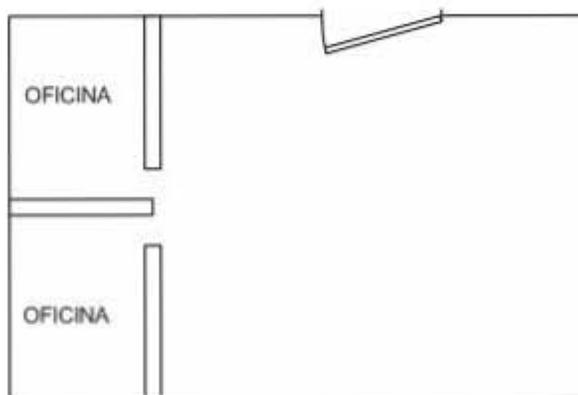


Figura 3.7. Distribución interna del edificio de Ingeniería.

En los 2 nodos con los que cuenta el área de Ingeniería se conectan: una PC Dell M992 Pentium IV con Windows XP y una Lap Top Dell LATITUDE D810 Pentium IV con Windows XP. Además, con el siguiente equipo de comunicaciones:

- Un concentrador marca *HP* modelo g3226 con 8 puertos *UTP* con velocidad de 10Mbps.

Los servicios requeridos son exclusivamente internet, correo electrónico y acceso a la *red de Investigaciones*.

De la información obtenida, se elaboró la tabla 3.1, que a continuación se muestra:

EDIFICIO	EQUIPO INSTALADO	SERVICIOS QUE UTILIZA	CUMPLE CON ESTA FUNCIÓN
Investigaciones A	Switch CISCO 2924M Switch CISCO 2924	Correo electrónico Acceso a internet Acceso a Red de Investigaciones Oficinas temporales Aula de conferencias Aula de cursos	Parcialmente
Investigaciones B	Switch CISCO 2924M Switch CISCO 2924	Correo electrónico Acceso a internet Acceso a Red de Investigaciones Servicios a investigadores extranjeros	Parcialmente
Investigaciones C	Switch CISCO 2924M Switch CISCO 2924 Ruteador CISCO 3620 ADSL INFINITUM 512	Correo electrónico Acceso a internet Acceso a Red de Investigaciones Servicios a investigadores extranjeros	Parcialmente
Dirección General	Hub HP 8 Ptos	Correo electrónico Acceso a internet Acceso a Red de Investigaciones Servicios a investigadores extranjeros Permitir acceso a internet y correo electrónico A personas que visiten la Dirección General	Parcialmente
Biblioteca	Ninguno	Correo electrónico Acceso a internet	No
Aulas Enseñanza	Ninguno	Correo electrónico Acceso a internet	No
Ingeniería	Hub HP 8 Ptos	Correo electrónico Acceso a internet Acceso a Red de Investigaciones	Sí

Tabla 3.1. Panorama general de servicios de comunicación en la Red Investigaciones.

De acuerdo a la información compendiada en la Tabla 3.1, podemos observar que la red no cumple eficientemente los servicios y necesidades de comunicación que requieren en común investigadores, médicos, alumnos y residentes extranjeros. Las áreas de Biblioteca y Aulas de Enseñanza no cuentan con un equipo de comunicaciones que les permita el acceso a la Red de Investigaciones, lo cual implica que, en caso de requerir información de la red de Investigaciones o compartir recursos o información, lo tienen que hacer desplazándose de su lugar de trabajo al área de interés, lo cual impacta en tiempo en que se cumple una tarea de ésta índole, es decir, menos rapidez en las operaciones que tengan que llevar a cabo. Por otra parte, para los investigadores y médicos nacionales ó extranjeros que están haciendo alguna estancia en la Institución Hospitalaria, les sería de gran ayuda contar con un nodo propio que los enlazara a los recursos de la red.

Entre las necesidades que destacan para los usuarios de la Red Investigaciones son:

- Eficientar el uso de Aulas y Biblioteca al considerar su inclusión en la conexión a la Red Investigaciones
- Dar más herramientas a los investigadores y médicos “de estancia” en la Institución Hospitalaria para cumplir con sus protocolos de investigación
- Incrementar en número las conexiones a la Red Investigaciones para incrementar el número de usuarios que tienen acceso al correo electrónico e internet

3.1.2. Red Sihosco

El sistema Sihosco es una aplicación creada específicamente para la Institución Hospitalaria, la cual por medio de la administración de bases de datos, facilita las tareas de administración hospitalaria. En el sistema se llevan los registros de los pacientes atendidos y la clave socioeconómica que se le ha asignado a cada uno; estas claves son asignadas como de tipo 1 cuando no se tienen recursos económicos suficientes para cubrir el costo de la intervención o tratamiento, y de tipo 6 cuando son económicamente solventes y pueden absorber el impacto económico del tratamiento o cualquier eventualidad. Este sistema cuenta con un tabulador para calcular cada servicio que ofrece la Institución Hospitalaria, basada en la clave socioeconómica asignada. Además, a través de este sistema también es posible llevar un control de los medicamentos, material médico y quirúrgico, (es decir consultar la cantidad de medicamento y material que se tiene en existencia), así como el control de citas. Otra de sus funciones es tener el estado actual en línea, del nivel de ocupación de camas de hospitalización, la reservación de los quirófanos, áreas de terapia intensiva y terapia intermedia, para poder hacer una planeación eficiente cuando se trata de intervenir u hospitalizar a algún paciente. Muchas son las áreas que intervienen en la conformación de la base de datos de Sihosco, por lo cual es importante tener una comunicación continua entre ellas y realizarla de una manera práctica y eficiente.

La Red Sihosco fue denominada así en referencia al sistema descrito anteriormente, y que se tiene funcionando todavía dentro de la Institución Hospitalaria. Las áreas involucradas dentro de esta red están distribuidas conforme a la descripción que se observa en la figura 3.8.

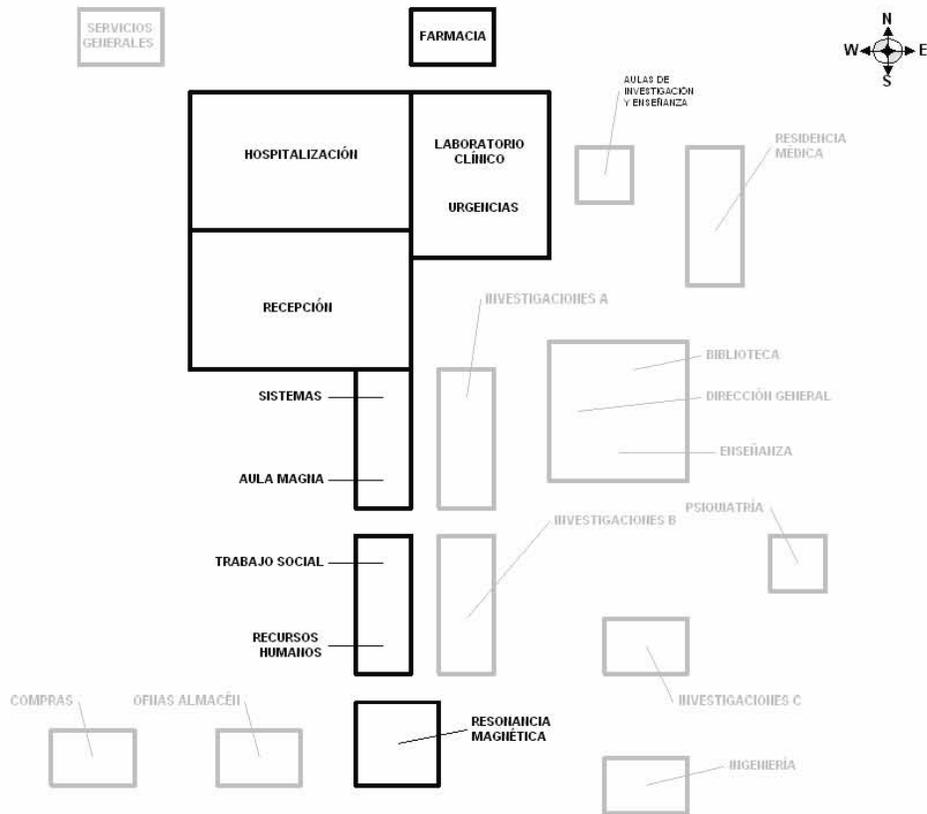


Figura 3.8. Edificios que comprende la Red Sihosco.

Los edificios cubiertos por los servicios de esta red son: Farmacia, Hospitalización, Recepción, Laboratorio Clínico / Urgencias, Aula Magna / Sistemas, Recursos Humanos / Trabajo Social y Resonancia Magnética.

Farmacia

Este edificio cuenta con 1 nivel (planta baja), en la figura 3.9 se muestra la estructura interna del edificio:

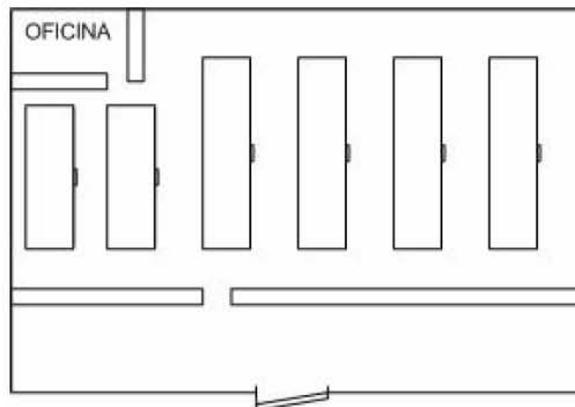


Figura 3.9. Distribución interna del edificio de Farmacia.

Actualmente el edificio ya tiene instalado un tendido de red basado en cableado estructurado categoría 5, tiene un total de 3 nodos distribuidos en el edificio. En ellos se conectaron 2 PC´s Compaq Presario Pentium III con Windows 2000 y una Impresora HP Láser Jet 3300. Adicionalmente se encontró el siguiente equipo:

- Un concentrador marca *HP* modelo G3226 con 8 puertos *UTP* con velocidad de 10Mbps.

La Farmacia utiliza la comunicación para mantener actualizado el sistema *Sihosco* en cuanto a salidas y entradas de medicinas.

Hospitalización

Este edificio cuenta con 4 niveles de hospitalización, uno de quirófanos y planta baja. En la figura 3.10 se muestra la estructura interna del edificio. Se tiene instalado un tendido de 38 nodos de cableado estructurado categoría 5, distribuidos en las 5 plantas que constituyen hospitalización. Los equipos conectados a los nodos son los siguientes: 27 PC´s : 5 Compaq Presario Pentium III con Windows 2000, 5 Olivetti Pentium III con Windows 2000 y 17 Dell M992 Pentium IV con Windows XP, 5 Lap Tops Dell Latitude /D610 y 6 impresoras; 2 HP Láser Jet 6L , 1 Multifuncional HP, 2 Láser Jet 3300 y 1 HP Desk Jet. Adicionalmente, cuenta con el siguiente equipo de comunicaciones:

- Switch marca *Cisco Systems*, modelo 2924M
- Switch marca *Cisco Systems*, modelo 2924



Figura 3.10. Distribución interna del edificio de Hospitalización.

Recepción

Este edificio cuenta con 3 niveles, dos de oficinas y una planta baja. En la figura 3.11 se muestra la estructura interna del edificio. Recepción cuenta con 16 nodos de cableado estructurado categoría 5. Los nodos conectan el siguiente equipo: 12 PC's: 3 Compaq Presario Pentium III con Windows 2000, 3 Olivetti Pentium III con Windows 2000 y 6 Dell M992 Pentium IV con Windows XP, 3 Lap Tops Dell Latitude /D610 y 1 Multifuncional HP. Además cuenta con el siguiente equipo de comunicaciones:

- Switch marca Cisco Systems, modelo 2924 con 24 puertos de capacidad 10/100 Mbps



Figura 3.11. Distribución interna del edificio de Recepción.

Laboratorio Clínico / Urgencias

La distribución del edificio se realiza en una sola planta, su estructura es mostrada en la figura 3.12. Este edificio también cuenta con un tendido de cableado *UTP* categoría 5, con un total de 6 nodos distribuidos en la planta. A ellos se tienen conectadas 5 PC's Compaq Presario Pentium III con Windows 2000 y una impresora HP Láse Jet 3300. Adicionalmente cuenta con el siguiente equipo de comunicaciones:

- Un concentrador marca HP modelo G3226 con 8 puertos *UTP* con velocidad de 10Mbps.

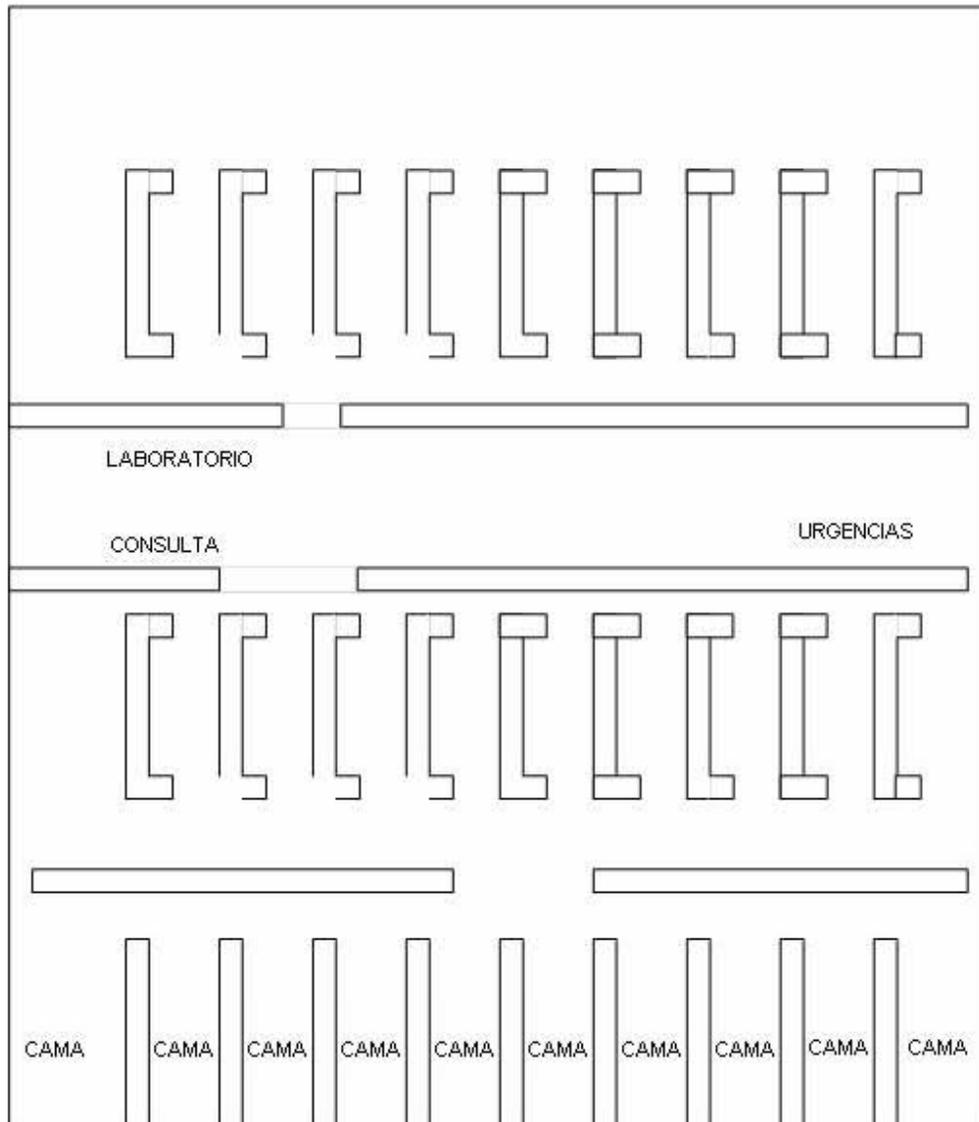


Figura 3.12. Distribución interna del edificio de Laboratorio Clínico / Urgencias.

Aula Magna/Sistemas

La distribución de estas dos áreas se ubica también en una sola planta, como se representa en la figura 3.13. Se tiene instalado un cableado categoría 5, con un total de 14 nodos en el área de Sistemas y únicamente 1 nodo para el Aula Magna. Los 14 nodos de Sistemas tienen el siguiente equipo conectado: 6 PC's Dell M992 Pentium IV con Windows XP, 1 Lap Top Dell Latitude/D610, 1 Lap Top Dell Latitude / D810, 1 Impresora Desk Jet, 1 Multifuncional HP, 1 Impresora HP 6P y 3 nodos "libres" para hacer pruebas a otros equipos. Además el siguiente equipo de comunicaciones:

- Switch marca *Cisco Systems*, modelo 2924M

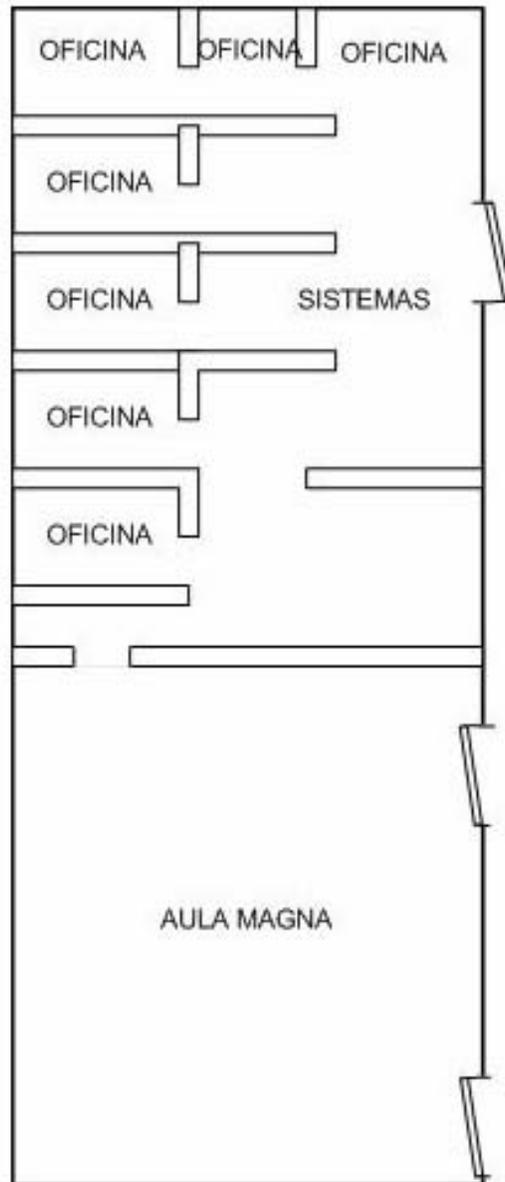


Figura 3.13. Distribución interna del edificio Sistemas / Aula Magna.

Recursos Humanos / Trabajo Social

La distribución de este edificio se realiza en tres niveles, como se muestra en la figura 3.14. Se encuentra operando con un cableado estructurado categoría 5, el cual incluye 18 nodos distribuidos en las 3 plantas. En los cuales hay conectadas 12 PC's Dell M992 Pentium IV con Windows XP, 3 Lap Tops Dell Latitude /D610, 2 impresoras : 1 HP Láser Jet 6p , 1 HP Láser 3300 y 1 Multifuncional HP.

En el edificio se encuentra operando el siguiente equipo de comunicaciones:

- Switch marca *Cisco Systems*, modelo 2924M

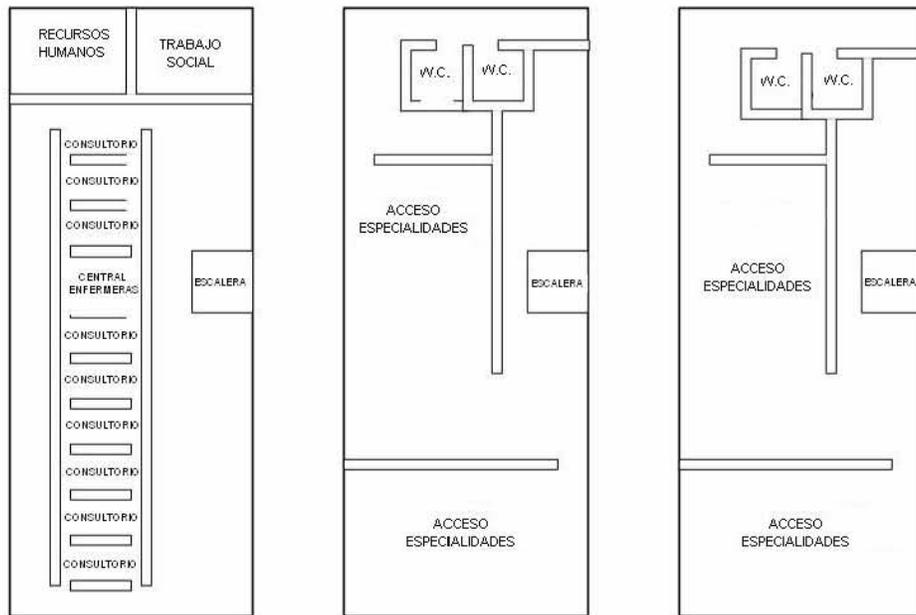


Figura 3.14. Descripción del edificio Recursos Humanos/ Trabajo Social.

Resonancia Magnética

En este edificio se realizan los exámenes de resonancia magnética, su distribución es en una planta, como se muestra en la figura 3.15. En este edificio solamente se encuentra ubicado un solo nodo categoría 5, el cual viene conectado desde el edificio de Recursos Humanos.

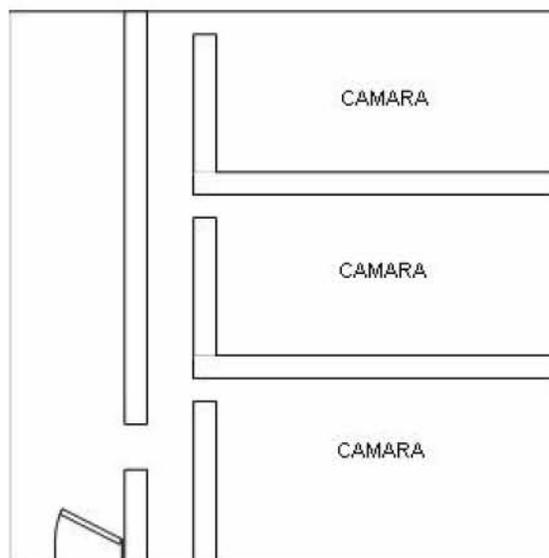


Figura 3.15. Distribución del edificio de Resonancia Magnética.

Con base a la información obtenida, en la Tabla 3.2 presentamos la información del estado actual de la Red Sihosco.

EDIFICIO	EQUIPO INSTALADO	SERVICIOS QUE UTILIZA	CUMPLE CON ESTA FUNCIÓN
Farmacia	Hub HP 8 PTOS	Sihosco	Parcialmente
Hospitalización	Switch CISCO 2924M Switch CISCO 2924	Sihosco	Parcialmente
Recepción	Switch CISCO 2924	Sihosco	Parcialmente
Laboratorio Clínico	Switch CISCO 2924M	Sihosco	Parcialmente
Sistemas	Switch CISCO 2924M Switch CISCO 2924	Sihosco	Parcialmente
Trabajo Social	Switch CISCO 2924	Sihosco	Parcialmente
Resonancia Magnetica		Sihosco	Parcialmente

Tabla 3.2. Estado actual de la Red Sihosco.

De acuerdo a los datos que se muestran en la tabla 3.2, podemos darnos cuenta de que la Red Sihosco está cubriendo parcialmente las necesidades de sus usuarios. Si ésta les diera las facilidades de acceso a Internet y correo electrónico en forma directa, y no vía modem como ocurre solo en algunas áreas privilegiadas, los tiempos de respuesta a varias urgencias administrativas serían menores. Por ejemplo, la Secretaría de Salud les solicita formatos mensuales que solamente pueden ser llenados vía Internet, también hay información importante que enviar por medios electrónicos a la SHCP, a la de la Función Pública, por mencionar algunas dependencias gubernamentales. De ahí la importancia de interconectar las Redes para complementar sus funciones.

La información recopilada en este capítulo, además de mostrar las condiciones actuales de las Redes, también nos permite conocer las necesidades que deben ser cubiertas. Una vez que contamos con las condiciones iniciales y las necesidades estamos en posibilidades de analizar, desarrollar y proponer una solución que cubra las necesidades de comunicación de la Red Investigaciones y la Red Sihosco, para eficientar los servicios que ya prestan y darle posibilidades de crecimiento a mediano plazo. Esta parte se revisará en el siguiente capítulo.

CAPÍTULO 4

Diseño de la red

En el presente capítulo se estudiarán las necesidades de servicio y comunicación requeridas en la Institución Hospitalaria. En ésta, existen edificios donde no se ha establecido comunicación a ninguna de las redes existentes, y que también requieren servicios de conectividad y uso de aplicaciones. Una vez que se definan claramente los requerimientos de la nueva red, se procederá a plantear un diseño conceptual de la misma. Con base en éste último se evaluarán las posibles tecnologías a utilizar en su implementación.

Iniciaremos revisando las necesidades que actualmente tiene la institución para la transferencia de información en cada uno de los edificios.

4.1. Necesidades actuales de conexión

La Institución Hospitalaria requiere de una infraestructura que le permita realizar sus funciones internas de una manera práctica y eficiente, para lograr ese objetivo es necesario mantener sus diferentes áreas y departamentos en comunicación continua. Para conocer en detalle las necesidades que se requieren, serán estudiadas las redes existentes en la institución.

4.1.1. Requerimientos de la red *Investigaciones*

Esta red surge por la necesidad de publicar y revisar los avances en materia de neurociencias. Los avances en este campo se han logrado gracias al esfuerzo conjunto de investigadores e instituciones en todo el mundo, y es aquí donde la institución se ha posicionado en un lugar importante, al aportar numerosos descubrimientos en el campo de la investigación. En el año de 1999 fue invitada a participar activamente en una red médica llamada *MedLine*, la cual

publica información y avances en esta materia a través de *Internet*. En esta red, todos los avances y descubrimientos se mantienen en línea y son difundidos de una manera muy práctica e inmediata, permitiendo a todos los investigadores (que estén inscritos) obtener información actualizada casi al momento que se ha generado. De manera recíproca, los investigadores de la institución requieren obtener la información de *MedLine* que les proporcione ayuda adicional. Con el desarrollo de nuevos servicios que circulan en *Internet* (correo electrónico, mensajeros, salas de conversación, etc.), los investigadores tienen un mayor número de herramientas que les permiten desarrollar sus conocimientos y habilidades en favor de la salud.

La Red *Investigaciones* comprende los edificios de: *Investigaciones A*, *Investigaciones B*, *Investigaciones C*, *Ingeniería* y *Dirección General / Enseñanza / Biblioteca*, los cuales serán analizados para conocer sus requerimientos.

Investigaciones A

Las funciones que llevan a cabo los edificios de *Investigaciones A*, *Investigaciones B* e *Investigaciones C* son similares, en los tres edificios se llevan a cabo tareas de investigación, experimentación y análisis. Por el crecimiento que se ha experimentado en la Institución Hospitalaria, ha sido necesario construir edificios anexos, originalmente fue construido el edificio de *Investigaciones A*, posteriormente fueron construidos los edificios *Investigaciones B* y *C* en ese orden. El edificio de *Investigaciones A* tiene servicios de correo electrónico e *Internet*, posee dos aulas, las cuales son utilizadas para conferencias menores, mesas de discusión, capacitación y como oficinas provisionales para investigadores externos que realizan actividades multidisciplinarias. Tienen físicamente instalado un nodo de red cableado con *UTP* categoría 5, el cual tiene que ser compartido entre ambas aulas. Se ha optado por utilizar un concentrador que se conecta al nodo mencionado, de tal forma que se pueda incrementar el número de conexiones simultáneas de red, aunque presenta el inconveniente de tener que tirar cables *UTP* provisionales sobre el suelo, los cuales generan fallas al estar en movimiento y en contacto directo con el paso de las personas. Se requiere tener conexiones de red adicionales y que se encuentren disponibles continuamente para cualquier momento en que sean ocupadas las aulas.

Investigaciones B

Este edificio tiene servicios de correo electrónico e *Internet*, los cuales se obtienen mediante la conexión hacia el edificio de *Investigaciones C*. Este edificio requiere en la planta baja un área que tenga conexiones de red disponibles cuando se tenga personal invitado (investigadores en actividades multidisciplinarias). Actualmente se presta el servicio de manera muy precaria, ya que cuando un investigador visitante requiere conexión a red, se presta algún nodo que no se encuentre ocupado (ausencia del investigador local), esto sólo resuelve parcialmente el problema, debido a que cuando no se encuentran nodos disponibles (todos los investigadores se encuentren presentes), no se pueden conectar los investigadores invitados. Originalmente se pensó en solucionar de forma similar a las aulas de *Investigaciones A*, sin embargo, esto generó muchos problemas con el cableado existente, ya que generaba falsos contactos por el movimiento constante de personal. Esta área está indicada en la figura 4.1.

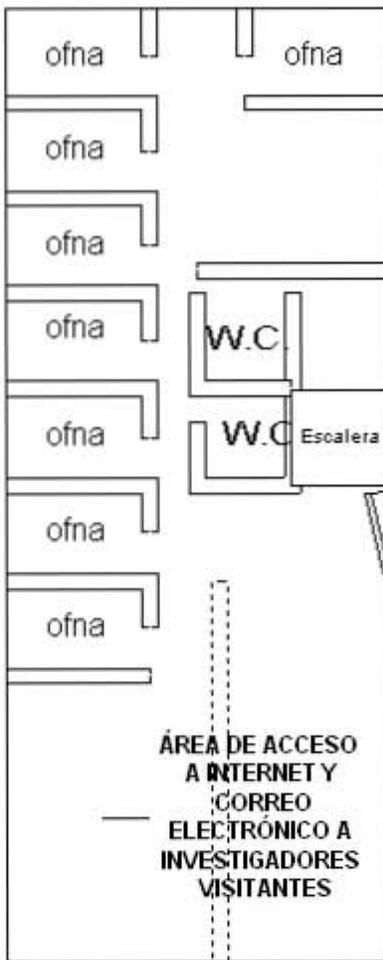


Figura 4.1. Área destinada para invitados en Investigaciones B.

Investigaciones C

De manera similar con los edificios de investigaciones anteriores, el crecimiento en materia de investigaciones dentro de la institución ha obligado a que se realicen modificaciones para adecuar su espacio a las necesidades actuales. Dentro de estas necesidades podemos citar el hecho que es común que sean invitados algunos investigadores a la institución, las visitas que ellos realizan puede ser desde una semana hasta varios meses, ya que depende de la causa o el padecimiento que vayan a analizar. Cuando los investigadores tardan más de una semana en regresar a su institución correspondiente, se inicia una serie de problemas que empiezan a dificultar las actividades programadas, como son el hecho de utilizar un servicio de correo electrónico, un acceso a la red de datos para navegar en *Internet*, ya que al no contar con un espacio plenamente identificado para ellos, se tiene que buscar la forma de proporcionar el servicio, sin afectar los ya existentes. Es necesario crear un área que esté destinada para usos múltiples (reuniones, mesas de diálogo, centros de acceso a red pública, etc.) y que permita obtener esos servicios de manera transparente y lo más práctico posible, para mejorar y optimizar los calendarios de actividades. Es importante mencionar que el acceso a red deberá estar disponible al momento de ser requerido, y que se busque en la medida de lo posible, no afectar la estructura actual de red. Este piso está siendo modificado para crear una sala de usos múltiples, la cual está indicada en la figura 4.2

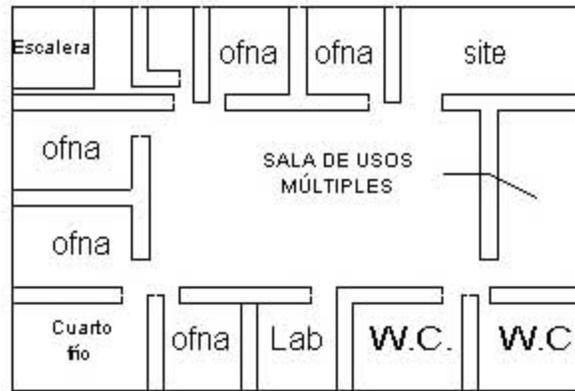


Figura 4.2. Sala de usos múltiples en Investigaciones C.

Ingeniería

Esta área tiene a cargo la supervisión de ciertos puntos críticos que mantienen funcionando a la institución durante las 24 horas de los 365 días del año. Factores como la alimentación de energía eléctrica, instalaciones hidráulicas para el suministro de agua potable, mantenimiento, son extremadamente importantes en esta institución, por lo que es obligación de esta área el mantenerla operando sin problemas. Adicionalmente existen algunos servicios que deben ser considerados, aunque no son críticos para el funcionamiento, como son la jardinería, que actualmente son provistos por el área de *Servicios Generales*. Se fusionarán estas dos áreas en el edificio de Ingeniería para hacer eficiente el proceso de mantenimientos y organizarse en una sola área. Para tal fusión entre áreas, el edificio de Ingeniería no requiere ninguna modificación adicional en cuanto a requerimientos de red. Actualmente cuenta con servicios de correo electrónico e *internet*.

Edificio Dirección General / Enseñanza / Biblioteca

En este edificio se encuentran tres áreas de importancia, las cuales tienen funciones diferentes; sin embargo, sus requerimientos de conexión son muy similares, ya que las tres áreas necesitan conexión a *internet* y correo electrónico. La Dirección General tiene la responsabilidad de administrar la Institución Hospitalaria, por lo que requiere comunicación de red hacia la Red *Investigaciones* y la Red *Sihosco*, para llevar controles administrativos. Aunque cuenta con nodos de acceso a red, es necesario contar con conexiones adicionales para la sala de juntas de la Dirección General, que permitan la conexión hacia *Internet* y correo electrónico.

Las aulas de Enseñanza permiten una capacitación continua a todos los médicos e investigadores de la Institución Hospitalaria, ahí se imparten cursos de informática, idiomas, y cursos intensivos diversos. Actualmente estas aulas no tienen conexión a la red por lo que se tienen que improvisar redes provisionales (utilizando el mismo método de emplear un concentrador y varios cables de par trenzado), para compartir información entre ellos durante las sesiones educativas. El propósito es contar con conexiones de red que permitan la salida a *Internet* y correo electrónico básicamente. Con ello, las salas podrán utilizarse para reuniones científicas, logrando una mayor versatilidad.

La Biblioteca se encuentra en un proceso de actualización, ya que toda la base de información referente a bibliografías se tiene en computadoras que no tienen conexión a *Internet*, por lo que

para poder consultarlo es necesario desplazarse hasta la Biblioteca. Se busca lograr que se pueda acceder a la base de datos de la Biblioteca desde cualquier punto del mundo (en apoyo con la red *MedLine*). Para lograr esto, es necesario que la Biblioteca cuente con acceso a la red y cuente con servicios de *Internet* y correo electrónico.

Una vez que se han obtenido las necesidades a cubrir por edificios, se ha elaborado la tabla 4.1, que nos muestra los requerimientos de la red.

EDIFICIO	ÁREA	EQUIPO INSTALADO	SERVICIOS UTILIZADOS	ESTÁN CUBIERTOS LOS REQUERIMIENTOS?	SERVICIOS DE COMUNICACIÓN REQUERIDOS
Dirección General Enseñanza/ Biblioteca	Dirección / General	Concentrador 8 Ptos	-Correo Electrónico -Acceso Internet -Acceso Red Investigaciones	Parcialmente	-Acceso Red Sihosco con fines administrativos -Aumentar el número de conexiones en la sala de juntas
	Biblioteca	Ninguno	Ninguno	No	-Correo Electrónico -Acceso Internet
	Aulas Enseñanza	Ninguno	Ninguno	No	-Correo Electrónico -Acceso Internet
Investigaciones A		Switch CISCO 2924M Switch	-Red Investigaciones -Correo	Parcialmente	- Aumentar el número de conexiones en las salas de

	CISCO 2924	Electrónico		juntas para hacer más versátil su función
		-Acceso Internet		
Investigaciones B	Switch CISCO 2924M	-Red Investigaciones -Correo	Parcialmente	-Creación de un área especial para acceso a investigadores invitados
	Switch CISCO 2924	Electrónico -Acceso Internet		
Investigaciones C	Switch CISCO 2924M	-Red Investigaciones -Correo	Parcialmente	-Creación de una sala de usos múltiples
	Switch CISCO 2924	Electrónico -Acceso Internet		
Ingeniería	Concentrador 8 Ptos	-Correo Electrónico -Acceso Internet	Sí	Ninguno

Tabla 4.1. Tabla de requerimientos para la Red Investigaciones.

De la tabla anterior se aprecia que los servicios que son requeridos son generalizados y de uso común:

- Correo electrónico
- *Internet*

Por otro lado, en el caso de las nuevas áreas que se están creando, los requerimientos son:

- Tener la capacidad de crecimiento a futuro, con el menor costo de inversión.
- Tener la capacidad de ofrecer a los usuarios foráneos, los servicios de correo electrónico e *internet*.
- Tener las conexiones disponibles en todo momento.

4.1.2. Evaluando las necesidades de conexión de la red *Sihosco*

La red *Sihosco* es utilizada para llevar todos los registros contables y administrativos que se realizan en la institución, por ejemplo, desde que se recibe un paciente como primera vez (consulta exploratoria) se genera un expediente donde se va llenando la información relacionada con los padecimientos y la relación de medicamento suministrado, los exámenes realizados y la evolución del paciente, esto va acompañado con los respectivos controles de almacén, inventarios, relaciones tarifarias con Trabajo Social, etc. Cuando se diseñó la red *Sihosco*, se pensó para trabajar como una red aislada. Actualmente el acceso a *MedLine* es requerido también por los médicos y personal que trabajan en la red *Sihosco*, de tal forma que es necesario crear un vínculo entre la red *Investigaciones* y la red *Sihosco*.

La red *Sihosco* comprende los edificios de *Hospitalización, Recepción, Laboratorio Clínico / Urgencias, Farmacia, Aula Magna / Sistemas, Recursos Humanos / Trabajo Social y Resonancia Magnética*.

Hospitalización

El edificio de Hospitalización cuenta con dos almacenes ubicados en la planta baja (según se muestra en la figura 3.10), el *Almacén General* y el *Almacén de Medicinas*. Los métodos de control de inventarios se llevan a cabo de una manera que se puede considerar obsoleta, ya que son realizados levantamientos manuales y van siendo acotados en un formato escrito a mano. Una vez que son cotejados los datos son alimentados al sistema *Sihosco* para ser contabilizado. Además, se requiere de procesos de contabilización de inventarios que sean eficientes, debido al volumen de materiales y medicinas que se manejan, mediante otros procesos se reducirían en un monto considerable las pérdidas.

Recepción

En este edificio se cuenta con un área extensa donde las personas que esperan a los pacientes podrían utilizar servicios de *Internet* y correo electrónico, adicionalmente esta área pueda proporcionar conexiones de red adicionales a los investigadores que se encuentren en el área de Recepción. El área propuesta para proporcionar servicios de red adicionales se muestra en la figura 4.3.

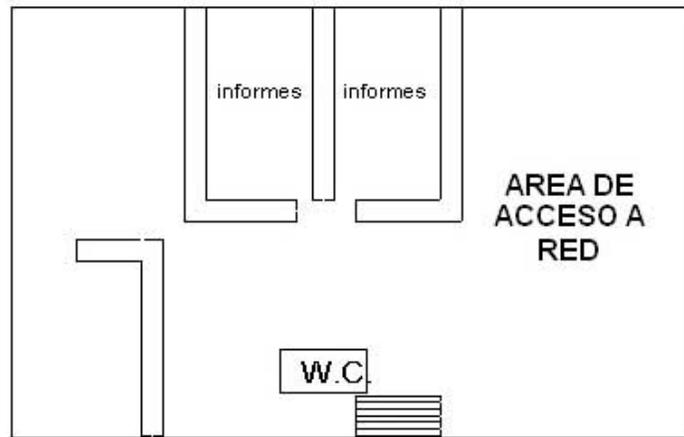


Figura 4.3. Acceso a público a red en el edificio de Recepción.

Laboratorio Clínico / Urgencias

En este edificio se realizan los análisis necesarios para comprobar o desechar un diagnóstico. El formato para enviar los resultados de los análisis a los médicos e investigadores es todavía manual, se procede a llamar telefónicamente al especialista para que envíe a recoger los resultados. Este proceso puede ser más eficiente si se puede colocar un correo electrónico al buzón del especialista, indicando los principales resultados. Este edificio requiere servicios de correo electrónico e *Internet*.

Farmacia

La farmacia, como los almacenes General y Medicinas, requiere tener un proceso de control de inventarios en medicinas eficiente y práctico, ya que muchos medicamentos son proporcionados bajo estricto control médico. El control se lleva actualmente de forma manual, actualizando un libro de registro y que se actualiza cada día. Si se pueden establecer procedimientos que hagan automáticamente este control, se logrará reducir en un número importante las pérdidas.

Aula Magna / Sistemas

En el Aula Magna se realizan las reuniones médicas pre-operatorias, para la toma de decisiones que pueden rescatar de la muerte a un paciente. Esta aula requiere tener servicios de *Internet* y correo electrónico disponibles en todo momento, ya que cuando se realizan reuniones en su interior, se debe contar con disponibilidad de acceso a la información. Actualmente se realizan conferencias donde se llevan los resultados, en caso de requerir acceso a *Internet*, se utiliza con un modem y línea telefónica (Telmex).

Para el caso de Sistemas, es necesario contar con servicios de *Internet* y correo electrónico que permitan hacer eficientes sus procesos de servicio y soporte técnico, ya que se pueden agendar los pendientes de una manera muy sencilla, y por otro lado, con el servicio de *Internet* es posible proporcionar soporte técnico de manera integral.

Recursos Humanos / Trabajo Social

El área de Recursos Humanos tiene la responsabilidad de administrar la plantilla laboral que trabaja en la institución. Funciones como llevar el control de asistencia, los permisos, etc., son

funciones de Recursos Humanos. El área de Trabajo Social tiene la responsabilidad de llevar el control de toda la plantilla de pacientes que requieren servicio de la institución. Tareas como asignación de la clave socioeconómica, la relación de quejas contra los servicios hospitalarios internos, el control de donadores, etc., son ejemplos de funciones que realiza ésta área; en ambas áreas existen funciones donde generalmente hay comunicación externa a la Institución Hospitalaria, por ejemplo contra el banco de donadores para el caso de Trabajo Social, ó al Sindicato para el caso de Recursos Humanos. En estas circunstancias, la comunicación por correo electrónico puede ser muy efectiva. En este edificio es requerido los servicios de correo electrónico e *internet*.

Resonancia Magnética

En este edificio se realiza el análisis por resonancia magnética, por lo que es importante el contar con servicios como correo electrónico, que permita informar a los médicos e investigadores al tiempo que son obtenidos los resultados, esto podrá permitir hacer confirmaciones a los diagnósticos en menor cantidad de tiempo.

La información que se ha obtenido de la red *Sihosco* está contenida en la tabla 4.2, la cual muestra los requerimientos de comunicación en dicha red.

EDIFICIO	ÁREA	EQUIPO INSTALADO	SERVICIOS UTILIZADOS	ESTÁN CUBIERTOS LOS REQUERIMIENTOS?	SERVICIOS DE COMUNICACIÓN REQUERIDOS
Hospitalización		Switch CISCO 2924M	-Red Sihosco	Parcialmente	-Correo Electrónico -Acceso Internet -ACCESO RED INVESTIGACIONES -MOVILIDAD AL TOMAR INVENTARIOS EN ALMACENES GENERAL Y MEDICINAS
		Switch CISCO 2924			

Recepción		Switch CISCO 2924	-Red Sihosco	Parcialmente	-Correo Electrónico -Acceso Internet -Un área específica de libre acceso para investigadores visitantes.
Laboratorio Clínico / Urgencias	Laboratorio Clínico / Urgencias	Switch CISCO 2924M	-Red Sihosco	Parcialmente	-Correo Electrónico -Acceso Internet
			-Red Sihosco	Parcialmente	-Correo Electrónico -Acceso Internet

Tabla 4.2. Tabla de requerimientos para la red Sihosco. (Continúa)

EDIFICIO	ÁREA	EQUIPO INSTALADO	SERVICIOS UTILIZADOS	ESTÁN CUBIERTOS LOS REQUERIMIENTOS?	SERVICIOS DE COMUNICACIÓN REQUERIDOS
Farmacia		Concentrador 8 PTOS	-Red Sihosco	Parcialmente	-Correo Electrónico -Acceso Internet -Movilidad al tomar inventarios para tener un estricto control de los medicamentos
Aula Magna / Sistemas	Aula Magna		-Red Sihosco	Parcialmente	-Correo Electrónico -Acceso Internet -Red Investigaciones
	Sistemas		-Red Sihosco	Parcialmente	-Correo Electrónico -Acceso Internet
Recursos Humanos / Trabajo Social	Recursos Humanos	Switch CISCO 2924	-Red Sihosco	Parcialmente	-Correo Electrónico -Acceso Internet

	Trabajo Social		-Red Sihosco	Parcialmente	-Correo Electrónico
Resonancia Magnética		Switch CISCO 2924	-Red Sihosco	Parcialmente	-Correo Electrónico -Acceso Internet

Tabla 4.2. Tabla de requerimientos para la red Sihosco.

De la tabla anterior podemos observar que hay ciertos servicios que son comunes para la mayoría de las áreas:

- Correo electrónico
- *Internet*

Y de forma similar a la estructura de red *Investigaciones*, los requerimientos son:

- Tener la capacidad de crecimiento a futuro, con el menor costo de inversión.
- Tener la capacidad de ofrecer a los usuarios foráneos, los servicios de correo electrónico e *internet*.
- Tener las conexiones disponibles en todo momento.

En el caso de la red *Sihosco*, el acceso a los servicios de correo electrónico e *internet*, pueden ser tomados de la red *Investigaciones*.

4.1.3. Requerimientos de la Institución

Adicionalmente a las dos redes anteriormente mencionadas, la Red *Investigaciones* y la Red *Sihosco*, (las cuales proporcionan actualmente todos los servicios informáticos de red), existen algunos edificios que no fueron considerados anteriormente, debido a que esos edificios eran utilizados para almacenes que no se visualizaba la necesidad de conexión en aquella época. Adicionalmente, los recursos con los que siempre ha contado la institución para crecimiento y proyección a futuro han sido muy reducidos. Los edificios que no tienen conexión con ninguna red son los siguientes:

- Servicios Generales
- Aulas de Investigación y Enseñanza
- Residencia Médica
- Psiquiatría
- Compras
- Oficinas del Almacén

Estos edificios se encuentran dispersos en la Institución, la figura 4.4 muestra la ubicación de los edificios antes mencionados.

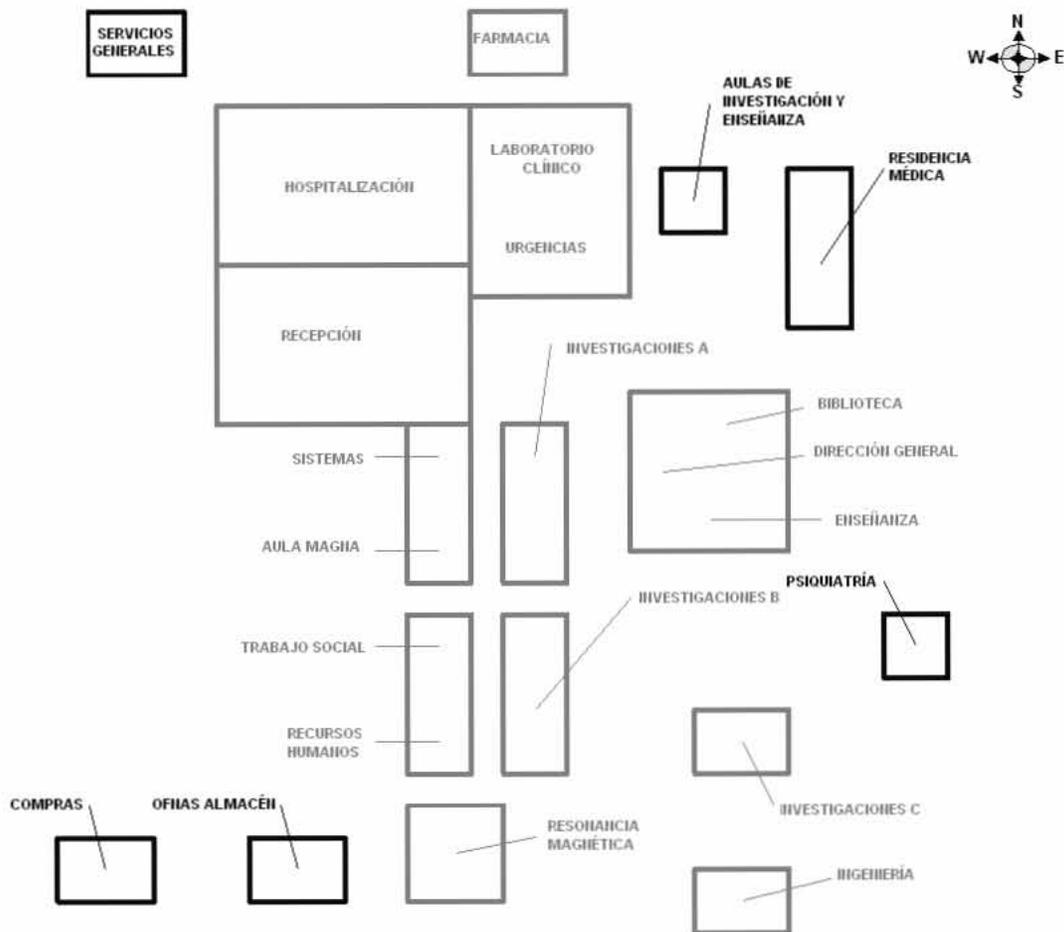


Figura 4.4. Ubicación de edificios sin conexión a alguna red.

Es importante ubicar los edificios ya que en un futuro es muy probable que su utilización sea diferente y por ende puedan requerir servicios de red. Algunos ya han sido adecuados para aplicaciones más didácticas. Estos edificios han cambiado su uso en varias ocasiones, la cual puede ser una de las causas por las cuales no se hayan considerado para tener servicios de red. Aunque algunos de estos edificios siguen en proceso de cambio, es importante mencionarlos para posibles referencias futuras.

Los diferentes edificios sin conexión a la red, son:

Servicios Generales

Este edificio se encuentra en proceso de cambio, actualmente provee los servicios generales que mantienen operando a la institución sin embargo, estas funciones serán absorbidas por el edificio y área de *Ingeniería*, de tal forma que su uso final será almacén de artículos médicos obsoletos e inutilizables. Por este hecho, no se considera instalación de red ni se prevee necesidad en un futuro cercano.

Aulas de Investigación y Enseñanza

Este edificio fue rehabilitado para investigación y enseñanza. Actualmente está siendo utilizado como laboratorio de neurolocomoción, donde se imparte cátedra. la figura 4.5 muestra su

estructura interna. Requiere conexión a red y uso de servicios como correo electrónico e *Internet*. Anteriormente fue un almacén para equipo médico obsoleto, siendo rehabilitado, ahora se encuentra disponible para capacitación e investigación.

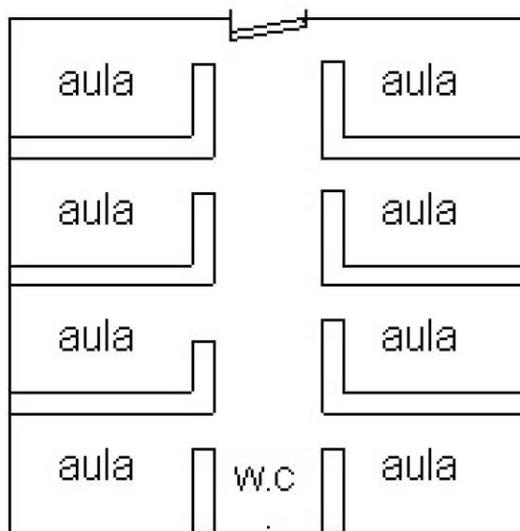


Figura 4.5. Aulas de Investigación y Enseñanza.

Residencia Médica

Este edificio alberga a todos los médicos residentes que se encuentran de guardia, lo cual implica que deben estar localizables en todo momento para acudir a cualquier llamada de índole médico. Este edificio actualmente no tiene ningún servicio disponible de red, por lo que es necesario que los médicos residentes se trasladen a diferentes áreas de la institución para solicitar una conexión disponible. Esto refleja la necesidad de una conexión disponible y práctica que permita utilizar servicios como *Internet* y correo electrónico, además de la conexión a *MedLine*.

La distribución interna del edificio se puede observar en la figura 4.6

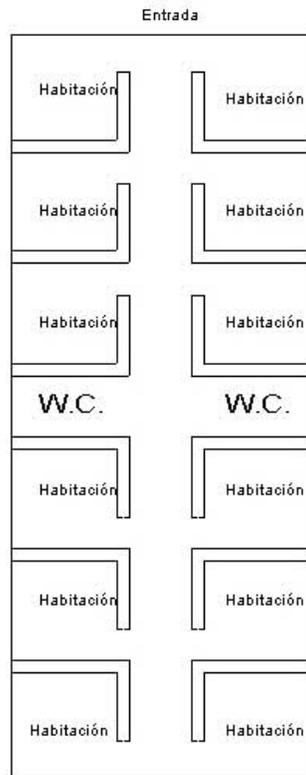
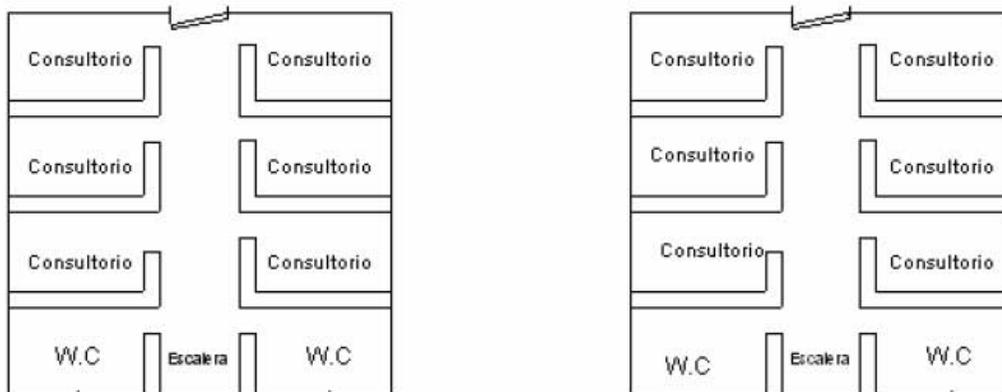


Figura 4.6. Distribución del edificio de Residencia Médica.

Psiquiatría

Este edificio tiene el área médica en materia de Psiquiatría, por lo que es requerido tener contacto con la red *MedLine*, adicionalmente es necesario que tenga servicios de correo electrónico e *Internet*. Está constituido por dos plantas, su distribución está mostrada por la figura 4.7



Planta baja

Primer piso

Figura 4.7. Distribución del edificio de Psiquiatría.

Los servicios requeridos adicionales son de la Red *Sihosco*, debido a que se manejan en su gran mayoría medicamentos que son controlados, y requieren ser administrados mediante el sistema. También es importante mencionar que se debe considerar posibles médicos visitantes.

Compras

En este edificio se realizan todas las compras a nivel institución, por lo que es necesario tener un control de las bajas y las adquisiciones para llevar un excelente equilibrio en los inventarios. Actualmente el control de adquisiciones se lleva mediante solicitudes en formato de hoja electrónica (Excel- Microsoft), por lo que no es muy práctico para cotejar contra inventarios. Es requerido que se conecte a la red para tener comunicación con la red *Sihosco*, para hacer eficientes todos los procesos de compras.

El edificio de compras está compuesto por una sola planta, tiene la distribución según muestra la figura 4.8

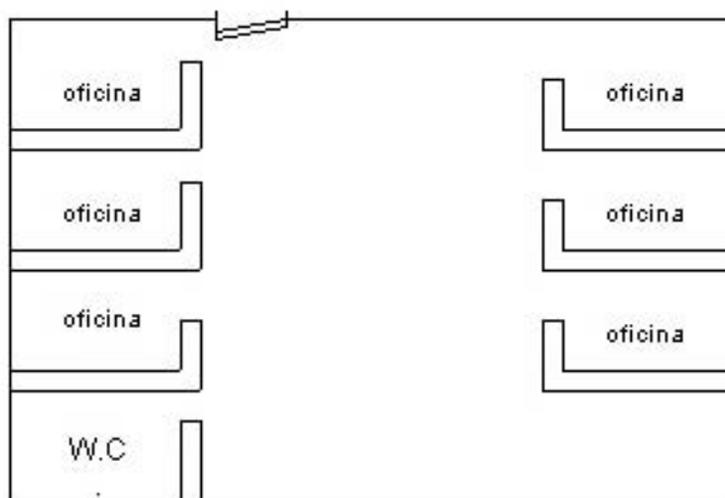


Figura 4.8. Distribución del edificio de Compras.

Es necesario que se tenga accesos de red disponibles adicionales, debido a que se reciben continuamente visitas por parte de auditorías. Estos auditores requieren servicios de *Internet* y correo electrónico.

Oficinas del almacén

Este edificio también se encuentra en proceso de modificación, la oficina será trasladada al almacén de hospitalización y el edificio será asignado como almacén de jardinería. No requiere ningún servicio de red, ni será considerado a futuro.

De la relación de edificios que requieren conexión a las redes mencionadas, se obtuvo la tabla 4.3, la cual nos da un panorama de los servicios requeridos.

EDIFICIO	EQUIPO INSTALADO	SERVICIOS UTILIZADOS	ESTAN CUBIERTOS LOS REQUERIMIENTOS?	SERVICIOS DE COMUNICACIÓN ADICIONALES
Servicios Generales	Ninguno	Ninguno	Cambio de uso	
Aulas Investigaciones y Enseñanza	Ninguno	Ninguno	No	-Correo electrónico -Acceso Internet -Red Investigaciones -Red Sihosco
Residencia Médica	Ninguno	Ninguno	No	-Correo electrónico -Acceso Internet -Red Investigaciones -Red Sihosco
Psiquiatría	Ninguno	Ninguno	No	-Correo electrónico -Acceso Internet -Red Sihosco
Compras	Ninguno	Ninguno	No	-Correo electrónico -Acceso Internet -Red Sihosco
Oficinas del Almacén	Ninguno	Ninguno	Cambio de uso	

Tabla 4.3. Requerimientos necesarios en los edificios no cubiertos por ninguna red.

4.2. Diseño de la solución inalámbrica

En esta parte serán considerados todos aquellos parámetros que son necesarios para el diseño de la solución, tanto para las conexiones de red como para los enlaces entre edificios.

4.2.1. Diseño de la red

El diseño de la red deberá brindar a los investigadores externos una forma de acceso fácil, cómoda y práctica a los servicios de *Internet* y *correo electrónico*, de tal forma que la solución permita incrementar el número de investigaciones futuras. Por otro lado, la solución se diseñará para permitir la integración a nuevas tecnologías de red *LAN*.

El desarrollo de las redes se ha dado, en general, de la siguiente manera: en 1994, 50% de las redes instaladas en el mundo eran construidas con cableado *UTP* categoría 5, 40% eran construidas con cableado coaxial 10Base2, 6% eran instaladas con *Token Ring* y el 4% restante por tecnologías inalámbricas. Para el año 2000, la proporción cambió, a razón de 62% por cableado *UTP*, 21% por tecnologías inalámbricas, 10% por *Token Ring* y 8% por cableado coaxial. En 2004 las cifras cambiaron dramáticamente, siendo el 64.6% construidas con *UTP*, 29.3% con tecnologías inalámbricas, 3.1% con *Token Ring* y 3% para cableado coaxial.

4.2.2. Soluciones para redes de área local

Observando los porcentajes mencionados anteriormente, determinamos que las dos tecnologías que están arrasando con el mercado de redes locales son *UTP* e inalámbricas, por

lo que en nuestro proyecto efectuaremos una comparación utilizando solamente estas dos tecnologías. Los parámetros que utilizaremos para la comparación serán: tiempo, complejidad y costos de instalación, velocidades máximas de transferencia y distancias máximas alcanzables.

Solución con cableado estructurado UTP categoría 5. La comparación se realizará de acuerdo a varios factores que son considerados generalmente en cualquier instalación como por ejemplo: costo promedio por nodo, habilitación del *Site* y la adquisición de los equipos de conmutación involucrados, básicamente.

Costo promedio por nodo. Se considera como unidad de referencia para la cotización, la cual se obtiene del promedio del total de los costos de instalación y materiales requeridos como son: la distancia requerida en metros de cableado, el costo de conectores, armado del cableado y conectorización correspondiente, instalación y consideración de la trayectoria que protegerá el cableado (usualmente se emplea canaleta para interiores). Esta base se utiliza debido a que, cada nodo de red cableado difícilmente tiene la misma longitud que otro, por lo que es más fácil utilizar esta medida de referencia, facilitando en gran proporción el tiempo involucrado para generar la cotización correspondiente. Este costo promedio por nodo nos permite tener una flexibilidad muy especial ya que generalmente las cotizaciones son modificadas en el número de nodos solicitados al momento de realizar la instalación, y consecuentemente es más fácil la adición o sustracción de unidades (nodos) en un costo definido.

Habilitación de Site. Todo cableado estructurado debe contener un *Site* que concentre la llegada del cableado, el cual debe cumplir con ciertas condiciones que permita mantener en un nivel óptimo de cuidado y funcionamiento a los equipos de comunicaciones; las consideraciones a tomar para la habilitación de un site son: ambiente controlado (se utiliza generalmente algún equipo de aire acondicionado que regule las condiciones de calor y humedad básicamente), consideraciones eléctricas como instalaciones de tierra física (la cual protege a los equipos cuando se realiza un corto circuito en el cableado), regulación de voltaje (se debe garantizar que los niveles de voltaje y por consecuencia corriente se mantengan en un consumo continuo y constante), condiciones de iluminación, entre otros.

Equipos de conmutación. Los equipos de conmutación tienen la responsabilidad de transferir de manera óptima los volúmenes de información a través de la red local. Como mencionamos en el capítulo 2, los equipos *switches* tienen un dominio de colisiones muy reducido, por lo que se han vuelto los equipos más utilizados actualmente para conectar redes locales.

El costo promedio por nodo, obtenido mediante una cotización otorgada por la empresa Sitcom Electronics, S.A. de C.V, la cual puede ser consultada más a detalle en el apéndice A, es el equivalente a la instalación de un nodo de 53 metros, el cual resulta en un costo de \$1,300.00. Cabe mencionar que los precios son en moneda nacional y no incluye IVA. En la tabla 4.4 presentamos los gastos correspondientes a la solución con cableado estructurado UTP categoría 5, considerando las diferentes áreas.

CONCEPTO	COSTO	COMENTARIO
Sitio	Dirección General	
Instalación nodos	\$3,900.00	3 nodos requeridos
Habilitación del site		
Aire acondicionado	\$6,000.00	Capacidad 1 ton
Instalación eléctrica	\$6,000.00	Suministro a 120V
Instalación sistema de tierra física	\$3,500.00	Sistema de varillas de cobre
Equipos de conmutación	\$22,350.00	CISCO WS-C2950T-24
Sitio	Biblioteca	
Instalación nodos	\$23,400.00	18 nodos requeridos
Equipos de conmutación	\$22,350.00	CISCO WS-C2950T-24
Sitio	Aulas Enseñanza	
Instalación nodos	\$52,000.00	40 nodos requeridos
Equipos de conmutación	\$44,750.00	CISCO WS-C2950T-24

Sitio	Investigaciones A	
Instalación nodos	\$31,200.00	24 nodos requeridos
Equipos de conmutación	\$22,350.00	CISCO WS-C2950T-24

Sitio	Investigaciones B	
Instalación nodos	\$15,600.00	12 nodos requeridos
Equipos de conmutación	\$22,350.00	CISCO WS-C2950T-24

Sitio	Investigaciones C	
Instalación nodos	\$10,400.0071	8 nodos requeridos
Equipos de conmutación	\$22,350.00	CISCO WS-C2950T-24

Sitio	Recepción	
Instalación nodos	\$10,400.00	8 nodos requeridos
Equipos de conmutación	\$22,350.00	CISCO WS-C2950T-24

Sitio	Farmacia	
Instalación nodos	\$2,600.00	2 nodos requeridos
Habilitación del site		

Tabla 4.4. Gasto de instalación con cableado. (Continúa)

CONCEPTO	COSTO	COMENTARIO
Aire acondicionado	\$6,000.00	Capacidad 1 Ton
Instalación eléctrica	\$6,000.00	Suministro a 120V
Instalación sistema de tierra física	\$3,500.00	Sistema de varillas de cobre
Equipos de conmutación	\$22,350.00	CISCO WS-C2950T-24
Sitio	Aula Magna	
Instalación nodos	\$31,200.00	24 nodos requeridos
Habilitación del site		
Aire acondicionado	\$6,000.00	Capacidad 1 Ton
Instalación eléctrica	\$6,000.00	Suministro a 120V
Instalación sistema de tierra	\$3,500.00	Sistema de varillas de

física			cobre
Equipos de conmutación	\$22,350.00		CISCO WS-C2950T-24
Sitio	Aulas	Investigación	y
	Enseñanza		
Instalación nodos	\$10,400.00		8 nodos requeridos
Habilitación del site			
Aire acondicionado	\$6,000.00		Capacidad 1 Ton
Instalación eléctrica	\$6,000.00		Suministro a 120V
Instalación sistema de tierra	\$3,500.00		Sistema de varillas de cobre
física			
Equipos de conmutación	\$22,350.00		CISCO WS-C2950T-24
Sitio	Residencia Médica		
Instalación nodos	\$15,600.00		12 nodos requeridos
Habilitación del site			
Aire acondicionado	\$6,000.00		Capacidad 1 Ton
Instalación eléctrica	\$6,000.00		Suministro a 120V

Instalación sistema de tierra física	\$3,500.00	Sistema de varillas de cobre
Equipos de conmutación	\$22,350.00	CISCO WS-C2950T-24
Sitio	Psiquiatría	
Instalación nodos	\$15,600.00	12 nodos requeridos
Habilitación del site		
Aire acondicionado	\$6,000.00	Capacidad 1 Ton

Tabla 4.4. Gasto de instalación con cableado. (Continúa)

CONCEPTO	COSTO	COMENTARIO
Instalación eléctrica	\$6,000.00	Suministro a 120V
Instalación sistema de tierra física	\$3,500.00	Sistema de varillas de cobre
Equipos de conmutación	\$22,350.00	CISCO WS-C2950T-24
Sitio	Compras	

Instalación nodos	\$7,800.00	6 nodos requeridos
Habilitación del site		
Aire acondicionado	\$6,000.00	Capacidad 1 Ton
Instalación eléctrica	\$6,000.00	Suministro a 120V
Instalación sistema de tierra física	\$3,500.00	Sistema de varillas de cobre
Equipos de conmutación	\$22,350.00	CISCO WS-C2950T-24

Tabla 4.4. Gasto de instalación con cableado.

Para tener bases de comparación, se realizará el ejercicio propuesto ahora con la solución inalámbrica.

Solución con tecnología inalámbrica

Actualmente las redes LAN que utilizan tecnología inalámbrica son mas frecuentes, esta tecnología ha podido resolver muchos problemas que con tecnologías tradicionales sería o muy costoso ó muy complejo.

La evolución en tecnologías inalámbricas es cada vez más pronunciada, y la tendencia indica que llegarán a competir las redes inalámbricas contra las redes de tecnología convencional. Para instalar esta tecnología sólo es necesario físicamente contar con puntos de acceso inalámbricos y tarjetas de conexión del cliente, ya que el medio de conexión es el aire. Los costos de instalación están mostrados en la tabla 4.5

CONCEPTO	COSTO	COMENTARIO
Sitio	Dirección General	

Punto de acceso inalámbrico	\$4,700.00	CISCO AIRONET 350 Access Point
Tarjetas inalámbricas	\$1,860.00	3 Tarjetas requeridas
Equipo de conmutación	\$ 390.00	Switch 3 Com 8 Ptos.

Tabla 4.5. Gastos de instalación con tecnología inalámbrica.(Continúa)

CONCEPTO	COSTO	COMENTARIO
-----------------	--------------	-------------------

Sitio	Biblioteca	
Punto de acceso inalámbrico	\$4,700.00	CISCO AIRONET 350 Access Point
Tarjetas inalámbricas	\$11,160.00	18 Tarjetas requeridas
Sitio	Aulas Enseñanza	
Punto de acceso inalámbrico	\$4,700.00	CISCO AIRONET 350 Access Point
Tarjetas inalámbricas	\$24,800.00	40 Tarjetas requeridas
Sitio	Investigaciones A	
Punto de acceso inalámbrico	\$4,700.00	CISCO AIRONET 350 Access Point

Tarjetas inalámbricas	\$14,880.00	24 Tarjetas requeridas
Sitio	Investigaciones B	
Punto de acceso inalámbrico	\$4,700.00	CISCO AIRONET 350 Access Point
Tarjetas inalámbricas	\$7,440.00	12 Tarjetas requeridas
Sitio	Investigaciones C	
Punto de acceso inalámbrico	\$4,700.00	CISCO AIRONET 350 Access Point
Tarjetas inalámbricas	\$4,960.00	8 Tarjetas requeridas
Sitio	Recepción	
Punto de acceso inalámbrico	\$4,700.00	CISCO AIRONET 350 Access Point
Tarjetas inalámbricas	\$4,960.00	8 Tarjetas requeridas
Sitio	Farmacia	
Punto de acceso inalámbrico	\$4,700.00	CISCO AIRONET 350 Access Point

Tarjetas inalámbricas	\$1,240.00	2 Tarjetas requeridas
Equipo de conmutación	\$ 390.00	Switch 3 Com 8 Ptos.
Sitio	Aula Magna	
Punto de acceso inalámbrico	\$4,700.00	CISCO AIRONET 350 Access Point
Tarjetas inalámbricas	\$14,880.00	24 Tarjetas requeridas
Sitio	Aulas Investigación y Enseñanza	

Tabla 4.5. Gastos de instalación con tecnología inalámbrica.(Continúa)

CONCEPTO	COSTO	COMENTARIO
Punto de acceso inalámbrico	\$4,700.00	CISCO AIRONET 350 Access Point
Tarjetas inalámbricas	\$4,960.00	8 Tarjetas requeridas
Equipo de conmutación	\$ 390.00	Switch 3 Com 8 Ptos.
Sitio	Residencia Médica	
Punto de acceso inalámbrico	\$4,700.00	CISCO AIRONET 350 Access Point

Tarjetas inalámbricas	\$7,440.00	12 Tarjetas requeridas
Equipo de conmutación	\$ 390.00	Switch 3 Com 8 Ptos.
Sitio	Psiquiatría	
Punto de acceso inalámbrico	\$4,700.00	CISCO AIRONET 350 Access Point
Tarjetas inalámbricas	\$7,440.00	12 Tarjetas requeridas
Equipo de conmutación	\$ 390.00	Switch 3 Com 8 Ptos.
Sitio	Compras	
Punto de acceso inalámbrico	\$4,700.00	CISCO AIRONET 350 Access Point
Tarjetas inalámbricas	\$3,720.00	6 Tarjetas requeridas
Equipo de conmutación	\$ 780.00	Switch 3 Com 8 Ptos.

Tabla 4.5. Gastos de instalación con tecnología inalámbrica.

Con base en la información presentada hacemos un concentrado de costos según la solución requerida, cuyos resultados se muestran en la Tabla 4.6.

SITIO	SOLUCIÓN UTP	SOLUCIÓN INALÁMBRICA
Dirección General	\$41,750.00	\$6,950.00
Biblioteca	\$45,750.00	\$15,860.00
Aulas Enseñanza	\$96,750.00	\$29,500.00

Investigaciones A	\$53,550.00	\$19,580.00
Investigaciones B	\$37,950.00	\$12,140.00
Investigaciones C	\$32,750.00	\$9,660.00
Recepción	\$32,750.00	\$9,660.00
Farmacia	\$40,450.00	\$6,330.00
Aula Magna	\$69,050.00	\$19,580.00
Aulas Investigaciones y Enseñanza	\$48,250.00	\$10,050.00
Residencia	\$53,450.00	\$12,530.00
Psiquiatría	\$53,450.00	\$12,530.00
Compras	\$45,650.00	\$9,200.00
TOTAL	\$651,550.00	\$173,570.00

Tabla 4.6. Comparativo de Gastos entre soluciones.

Al observar los costos resultantes, concluimos que la solución con cableado *UTP* es más cara en \$477,980.00 con respecto a la solución inalámbrica.

En la Tabla 4.7 observamos otros parámetros de comparación.

	SOLUCIÓN UTP	SOLUCIÓN INALÁMBRICA
PARÁMETROS DE INSTALACIÓN		
Costo	\$651,550.00	\$173,570.00

Complejidad en mediana muy baja
instalación

Tiempo de instalación 2 meses y medio 1 mes

CARACTERÍSTICAS

Distancia máxima 100 metros interior exterior
50 metros 130 metros

Velocidad de 100 / 1000 Mbps 11 Mbps
transferencia de
información

Aplicaciones Todas, inclusive aquellas Aquellas que no requieran
recomendadas que requieren grandes tasas transferir grandes volúmenes
de transferencia (archivos de información (*internet*,
muy grandes) correo electrónico, etc.)

Manejo de VLAN Sí Sí

Capacidad de Ilimitada, sin embargo hay Ilimitada, es requerido un punto
crecimiento que instalar un cable por de acceso por cada 25
cada nodo adicional y un posiciones nuevas
equipo de conmutación por
cada grupo de nodos
adicionados

Tolerancia a fallas	Muy grande	Grande
Movilidad	Muy reducida (en promedio 3 metros debido a la longitud del path cord)	Total (sólo la limita el radio de alcance)
Capacidad de crecimiento	de Ilimitada, sin embargo hay que instalar un cable por cada nodo adicional y un equipo de conmutación por cada grupo de nodos adicionados	Ilimitada, es requerido un punto de acceso por cada 25 posiciones nuevas
Tolerancia a fallas	Muy grande	Grande
Movilidad	Muy reducida (en promedio 3 metros debido a la longitud del path cord)	Total (sólo la limita el radio de alcance)

Tabla 4.7. Otros parámetros de comparación entre tecnologías.

Considerando las ventajas y desventajas de cada tecnología, nos resulta muy claro que la tecnología inalámbrica cumple con los requisitos para la instalación en la Institución Hospitalaria, ya que las aplicaciones a utilizar son básicamente *Internet* y correo electrónico, para lo que las velocidades con esta tecnología resulta aceptable. Además de que cumple con los siguientes requisitos:

- Tiene un costo de instalación muy bajo en comparación con *UTP*.
- Las aplicaciones como Internet y correo electrónico tienen velocidades aceptables de operación.
- Tiene un tiempo de instalación menor.
- Es más flexible para actualizaciones, ya que sólo es requerido cambiar los puntos de acceso inalámbrico y las tarjetas inalámbricas en las computadoras.

Una vez que hemos propuesto la tecnología inalámbrica como solución para la Institución Hospitalaria, haremos la comparación entre las tecnologías de equipos que existen para ofrecer la comunicación entre edificios.

4.2.3. Comparando tecnologías para enlaces entre edificios

Las tecnologías que están siendo consideradas como solución para la conectividad entre edificios son: tecnología de fibra óptica y tecnología inalámbrica, por ser las más empleadas. Los parámetros a valorar serán los costos, complejidad y tiempos de instalación y velocidades de transferencia.

Los enlaces a establecer son:

- Residencia Médica – Dirección General
- Psiquiatría – Investigaciones C
- Sistemas – Investigaciones A
- Compras – Recursos Humanos
- Dirección General – Aulas Investigaciones y Enseñanza

Solución con tecnología de fibra óptica. Esta tecnología es aplicada a la distribución de redes locales y metropolitanas, tiene la capacidad para transmitir datos a muy grandes distancias (desde 100 metros hasta 50 kilómetros); sin embargo, también es muy caro su proceso de instalación. Debido a que el núcleo está hecho de fibra de vidrio (a niveles de pureza increíbles) es en extremo delicado, cualquier tipo de esfuerzo sin la protección exterior romperá el núcleo de la fibra óptica.

El criterio para cotizar la fibra óptica será utilizando fibra multimodo (62.5/125). Para el tendido del cable, existen dos opciones comúnmente utilizadas: la instalación con fibra autosoportada (la cual utiliza postes que están distribuidos a 20 metros de distancia cada uno) que permite una instalación de tipo aérea, y la instalación subterránea, que utiliza trayectorias diseñadas específicamente para transportar cableado entre edificios (comúnmente llamadas trincheras). Para decidir que tipo de instalación se realizará, se consideran muchos detalles, como son: dureza del suelo, estética exterior de los edificios y uso del terreno, principalmente. Aunque existen muchos más, sólo se describirán brevemente estos detalles por ser los más importantes.

Dureza del suelo. Dada la naturaleza del suelo mexicano, la constitución varía desde suelo fangoso, pasando por suelo volcánico hasta llegar a suelo rocoso. Aunque en cualquier tipo de suelo puede ser construida una trinchera, la dificultad implícita repercute directamente en el costo de fabricación de la misma, siendo un factor muy importante a considerar.

Estética exterior de los edificios. En algunas zonas metropolitanas, la estética juega un papel importante, ya que se deben considerar todos los detalles que conforman el panorama; a manera de ejemplo, si el Palacio de las Bellas Artes necesita un enlace de fibra óptica, no sería posible instalarlo por medio aéreo, ya que al colocar postes la imagen de la fachada sería notablemente alterada, rompiendo la armonía visual.

Uso del terreno. La instalación de un enlace utiliza una trayectoria que puede pasar sobre diferentes construcciones existentes, e inclusive sobre algunas trincheras anteriores; por ejemplo, si requerimos una instalación de fibra óptica para conectar dos empresas donde atraviesa una avenida determinada, la avenida seguramente contiene en su interior otra trinchera donde pasará cableado telefónico, alimentación eléctrica o bien un gasoducto inclusive, por lo que las condiciones de instalación son más difíciles.

Las condiciones que cumplen en general los enlaces entre edificios son:

Dureza de suelo: Superficie volcánica, zona del Ajusco.

Estética exterior de los edificios: No es crítico este punto, aunque se intentará tener un impacto visual mínimo.

Uso del terreno: Se determinará dependiendo cada enlace.

Los enlaces a realizar mantienen diferentes usos de terreno, como son:

Residencia Médica – Dirección General: No existe instalación subterránea alguna que imposibilite la construcción de una trinchera.

Psiquiatría – Investigaciones C: Se tiene una trinchera donde están tendidos los cables de alimentación eléctrica para los edificios. No se recomienda utilizar un tendido subterráneo.

Sistemas – Investigaciones A: Se tiene una trinchera donde están tendidos los cables de alimentación eléctrica para los edificios. No se recomienda utilizar un tendido subterráneo.

Compras – Recursos Humanos: No existe instalación subterránea alguna que imposibilite la construcción de una trinchera.

Dirección General – Aulas Investigaciones y Enseñanza: No existe instalación subterránea alguna que imposibilite la construcción de una trinchera.

De las condiciones que han sido evaluadas, observamos que la instalación subterránea no es la más adecuada para los presentes enlaces, ya que requiere modificación de las trincheras ya existentes (que alimentan al edificio), por lo que se utilizará para fines de cotización la fibra autoportada. Los conceptos que están incluidos en los montos cotizados son: obra civil (que comprende la preparación de suelo, perforación, instalación de postes), mano de obra, instalación de fibra óptica (cableado de fibra óptica, conectores respectivos, distribuidores de fibra de 6 hilos), ductería (para la parte interior de los edificios, para ser dirigida la fibra hasta el sitio donde será conectada con los equipos de conmutación).

De la cotización proporcionada por la empresa Sitcom Electronics, tenemos los montos presentados en la Tabla 4.8

ENLACE

COSTO

Residencia Médica – \$ 45,794.00

Dirección General

Psiquiatría – Investigaciones \$ 68,209.00

C

Sistemas – Investigaciones \$ 22,000.00

A

Compras – Recursos \$ 107,860.00

Humanos

Dirección General – Aulas \$ 78,450.00

Investigaciones y

Enseñanza

Tabla 4.8. Cotización con fibra óptica.

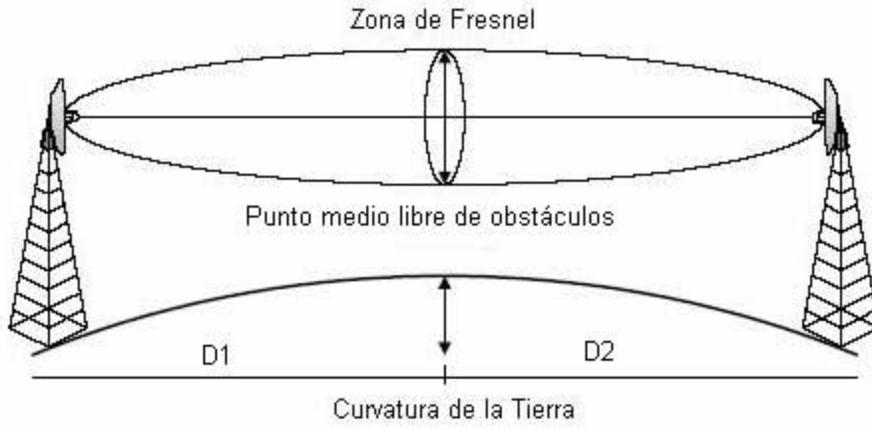
En la siguiente sección será estudiada la solución con tecnología inalámbrica.

Solución con tecnología inalámbrica. La instalación de tecnología inalámbrica (802.11) es muy simple, parámetros como la línea de vista y la zona de Fresnel son únicamente requeridos cuando se manejan a distancias muy grandes (mayores de 1609 metros, que es el equivalente a una milla). Describiremos brevemente estos conceptos.

Línea de vista. Este parámetro indica que las dos antenas puedan verse sin problema. Esto es, que no se tengan obstáculos que impidan el establecimiento del enlace entre ellas.

Zona de Fresnel. Cuando se calcula la elevación mínima para la colocación de la antena con el objeto de asegurar la línea de vista, se debe tener otra consideración de importancia. La propagación de las ondas de radio entre los dos puntos no se propaga en línea recta, sino que debido a las consideraciones de dispersión, la propagación se realiza en un área elíptica por encima y debajo de la línea recta del paisaje visual entre los dos puntos a interconectar. Esta zona elíptica se llama *Zona de Fresnel*. Como consecuencia, las obstrucciones en el paso de la *Zona de Fresnel* deterioran la calidad de la transmisión (caracterizada por la velocidad de transmisión), como también la reducción de la distancia operacional entre dos puntos. El estándar de la industria es el mantener alrededor del 60% de la *Zona de Fresnel* libre de cualquier obstáculo.

En la figura 4.9 se muestra gráficamente el concepto sobre un enlace inalámbrico.



D1: Distancia entre Antena1 y punto medio de la Zona de Fresnel
 D2: Distancia entre Antena2 y punto medio de la Zona de Fresnel

Figura 4.9. Zona de Fresnel.

Cuando se calcula la elevación mínima para la colocación de la antena con el objeto de asegurar la línea de vista, se debe tener en cuenta otra consideración de suma importancia. La propagación de las ondas de radio entre los dos puntos no se propaga en línea recta, sino que debido a consideraciones de dispersión, la propagación se realiza en un área elíptica por encima y debajo de la línea recta del pasaje visual entre los dos puntos a interconectar. Esta zona elíptica se llama Zona de Fresnel. Como consecuencia, las obstrucciones en el paso de la Zona de Fresnel deterioran la calidad de la transmisión, como también la reducción de la distancia operacional entre dos puntos. El estándar de la industria es el de mantener alrededor del 60% de la Zona de Fresnel libre de cualquier obstáculo.

La Zona de Fresnel se puede calcular y debe ser tomada en cuenta cuando se diseña un enlace inalámbrico, aunque generalmente sólo cuando la distancia entre antenas rebasa la milla de distancia, es cuando debe ser considerada. De acuerdo a los requisitos de la línea de vista y de la zona de Fresnel, la tabla 4.9 proporciona una guía sobre los requerimientos de altura para las antenas y las distancias varias para los sistemas inalámbricos operando a 2.4 GHz (802.11b). Ésta muestra el cálculo de la altura de una antena requerida por encima de cualquier obstrucción para permitir la Zona de Fresnel.

Distancia del enlace de Radio Frecuencia (km)	Altura requerida "F" de la Zona de Fresnel en la banda de 2.4GHz (m)	Altura requerida "C" debido a la curvatura de la Tierra (m)	Altura total "H" = "F" + "C" sin obstrucciones (m)
1.5	3	1	4

10	12	2	14
15	15	4	19
25	20	10	30
30	22	17	39
40	24	24	50

Tabla 4.9. Altura de antenas para cumplir el porcentaje de la Zona de Fresnel.

Para el caso de la Institución Hospitalaria, en la tabla 4.10 mostramos los enlaces que serán manejados, así como los resultados obtenidos para la Zona de Fresnel

Enlace	Distancia del enlace de Radio Frecuencia (km)	Altura requerida de la Zona de Fresnel en la banda de 2.4GHz (m)	Altura "F" requerida debido a la curvatura de la Tierra (m)	Altura "C" "H"="F"+"C" sin obstrucciones (m)	Altura total sin obstrucciones (m)
Compras – Recursos Humanos	0.082	1.57	0.00097	1.57097	
Dirección General – Residencia Médica	0.02	0.77	0.00048	0.77048	
Psiquiatría –	0.03	0.95	0.00059	0.95059	

Investigaciones

C

Sistemas –	0.01	0.55	0.00034	0.55034
------------	------	------	---------	---------

Investigaciones

A

Dirección	0.05	1.56	0.00033	1.56033
-----------	------	------	---------	---------

General – Aulas

Investigaciones y

Enseñanza

Tabla 4.10. Altura de las antenas para la Institución Hospitalaria.

De los resultados obtenidos en la tabla anterior, se observa que en el peor de los casos (enlace Compras – Recursos Humanos con una distancia de 82 m) habría que adicionar una altura de 1.57097 m sobre el obstáculo que interfiriera la trayectoria de la línea de vista entre los edificios, para poder respetar la Zona de Fresnel. Para el caso de la Institución Hospitalaria, todas las antenas se instalarán en el borde superior-exterior de cada edificio.

Para los edificios a enlazar tenemos las siguientes características:

Línea de vista: Todos los edificios tienen línea de vista.

Zona de Fresnel: Todos los enlaces están despejados, no tienen ningún obstáculo que interfiera con la transmisión (se considera que un enlace puede ser establecido cuando tiene por lo menos el 60% de la Zona de Fresnel disponible, esto es, libre de obstáculos). Los enlaces presentan el 100% de disponibilidad.

Los componentes que son utilizados para establecer un enlace inalámbrico (802.11) son básicamente las antenas de transmisión / recepción y los puntos de acceso en modalidad de puente.

La cotización correspondiente también fue hecha con la empresa Sitcom Electronics, S.A. de C.V., los conceptos implícitos son puntos de acceso inalámbricos en modo puente. Los montos presentados en la cotización están reflejados en la tabla 4.11. (Para mayor información pueden ser consultadas las cotizaciones en el apéndice A)

ENLACE		COSTO
Residencia Médica	–	\$6,000.00
Dirección General		
Psiquiatría – Investigaciones		\$6,000.00
C		
Sistemas – Investigaciones		\$6,000.00
A		
Compras	– Recursos	\$6,000.00
Humanos		
Dirección General	– Aula	\$6,000.00
Investigaciones	y	
Enseñanza		

Tabla 4.11. Cotización con tecnología inalámbrica (802.11).

En la tabla 4.12 se presenta un concentrado de costos según la solución que se adopte.

ENLACE	SOLUCIÓN FIBRA ÓPTICA	SOLUCIÓN INALÁMBRICA
Residencia Médica	– \$45,794.00	\$6,000.00
Dirección General		
Psiquiatría – Investigaciones	\$68,209.00	\$6,000.00
C		
Sistemas – Investigaciones	\$22,000.00	\$6,000.00
A		

Compras – Recursos Humanos	\$107,860.00	\$6,000.00
Dirección General – Aulas	\$ 78,450.00	\$6,000.00
Investigación y Enseñanza		
Total	\$243,863.00	30,000.00

Tabla 4.12. Comparación entre cotizaciones para la conectividad.

La diferencia económica entre utilizar fibra óptica o tecnología inalámbrica resulta de \$219,863.00, lo que implica que la solución inalámbrica es mucho más barata.

Considerando otros aspectos de comparación podemos tener un mayor número de elementos para realizar o tomar una mejor decisión. En la tabla 4.13 se muestran las características principales de cada tecnología

	SOLUCIÓN FIBRA ÓPTICA	SOLUCIÓN INALÁMBRICA
PARÁMETROS DE INSTALACIÓN		
Costo	\$243,863.00	\$30,000.00
Complejidad en instalación	Alta	Muy baja
Tiempo de instalación	2 meses	1 mes
Distancia máxima	2 kilómetros	130 metros
Velocidad de transferencia de información	100 / 1000 Mbps	11 Mbps

Aplicaciones recomendadas	Todas, inclusive aquellas que requieren grandes tasas de transferencia (archivos muy grandes)	Aquellas que no requieran transferir grandes volúmenes de información (<i>internet</i> , correo electrónico, etc.)
Manejo de VLAN	Sí	Sí
Capacidad de crecimiento	Ilimitada, sin embargo los costos para modificar la estructura existente son muy altos	Ilimitada, se puede cambiar el esquema de puente a esquema de grupo de trabajo
Tolerancia a fallas	Muy reducida, al tener un corte en la fibra, no se puede establecer sin emplear tecnología específica (fusión)	Grande
Movilidad	No posible	Total (sólo la limita el radio de alcance)

Tabla 4.13. Comparación entre tecnologías.

Si consideramos que las aplicaciones que serán utilizadas son preferentemente *Internet* y correo electrónico, se observa en los datos anteriores que los enlaces inalámbricos ofrecen una excelente solución. Como ejemplo, los enlaces de datos utilizando redes tipo *MPLS* emplean anchos de banda de 512 kbps, mientras que una opción como 11 Mbps es un excelente ancho de banda. No es necesario utilizar anchos de banda más grandes, por lo que la instalación de la fibra óptica no resulta práctica como solución para la comunicación entre los edificios de la institución.

La opción que más se ajusta por los beneficios que otorga y la mínima complejidad de instalación de red para la Institución Hospitalaria, es la tecnología inalámbrica.

Tanto en las redes *LAN* como en los enlaces entre edificios, la solución empleando tecnología inalámbrica será utilizada para la Institución Hospitalaria.

La estructura de red en la Institución Hospitalaria debe mantener conectividad entre las dos redes (*Investigaciones* y *Sihosco*) para poder brindar los servicios necesarios, que son: *Internet* y *correo electrónico* principalmente, y compartir recursos y accesos entre ellas. La figura 4.10 muestra el diagrama conceptual de las redes existentes.

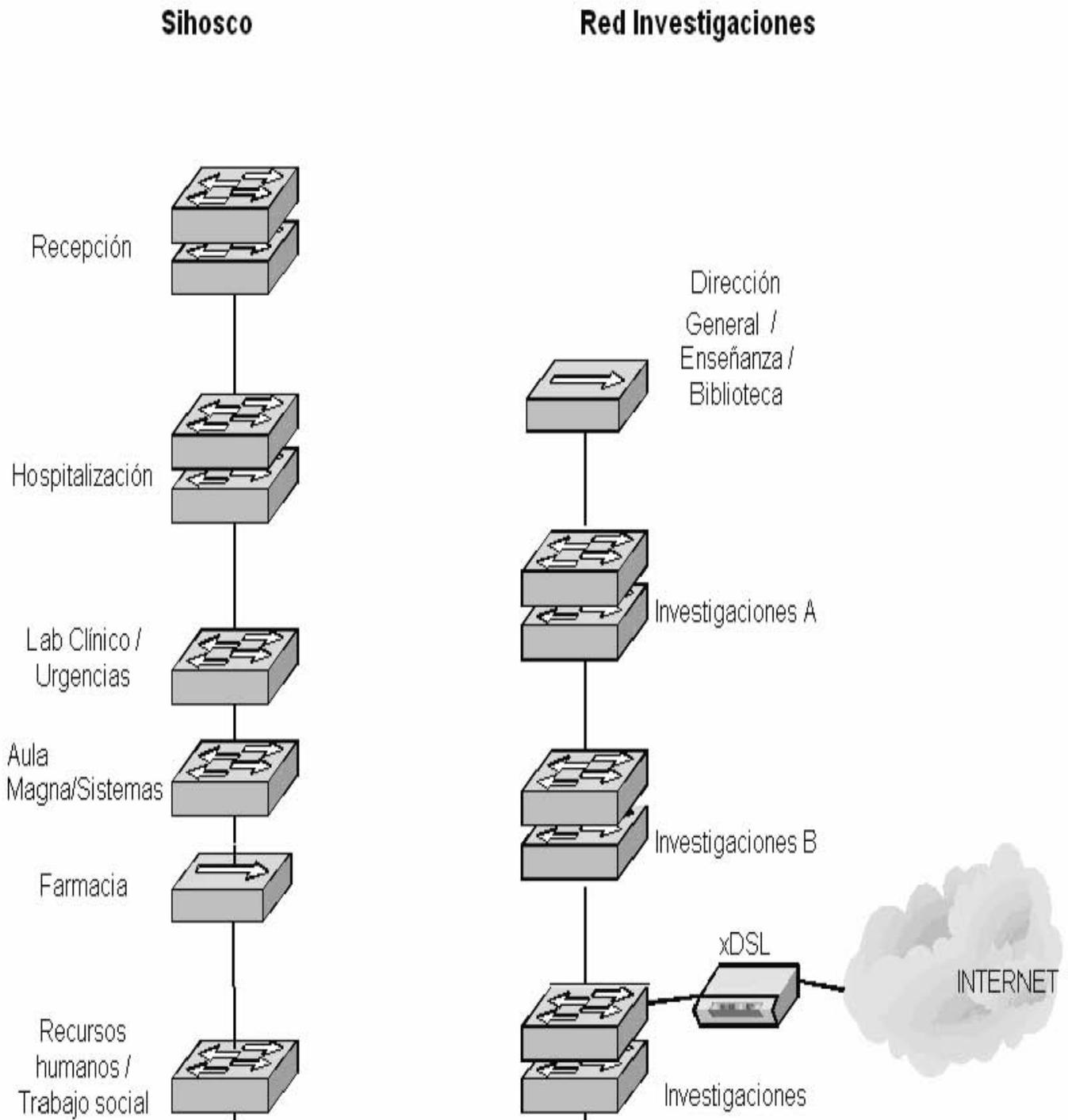


Figura 4.10. Redes Investigaciones y Sihosco.

Adicionalmente existen edificios que requieren conectividad, los cuales están mostrados en la figura 4.11.

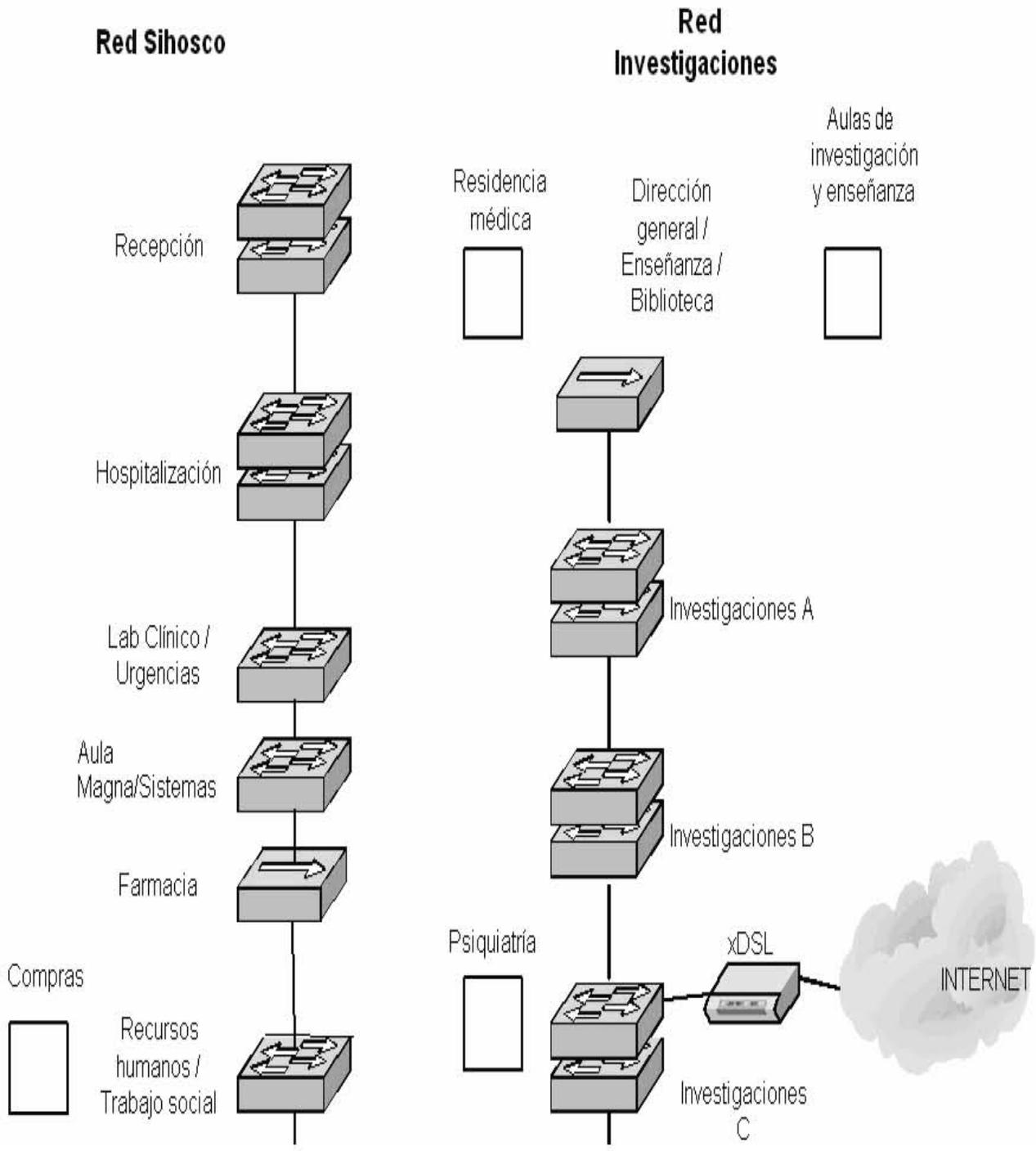


Figura 4.11. Edificios sin conectividad.

En la imagen se han ubicado los edificios según corresponden por ubicación.

De la información obtenida anteriormente, se puede crear una tabla donde se concentren los datos que mostrarán el tipo de acceso que se requiere en cada área mencionada, con esta información será posible enlistar los requerimientos a cubrir con tecnología inalámbrica. La tabla 4.14 muestra las necesidades que requiere cubrir el diseño de la red inalámbrica.

EDIFICIO	ÁREA	RED LOCAL INALÁMBRICA	ENLACE INALÁMBRICO A OTRO EDIFICIO
Dirección General/ Biblioteca/ Enseñanza	Dirección General	Sí	Residencia Médica
	Biblioteca	Sí	No
	Aulas Enseñanza	Sí	No
Investigaciones A		Sí	Aula Magna/ Sistemas
Investigaciones B		Sí	No
Investigaciones C		Sí	No
Ingeniería		No	No
Hospitalización	Almacén General	Sí	No
	Almacén Farmacia	Sí	No
Recepción		Sí	No
Laboratorio Clínico/ Urgencias	Laboratorio Clínico	No	No
	Urgencias	No	No
Farmacia		Sí	No
Aula Magna/ Sistemas	Aula Magna	Sí	--
	Sistemas	No	No
Recursos Humanos/Consulta Externa/Trabajo Social	Recursos Humanos	No	No
	Trabajo Social	No	No
Resonancia Magnética		No	No
Aulas Investigación y Enseñanza		Sí	Dirección General
Residencia Médica		Sí	--
Psiquiatría		Sí	Investigaciones C
Compras		Sí	Recursos Humanos

Tabla 4.14. Base para el diseño de la solución inalámbrica.

De la tabla se obtienen 15 sitios ó áreas que requieren acceso de red local inalámbrica (los cuales denominaremos como puntos de acceso inalámbrico), y se requieren 5 enlaces entre edificios para establecer la comunicación requerida. Las áreas que requieren puntos de acceso inalámbrico, son:

- *Dirección General*
- *Biblioteca*
- *Aulas Enseñanza*
- *Investigaciones A*
- *Investigaciones B*
- *Investigaciones C*
- *Hospitalización*
- *Recepción*

- *Farmacia*
- *Aula Magna*
- *Aulas Investigaciones y Enseñanza*
- *Residencia Médica*
- *Psiquiatría*
- *Compras*

Y los enlaces entre edificios son:

- *Residencia Médica – Dirección General*
- *Psiquiatría – Investigaciones C*
- *Sistemas – Investigaciones A*
- *Compras – Recursos Humanos*
- *Dirección General – Aulas Investigaciones y Enseñanza*

Clasificación de equipos en la red

Los equipos que están operando en la red de la Institución Hospitalaria, podemos organizarlos de la siguiente forma:

- Equipos de acceso y comunicaciones
- Servidores de aplicación
- Equipos de usuario

Equipos de acceso y comunicaciones. Son todos los equipos que conforman la estructura de la red, y a su vez tienen la capacidad de permitir, direccionar y/o negar la conexión hacia la red en la Institución Hospitalaria, por ejemplo ruteadores, equipos de conmutación y puntos de acceso.

Servidores de aplicación. Son todos aquellos equipos de cómputo que proporcionen algún tipo de servicio en la red, por ejemplo: servidores de impresión, servidores de correo electrónico, servidor de cortafuegos (*Fire Wall: FW*).

Equipos de usuario. Son todos aquellos dispositivos que le permitan al usuario establecer una comunicación con alguna aplicación dentro de la red de la Institución Hospitalaria, por ejemplo computadoras de escritorio (*Personal Computer: PC*), computadoras portátiles, asistentes personales digitales (*Personal Digital Assistant: PDA*).

Segmentación de la red. La red de la Institución Hospitalaria está trabajando de forma segmentada, ya que la información que se maneja en la red *Investigaciones* es información muy valiosa, y además es toda la información sobre las investigaciones. Por el otro lado, la red *Sihosco* maneja información de carácter administrativo. Esto indica que aunque ambas redes vayan a compartir el acceso a *internet* y correo electrónico, la información debe mantenerse separada, excepto por aquellos accesos entre clientes de las redes existentes que deben estar controlados, por lo que se requiere trabajar con un segmento de red dedicado para cada red.

Para el caso de los puntos de acceso inalámbrico que sean considerados para accesos bien definidos, como el caso de los almacenes, el direccionamiento será el convencional para el

área correspondiente, mientras que los puntos de acceso inalámbrico que brinden acceso a visitantes a *internet* requieren un segmento particularmente asignado que defina a todos aquellos equipos visitantes que estarán accedendo por medios inalámbricos, de tal forma que el rastreo y control esté bien definido. Este segmento recibirá el nombre de *Visitantes*.

Los equipos de comunicaciones tienen la capacidad de ser administrados y monitoreados de manera remota, por lo que es necesario que cuenten con direcciones *IP*. Este segmento también deberá ser independiente de los anteriores.

Se puede agrupar los diferentes edificios y áreas en una tabla que nos permita contabilizar el número total de nodos que estamos manejando, para poder considerar el tamaño de los segmentos a manejar. La tabla 4.15 muestra el número de nodos existentes en la Institución Hospitalaria.

EDIFICIO	ÁREA	NODOS
Dirección General/Enseñanza/Biblioteca	Dirección General	2
	Biblioteca	0
	Aulas Enseñanza	0
Investigaciones A		30
Investigaciones B		31
Investigaciones C		40
Ingeniería		2
NODOS RED INVESTIGACIONES		105
Hospitalización	Almacén General	38
	Almacén Farmacia	
Recepción		16
Laboratorio Clínico / Urgencias	Laboratorio Clínico	6
	Urgencias	
Farmacia		3

Aula Magna/ Sistemas	Aula Magna	1
	Sistemas	14
Recursos Humanos /Consulta Externa/ Trabajo Social	Recursos Humanos	18
	Trabajo Social	
Resonancia Magnética		1
Aulas Investigación y Enseñanza		0
Residencia Médica		0
Psiquiatría		0
Compras		0
NODOS RED SIHOSCO		97

Tabla 4.15. Nodos existentes en la Institución Hospitalaria.

De la tabla anterior, se puede observar que la red *Investigaciones* está ocupando 105 direcciones *IP*, mientras que la red *Sihosco* está ocupando 97. Observando la recomendación *RFC 1918*, ninguno de los segmentos rebasa el número de 254 direcciones, por lo tanto el tipo de red adecuado a utilizar es una red tipo C (se puede observar la figura 2.9 como referencia de los tipos de red existentes). El direccionamiento válido para una red privada tipo C es desde el segmento 192.168.0.0 hasta el segmento 192.168.255.255, por lo que podemos seleccionar a nuestra conveniencia cualesquiera 4 segmentos de red. Estos segmentos se ajustan perfectamente a un crecimiento futuro.

Por estar comprendidos en una red tipo C, significa que su máscara de subred se definirá con base en los tres primeros octetos como identificador de red, y sólo el cuarto octeto restante para definir sus posibles *hosts*. Se describirá el rango de direccionamiento válido para cada segmento.

Con base en la descripción anterior, la distribución de los segmentos de red quedará definido como se describe a continuación:

Segmento Investigaciones. Se escogió el segmento con *ID* 192.168.200.0, con máscara de subred de 24 bits (255.255.255.0), lo cual nos entrega 254 direcciones *IP* posibles, desde la 192.168.200.1 hasta la 192.168.200.254, y su dirección de difusión de 192.168.200.255.

Segmento Sihosco. Se escogió el segmento con *ID* 192.168.201.0, con máscara de subred de 24 bits, lo cual también nos entrega 254 direcciones posibles, que van desde la 192.168.201.1 hasta la 192.168.201.254, teniendo su dirección de difusión de 192.168.201.255.

Segmento Visitantes. Se escogió el segmento con *ID* 192.168.202.0, con máscara de subred de 25 bits (255.255.255.128), lo cual nos entrega 126 direcciones posibles, que van desde la 192.168.202.1 hasta la 192.168.202.126, teniendo su dirección de difusión de 192.168.202.127.

Segmento Administración. Se escogió el segmento con *ID* 192.168.1.160, con máscara de subred de 26 bits (255.255.255.192), lo cual nos entrega 62 direcciones posibles, que van desde la 192.168.1.1 hasta la 192.168.1.62, teniendo su dirección de difusión de 192.168.1.63.

Finalmente, la distribución de los segmentos de red queda como sigue:

Segmento de *Investigaciones:* 192.168.200.0 rango: 192.168.200.1 – 192.168.200.254
Segmento de *Sihosco:* 192.168.201.0 rango: 192.168.201.1 – 192.168.201.254
Segmento de *Visitantes:* 192.168.202.0 rango: 192.168.202.1 – 192.168.202.126
Segmento de *Administración:* 192.168.1.0 rango: 192.168.1.1 – 192.168.1.62

Direccionamiento IP

El direccionamiento es importante ya que define la forma en que serán asignados los segmentos de red, y debe incluir todos aquellos dispositivos que tengan conexión a la red, ya sea temporal o de carácter permanente. Esto evitará que sean duplicadas las direcciones *IP*, ya que esto genera problemas debido a que sólo una dirección puede existir en un segmento definido. De no llevarse un control estricto a fin de evitar la duplicidad en el direccionamiento *IP*, y se genera al mismo tiempo un direccionamiento a la misma dirección por medio de dos equipos diferentes, automáticamente se crea una colisión que deshabilita a los equipos que están intentando acceder con la misma dirección *IP*, provocando de manera secundaria tráfico parásito en la red.

De las 254 direcciones disponibles para cada segmento (Segmentos *Investigaciones*, *Sihosco* y *Visitantes*) serán asignadas de la siguiente forma:

- .1 a la .20 Equipos de acceso y comunicaciones
- .21 a la .50 Servidores de aplicación
- .51 a la .200 Equipos de usuario
- .201 a la .254 Disponibles para pruebas

Esto también permite tener un control más eficiente, ya que se puede conocer que tipo de equipo está transfiriendo información en la red por medio del ruteador.

Para el caso particular del segmento de *Administración*, no serán asignadas las direcciones *IP* de esta forma, debido a que el segmento es exclusivamente para equipos de comunicaciones.

4.2.4. Intercomunicación entre redes

El punto de conexión físico entre las redes *Investigaciones* y *Sihosco* será realizada entre los edificios de *Investigaciones A* y *Aula Magna / Sistemas*, se propone en estos edificios ya que la administración de los equipos de comunicaciones está a cargo del área de Sistemas.

Para poder realizar la conexión entre redes, se empleará el concepto de redes de área local virtuales (*Virtual Local Area Network: VLAN*), ya que permiten:

- Segmentar los dominios de difusión reduciendo el tráfico.
- Realizar la interconexión entre diferentes segmentos de red de manera eficiente.
- Permite un nivel de seguridad aceptable, ya que el ruteador permite ó denega los accesos entre redes.

Al poder generar grupos de trabajo o segmentos de red y agruparlos independientemente de la ubicación física, el uso de *VLAN*'s nos permite crear una estructura muy flexible, que facilita la administración de los recursos y comunicaciones, como en el caso de los cuatro segmentos creados para la Institución Hospitalaria. Las redes *VLAN* están definidas en la capa 3 del modelo de referencia *OSI*, para que puedan transferir información entre ellas se necesita un ruteador y a través de *Listas de Control de Acceso (Access Control List: ACL)* se regula la transferencia de información entre ellas.

El ruteador que se encontró en el edificio de *Investigaciones C*, es un ruteador marca Cisco Modelo 3620, será empleado para controlar el acceso entre redes y en éste estarán configuradas las correspondientes listas de control de acceso, que controlarán el tráfico y permitirán o denegarán diferentes servicios.

La figura 4.12 muestra el esquema a emplear para el diseño de la red.

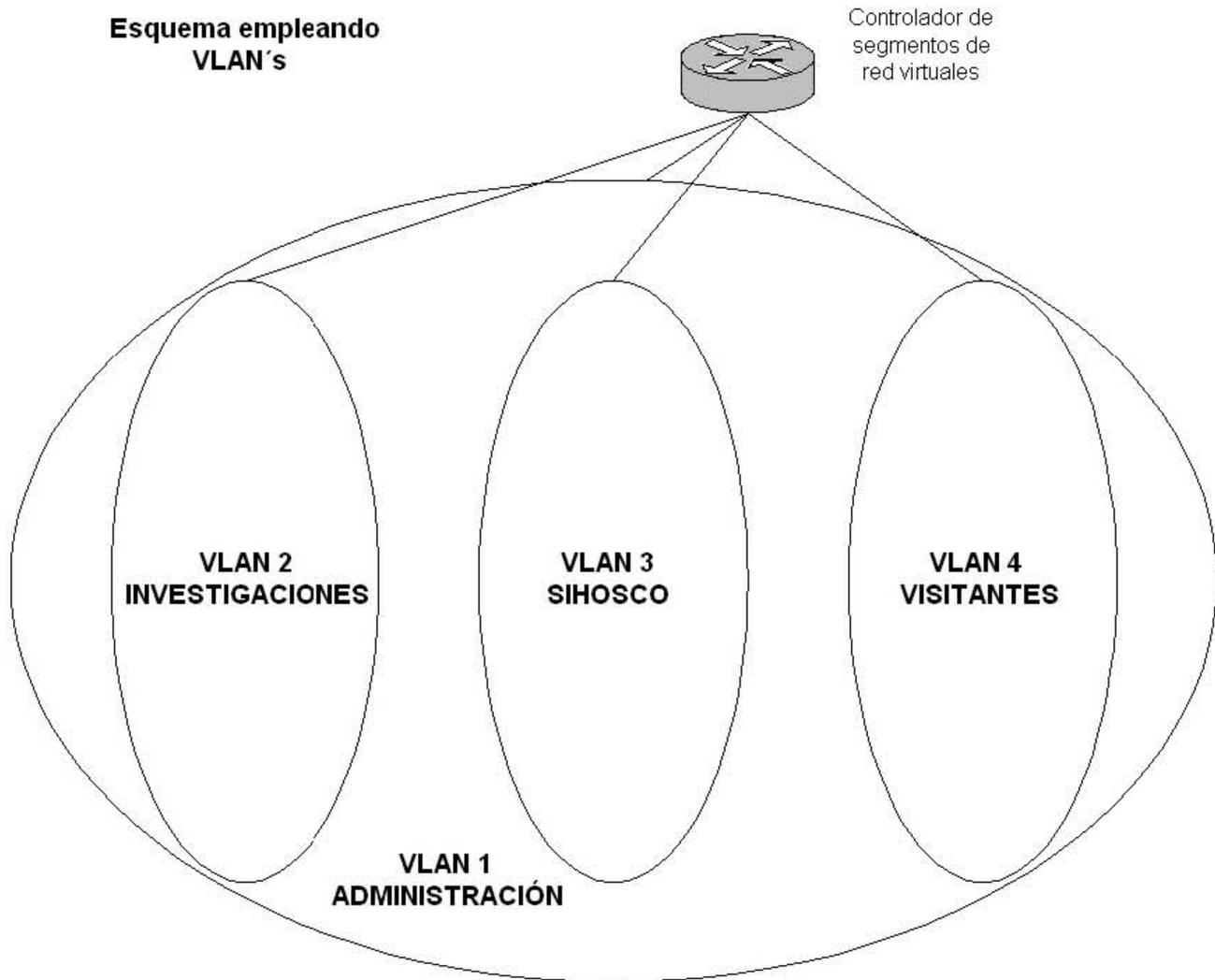


Figura 4.12. Esquema con VLAN's.

La figura anterior muestra la forma en como cada *VLAN* tiene conexión hacia el ruteador, quien a su vez conoce y define la salida hacia otra red (en este caso hacia las otras *VLAN*'s o hacia *internet*). De la figura anterior se puede observar que la *VLAN 1* abarca a las otras 3, dado que es el segmento de red que proporciona la administración a los equipos vía remota; aunque este segmento será visto desde todos los segmentos de red restantes, solamente podrá ser accesado por medio de validación a través del ruteador.

Como ya se mencionó, existen dos tipos de encapsulamiento, el *802.1Q* e *ISL*, se verá la diferencia que tiene cada uno para determinar cual encapsulamiento conviene utilizar.

El encapsulamiento *802.1Q* adhiere una etiqueta de 4 bytes en cada trama inmediatamente después del campo de la dirección de origen y está compuesta por dos secciones de 2 bytes cada una. Un puerto troncal en un *switch* se define para estar en una *VLAN* nativa, y el enlace troncal *802.1Q* no etiquetará las tramas que salen por el puerto que entra en cualquier puerto que pertenece a la misma *VLAN* que es la *VLAN* nativa en el *switch*.

El encapsulamiento de *Enlace Entre Switches (Inter Switch Link: ISL)* ejecuta la misma tarea que el *802.1Q*, pero utiliza un formato de trama diferente. Los enlaces troncales en *ISL* están patentados por *Cisco* y sólo definen una conexión punto a punto entre dos dispositivos, que normalmente son *switches*. El encapsulamiento *ISL* utiliza un mecanismo de baja latencia para la multiconmutación del tráfico de varias *VLAN* en una sola ruta física. Para soportar la función en *ISL*, cada dispositivo conectado debe estar configurado como *ISL*. Un dispositivo no *ISL* que reciba tramas *ethernet* encapsuladas con *ISL*, probablemente las considerará como errores del protocolo, debido al formato y el tamaño de las mismas.

Si se considera que se tendrán puntos de acceso inalámbricos, donde se dará acceso a personal externo, un encapsulamiento *ISL* entre *switches* nos permite un grado mayor de seguridad al no poder detectar información por considerarla errónea, si no se tiene configurado ese tipo de encapsulamiento.

Debido a estas condiciones, el encapsulamiento a utilizar será el *ISL*, que a su vez es patente de *Cisco*.

4.2.5. Diseño de los puntos de acceso inalámbricos

Los puntos de acceso inalámbricos están considerados dentro de la capa de acceso en el modelo jerárquico (según se observa en la figura 2.7), y básicamente están integrados por:

- Equipos de punto de acceso inalámbrico
- Antenas
- Área de cobertura

Equipos de punto de acceso inalámbrico. Son aquellos equipos que tienen la capacidad de concentrar los enlaces inalámbricos con los equipos que requieren servicio y a su vez poder transmitirlos por la red existente (básicamente, su función es de conversión de medios físicos).

Antenas. Aunque la antena es un elemento relativamente sencillo en concepto, existen tipos y/o arreglos que permiten generar patrones de transmisión bien definidos, con el objetivo de mejorar la eficiencia en la transmisión y por lo tanto presentar un menor consumo de potencia. En los puntos de acceso inalámbricos se utilizan diferentes tipos de antenas, dependiendo de las características del edificio u oficinas donde serán empleados enlaces inalámbricos. La antena que es generalmente utilizada se conoce como antena dipolar, la cual tiene un rango de frecuencia desde los 2,402 hasta los 2,495 MHz. La polarización de esta antena se considera vertical aunque, por concepto esta antena tiene cierto grado de movilidad, que afectará el grado de polarización dependiendo la posición a utilizar. Esta antena está mostrada en la figura 4.13.

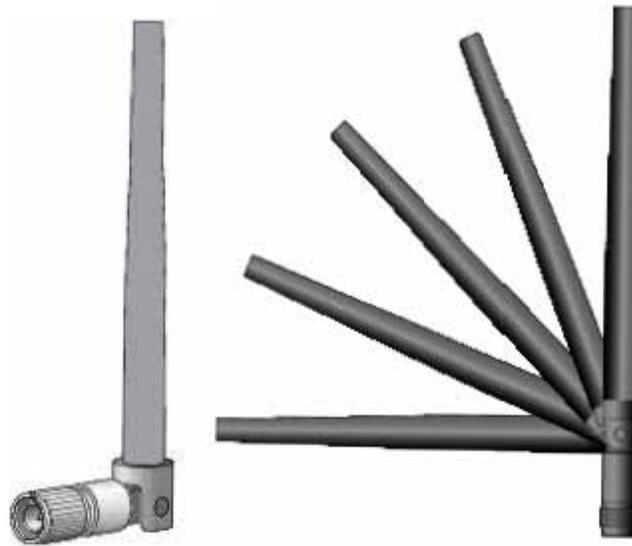


Figura 4.13. Antena dipolar.

Este tipo de antenas tiene un patrón de radiación bien definido, que permite manejar el vínculo entre equipos sin tener que preocuparse de la orientación de las antenas. Este tipo de patrón definido puede observarse en la figura 4.14.

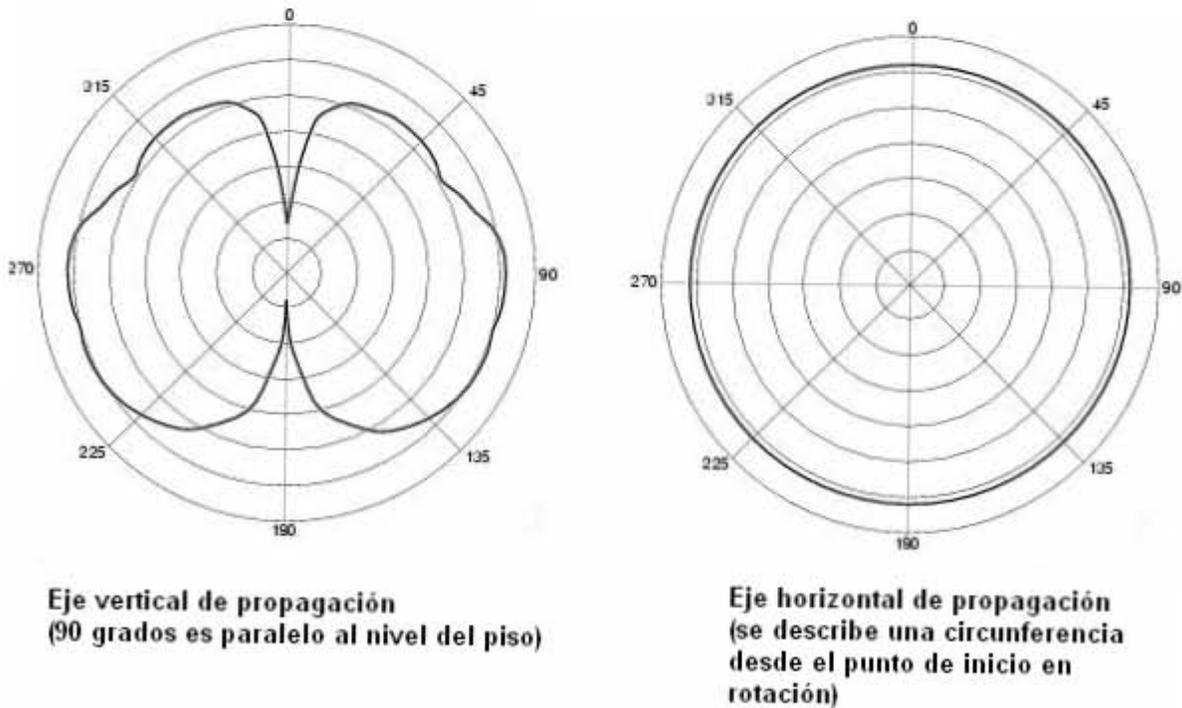


Figura 4.14. Patrones de radiación de antenas dipolares.

Para instalaciones en exteriores, se utiliza el mismo tipo de antena pero en una presentación más protegida, que permita la facilidad de acoplamiento entre antenas (esta es la mejor

cualidad de este tipo de antenas) y a su vez soporte las variaciones del clima. En la figura 4.15 se muestra el tipo de antena dipolar para exteriores.

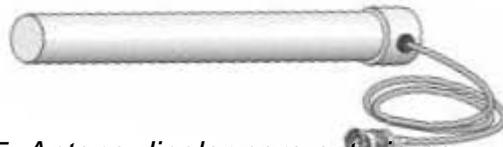


Figura 4.15. Antena dipolar para exteriores.

Con la aplicación de un tipo de antena definido, también se obtiene un patrón de radiación definido, todo aquello que sea cubierto por este patrón recibe el nombre de área de cobertura.

Área de cobertura. Representa la superficie cubierta por la radiación emanada de las antenas, que permita una transmisión y recepción eficiente.

Los elementos anteriormente mencionados son necesarios y utilizables para cualquier diseño de punto de acceso inalámbrico.

Las áreas que requieren cobertura con puntos de acceso inalámbricos, como ya se mencionó anteriormente, son:

- *Dirección General*
- *Biblioteca*
- *Aulas Enseñanza*
- *Investigaciones A*
- *Investigaciones B*
- *Investigaciones C*
- *Hospitalización*
- *Recepción*
- *Farmacia*
- *Aula Magna*
- *Aulas Investigación y Enseñanza*
- *Residencia Médica*
- *Psiquiatría*
- *Compras*

Para poder determinar el patrón de radiación de una antena, se deben utilizar equipos de medición sumamente complejos y especializados, por lo que se deberán utilizar métodos alternos. Para lograr este objetivo, se propone la utilización de una Laptop con tarjeta inalámbrica integrada y un punto de acceso inalámbrico, los cuales serán utilizados para establecer una comunicación y establecer el rango de alcance real de la antena (punto de acceso inalámbrico) frente al receptor (Laptop). Esto se logra mediante una aplicación existente en el sistema operativo *Windows XP*, en el cual al instalar un dispositivo inalámbrico, generando una ventana donde se percibe por medio de una relación numérica desde 0/5 no alcanza el umbral de recepción, hasta 5/5, que tiene el alcance máximo y en perfectas

condiciones. Esta aplicación es interna del sistema operativo y se utiliza sólo para conocer la intensidad de recepción. Si podemos realizar diferentes lecturas se podrá generar un mapa donde se muestre la zona de cobertura, el cual también servirá como patrón de radiación (con respecto al plano de tierra).

Esta opción se puede observar en la siguiente figura 4.16



Figura 4.16. Nivel de recepción de la tarjeta en LapTop.

Una vez que hemos determinado un procedimiento más sencillo y práctico para medir el área de cobertura de las diferentes áreas, se procede a realizar el levantamiento de lecturas en las oficinas. Para referenciar la ubicación de punto de acceso inalámbrico, será referida por sus siglas en inglés AP.

Dirección General / Aulas de enseñanza / Biblioteca. El radio de alcance de 40 metros para áreas cerradas no es suficiente para tener la cobertura en las tres áreas, haciendo una planificación se tiene que para cada área es necesario un punto de acceso inalámbrico que permita tener una cobertura plena, en la figura 4.17 muestra la ubicación propuesta inicial.

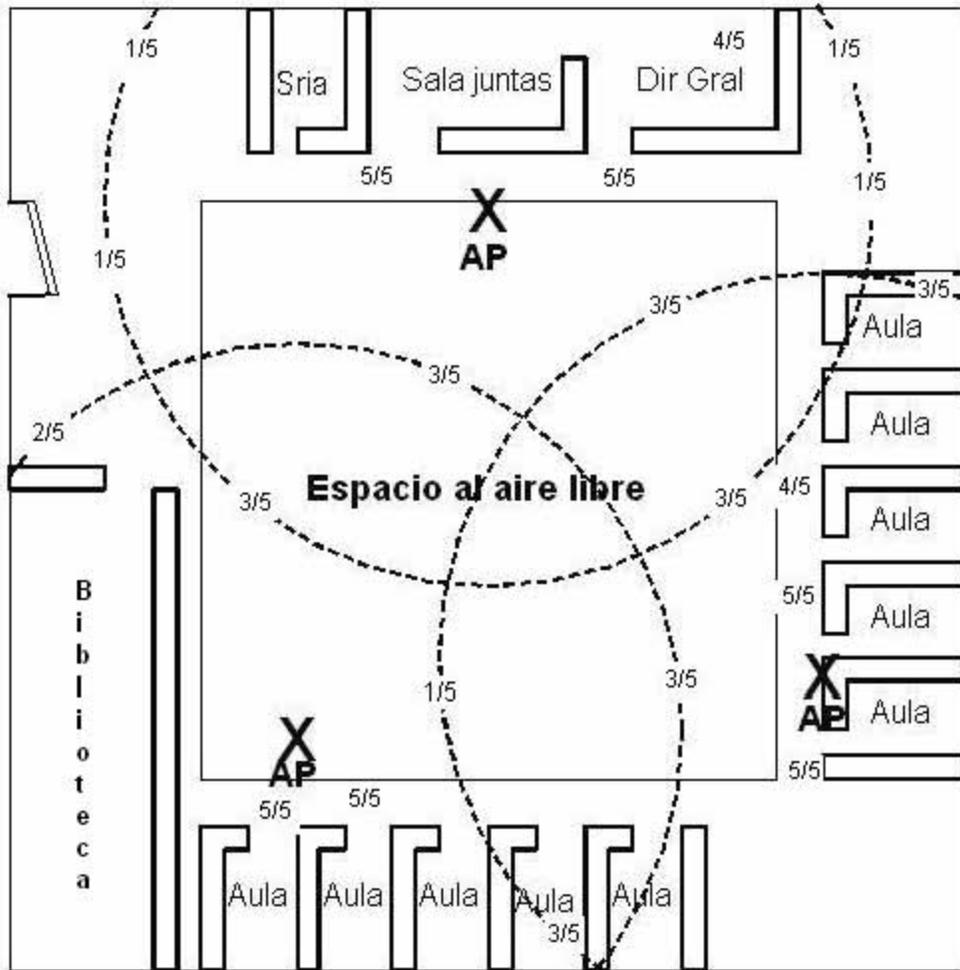


Figura 4.17. Puntos de acceso en el Edificio de Dirección General/Enseñanza/Biblioteca.

Con los tres puntos de acceso inalámbrico se tiene cubierta la zona de *Aulas*, *Biblioteca* y *Dirección General*. Cabe mencionar que la intensidad de recepción mostrada varía ya que el alcance real depende de las características físicas de la construcción.

Investigaciones A. El edificio requiere un punto de acceso inalámbrico en las aulas mencionadas, en la figura 4.18 muestra la ubicación del punto de acceso.

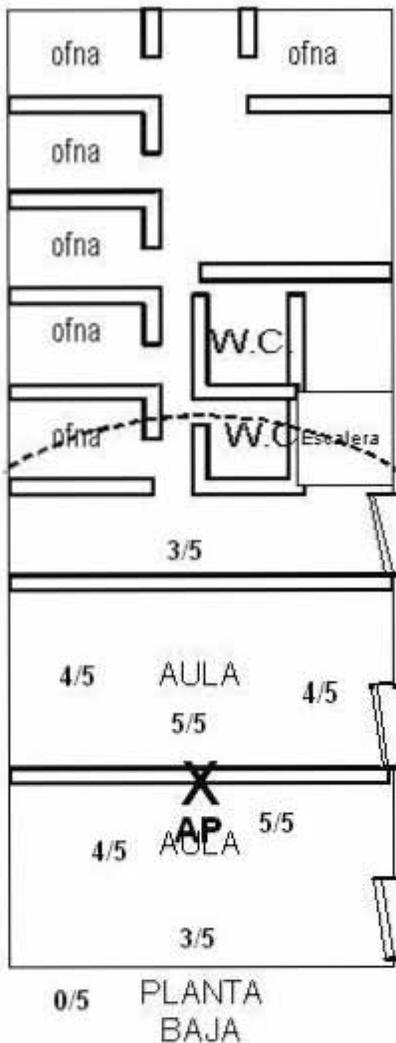


Figura 4.18. Punto de acceso para Investigaciones A.

Las aulas se encuentran en una excelente ubicación, debido a que solamente las separa una pared de tablaroca, lo cual permite el paso de las ondas de radio. El alcance del punto de acceso inalámbrico sobrepasa las extensiones de las aulas, aunque las paredes exteriores las restringen.

Investigaciones B. El área de cobertura está localizada sobre la planta baja, en la figura 4.19 muestra la ubicación del punto de acceso.

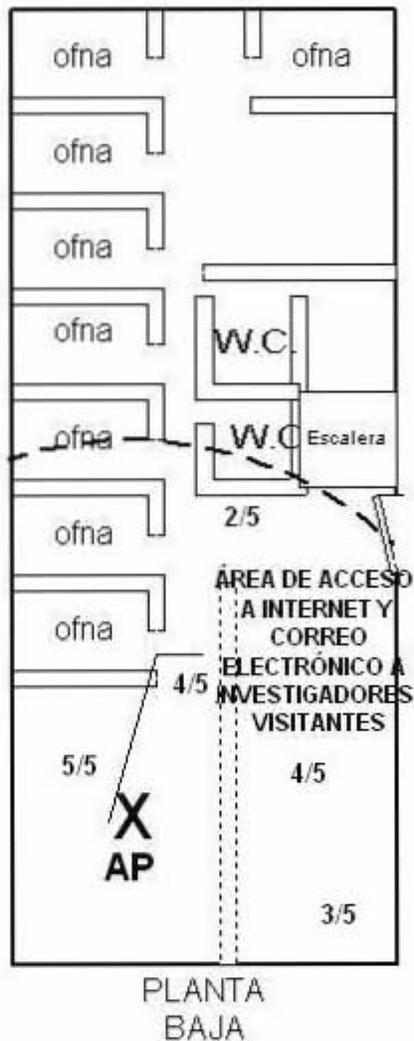


Figura 4.19. Punto de acceso en Investigaciones B.

En la figura se observa la zona de cobertura que tiene el punto de acceso inalámbrico sobre varias oficinas, con un valor agregado, ya que pueden existir conexiones inalámbricas a red en esas oficinas. Las paredes exteriores no permiten el paso hacia el exterior de las ondas radiadas, enfocando la aplicación del punto de acceso.

Investigaciones C. Aunque se requiere solamente cobertura inalámbrica en la *Sala de usos múltiples*, el tamaño de la estructura del edificio permite que la señal sea irradiada completamente, ya que en los extremos más alejados, el nivel de recepción que mostró la laptop de prueba fue de 3/5, ofreciendo como resultado un valor agregado al permitir acceso inalámbrico a la red desde cualquier punto del piso. En la figura 4.20 se puede observar la ubicación donde estará instalado el punto de acceso inalámbrico.

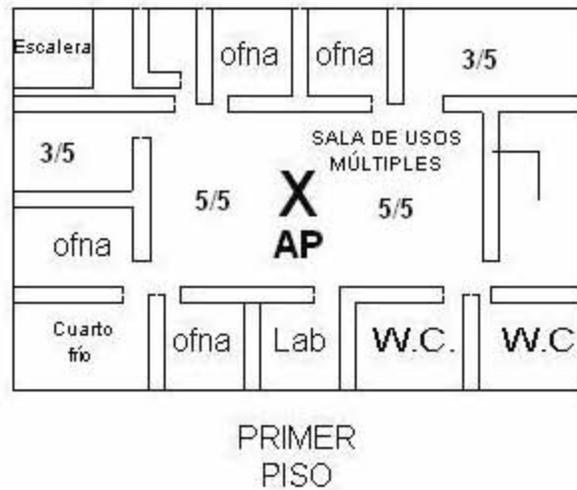


Figura 4.20. Punto de acceso para Investigaciones C.

Hospitalización. Dentro del edificio de Hospitalización se tienen las áreas de *Almacén General* y *Almacén de Farmacia*, los cuales requieren puntos de acceso inalámbricos para permitir el proceso de levantamiento de inventarios de una manera eficiente, la figura 4.21 muestra la ubicación de los puntos de acceso.

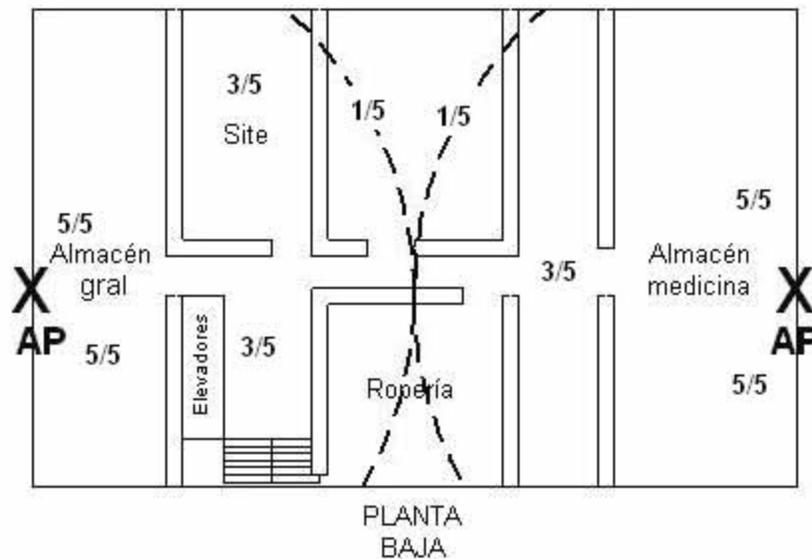


Figura 4.21. Puntos de acceso para Hospitalización.

En la figura observamos la aplicación de dos puntos de acceso inalámbrico, requiriendo uno por zona de cobertura, las paredes internas son de construcción muy sólida, lo que dificulta que las ondas viajen por dentro del edificio.

Recepción. La zona de cobertura necesaria para proporcionar servicios de *Internet* a esta área se muestra en la figura 4.22.

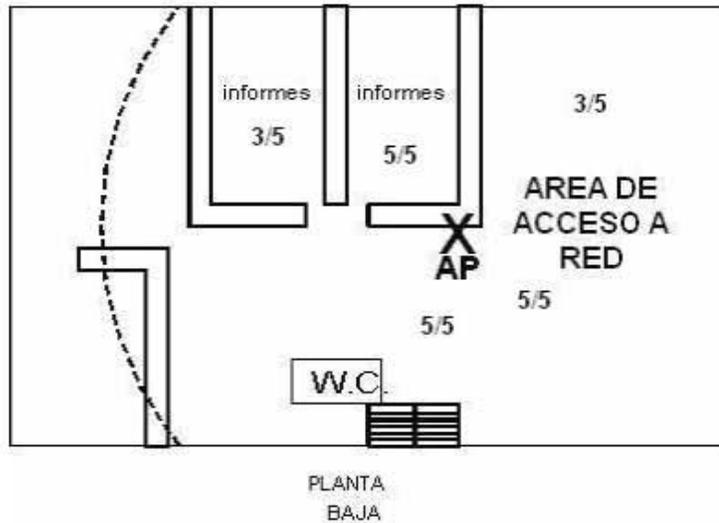


Figura 4.22. Punto de acceso para Recepción.

En la figura se observa que se tiene una perfecta cobertura para el área de acceso a red, proporcionando adicionalmente servicio de red inalámbrico al área de informes.

Farmacia. La farmacia necesita al igual que el edificio de *Hospitalización* de un punto de acceso inalámbrico, que permita un manejo de inventarios más eficiente y práctico, éste se realizará por medio de lectoras inalámbricas con conexión a red, la ubicación de éste se encuentra en el diagrama de la figura 4.23.

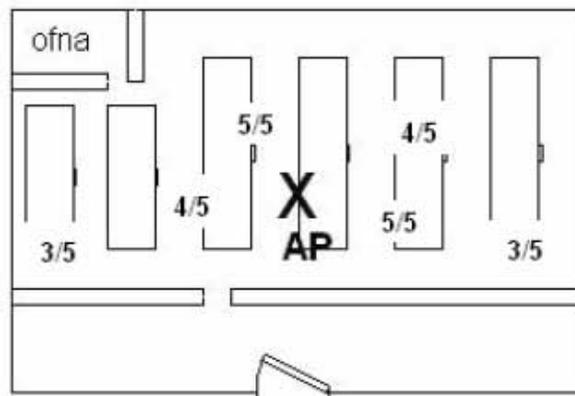


Figura 4.23. Punto de acceso para Farmacia.

En la figura observamos que por la extensión de la planta de la *Farmacia*, es posible con un punto de acceso inalámbrico cubrir toda esa área, proporcionando servicios también a la oficina.

Aula Magna. Esta área requiere de un punto de acceso inalámbrico, que proporcione a los usuarios servicios de *internet* y *correo electrónico*. En esta sala se realizan los eventos académicos y de investigación más importantes para la Institución Hospitalaria.

En la figura 4.24 se muestra la ubicación propuesta

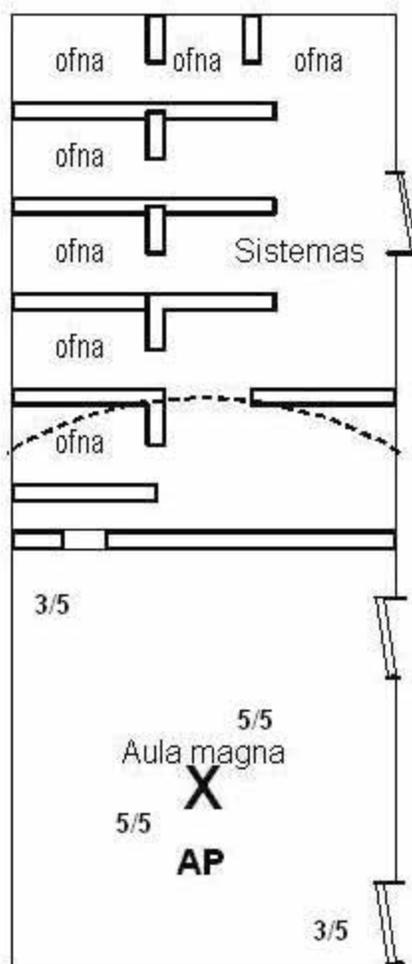


Figura 4.24. Punto de acceso inalámbrico para Aula Magna.

Esta área tiene una estructura rígida exterior y no tiene ningún muro en su interior, ofreciendo una excelente área de cobertura.

Aulas de Investigación y Enseñanza. Esta área requiere de un punto de acceso inalámbrico, se considera colocar dicho punto de acceso en el centro del edificio, para que la cobertura sea general. Por las dimensiones del edificio, es fácil irradiar la señal hacia todas las partes de las aulas. En a figura 4.25 se muestra la posición del punto de acceso.

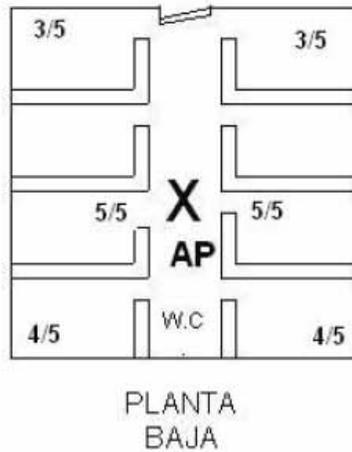


Figura 4.25. Punto de acceso para Aulas de Investigación y Enseñanza.

Los muros internos están constituidos por tablaroca, de tal forma que permite la radiación de las ondas a través de ellos y mantener una cobertura en la planta baja.

Residencia Médica. Las dimensiones del piso no permiten la cobertura con un solo punto de acceso inalámbrico, por ser antenas dipolares, éstas se colocan sobre el eje longitudinal, de tal forma que permitan la cobertura. En la figura 4.26 se muestra la ubicación de estos puntos de acceso inalámbrico propuestos.

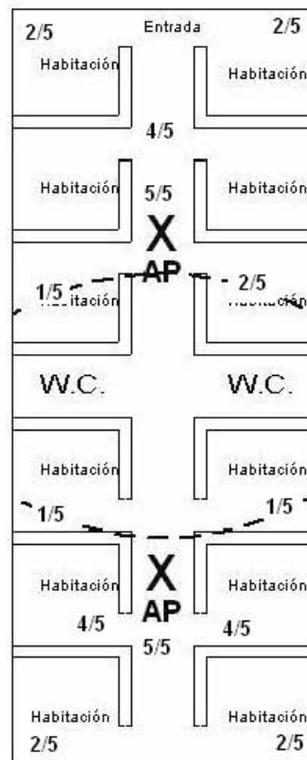


Figura 4.26. Punto de acceso para Residencia Médica.

Psiquiatría. Este edificio está constituido por dos pisos que requieren puntos de acceso inalámbrico, de tal forma que puedan tener conectividad en todo el edificio. La figura 4.27 muestra la ubicación de los puntos de acceso inalámbrico propuestos.

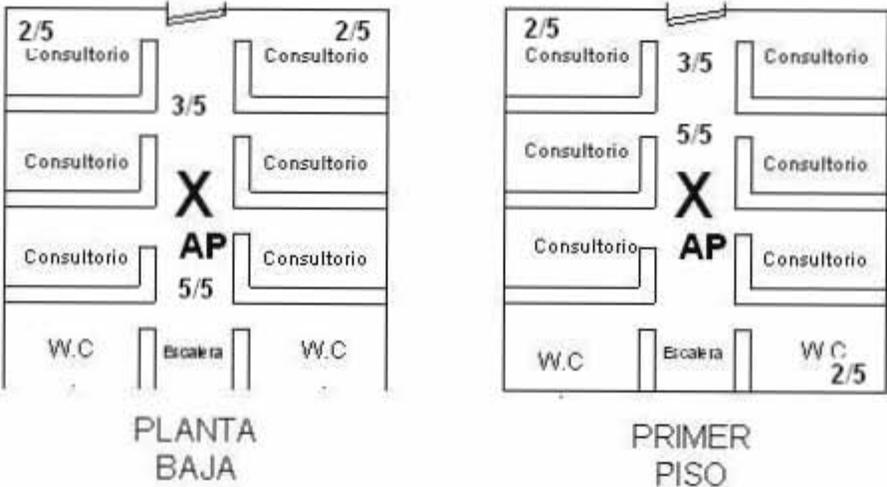


Figura 4.27. Puntos de acceso para Psiquiatría.

Por la distribución del edificio, es necesario colocar un punto de acceso inalámbrico por cada piso, ya que cada uno de éstos posee un ángulo de radiación vertical de 75°, según la gráfica 4.14 mostrada anteriormente.

Compras. Este edificio tiene solamente un piso, la figura 4.28 muestra la posición donde estará ubicado el punto de acceso inalámbrico.

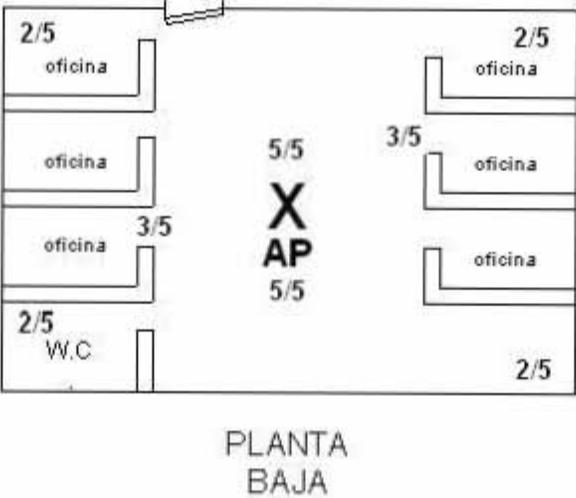


Figura 4.28. Punto de acceso inalámbrico para Compras.

Las dimensiones del edificio permiten que un solo punto de acceso inalámbrico brinde acceso a la red.

Una vez que se han obtenido los requerimientos en cada una de las redes existentes, comparado las posibles soluciones y obtenido el resultado con el cual nos basamos para tomar la decisión de optar por la tecnología inalámbrica, estableceremos en el capítulo siguiente la instalación física de la solución, considerando todos los parámetros relacionados con la instalación, configuración y puesta a punto de la solución inalámbrica.

CAPÍTULO 5

Implementación de la red

En el presente capítulo se describen los pasos para instalar la red inalámbrica, tanto para redes de área local como enlaces entre edificios. Entre las principales actividades se realizarán: la configuración de los equipos y la instalación, las pruebas de conectividad y su puesta en operación.

5.1 Configuración de los equipos de control de la red

Los equipos de control también son conocidos como equipos “activos”, debido a que realizan funciones de control de flujo de información principalmente, por lo que así serán referidos los equipos *switches* y ruteador. Estos equipos deben manejar la información de una manera efectiva y rápida, de tal forma que para comunicarse entre ellos emplean conexiones a través de *trunking*.

5.1.1 Configuración del *trunking*

Los equipos *switches* estarán configurados con un puerto de *trunking* para recibir la señalización de todas las *VLANS*, utilizando para ello el protocolo de comunicación *ISL*.

El esquema de conexión para todos los *switches* se muestra en la figura 5.1. En ella podemos ver la forma de comunicación que hay entre cada una de las 4 *VLANS* a través del *trunking* de los *switches*, la cual permite que agrupar por *VLAN* independientemente que los equipos se ubiquen en *switches* diferentes. La configuración propuesta para la Institución Hospitalaria fue utilizando un esquema de agrupación de 4 *VLANS*.

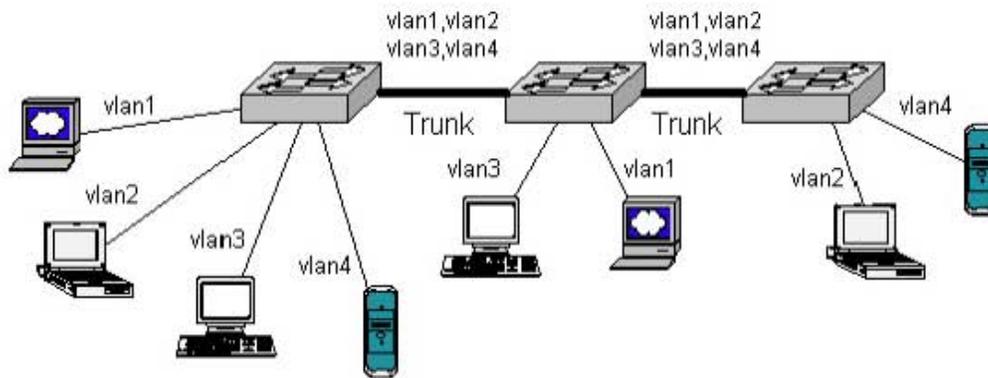


Figura 5.1. Conexión de los switches.

Para mantener un orden en la configuración de los equipos, se ha tomado el puerto 24x como el que utilizará el *trunking*, de tal forma que se sabrá la posición de éste en cualquier *switch*. En caso de requerir algún cascadeo entre *switches* que no requiera *trunking*, se harán a través del puerto número 1 de cada equipo. En casos excepcionales, donde se requieran *trunkings* adicionales, serán utilizados los puertos 23x y en orden descendiente.

La configuración para realizar el *trunking* entre *switches* será la siguiente:

```
...
Interface fastethernet 0/24
Switchport mode trunk
Encapsulation isl
```

...
 Por condiciones de fabricación, el switch viene condicionado a utilizar encapsulamiento *ISL*, de tal forma que sólo es necesario indicar los puertos que serán habilitados como *trunking*. Una vez que se han establecido los *trunking*, se puede asignar a cada puerto la *VLAN* correspondiente. Para fines prácticos sólo se ha expuesto la parte correspondiente de las configuraciones indicadas, en el apéndice B se incluyen las configuraciones completas de los equipos de conmutación.

5.1.2 Asignación de cada *VLAN* para los puertos del *switch*

Una vez que el *switch* reconoce todas las *VLAN* que circulan en la red por medio del enlace *trunking*, sólo es necesario asignar el número de *VLAN* que manejará el puerto correspondiente; se manejará la asignación de *VLAN1* para administración y monitoreo, *VLAN2* para la red de Investigación, *VLAN3* para la red Sihosco y *VLAN4* para la red de Visitantes, que serán asignadas en los puertos *fastethernet* 15,16,17 y 18 respectivamente, como se muestra en la siguiente configuración de ejemplo:

```
...
Interface fastethernet 0/15
Switchport access vlan 1
Description asignación vlan de administración y monitoreo
!
Interface fastethernet 0/16
Switchport access vlan 2
Description asignación vlan de investigaciones
!
```

```

Interface fastethernet 0/17
Switchport access vlan 3
Description asignacion vlan sihosco
!
Interface fastethernet 0/18
Switchport access vlan4
Description asignacion vlan visitantes
!
...

```

Para el caso de monitoreo, se puede establecer en cada *switch* una dirección IP para cada segmento, por lo que se pueden tener varias direcciones IP que apunten al mismo switch en caso de requerirse. Aunque generalmente sólo se asigna una, y por medio del ruteador, se accesa cuando es una Vlan diferente.

Para fines de control, sólo será configurada la *VLAN1*, de tal forma que la configuración será como sigue:

```

...
Interface VLAN 1
Ip address 192.168.1.162 255.255.255.192
!
Ip default-gateway 192.168.1.1
!

```

Adicional a la configuración de los *switches*, es necesario que el ruteador también conozca los segmentos de red, para poder direccionarlos a los destinos que conozca.

5.1.3 Asignación de cada *VLAN* en el ruteador

Para el caso del ruteador, es necesario generar sub-interfaces virtuales, de tal forma que cada subinterfaz tenga un segmento de red diferente. Este procedimiento mantendrá cada segmento sin conexión, y por otro lado, permitirá que el ruteador pueda generar un filtraje de tal forma que se tenga controlado el acceso entre los segmentos. La configuración del ruteador será la siguiente:

```

...
Interface fastethernet 0/0
No shutdown !permite la activación de la interfaz
Interface fastethernet 0/0.1
Encapsulation isl 1
Description subinterfaz virtual para segmento administración y monitoreo
Ip address 192.168.1.1 255.255.255.192
No shutdown !activa de igual forma la subinterfaz

Interface fastethernet 0/0.2
No shutdown
Description subinterfaz virtual para segmento investigaciones
Ip address 192.168.200.1 255.255.255.0

```

No shutdown

Interface fastethernet 0/0.3

No shutdown

Description subinterfaz virtual para segmento sihosco

Ip address 192.168.201.1 255.255.255.0

No shutdown

Interface fastethernet 0/0.4

No shutdown

Description subinterfaz virtual para segmento visitantes

Ip address 192.168.202.1 255.255.255.0

No shutdown

!

!

5.1.4 Configuración de los puntos de acceso inalámbricos

La configuración de los puntos de acceso inalámbricos se realizaran mediante una asignación de direcciones IP, de tal forma que puedan ser configurables y monitoreables desde cualquier punto de la red, siempre y cuando se tengan los permisos correspondientes. En seguida mostramos diferentes pantallas de configuraciones que son necesarias para los puntos de accesos inalámbricos.

De fábrica se cuenta con una herramienta que permite realizar la configuración de los parámetros para realizar la conexión inalámbrica, en la Figura 5.2 se muestra la pantalla desde donde se puede acceder a esta herramienta.



Figura 5.2. Configuración por servidor web.

En esta herramienta se pueden configurar los siguientes parámetros, para establecer la conexión inalámbrica entre los clientes y el punto de acceso inalámbrico: servidor de dominio de nombres, configuración de las opciones de radio, configuración de puertos de radio, configuración de tiempo en el punto de acceso, configuración de usuarios en el punto de acceso, configuración de opciones de encriptación básica, configuración de cuentas de acceso a la red, configuración de redundancia, monitoreo del puerto de red y notificación de eventos.

Servidor de dominio de nombres. Es la configuración que permite dirigir las solicitudes de direccionamiento para acceso a Internet (la resolución de nombres en direcciones IP). El servidor de dominio de nombres se configura mediante la pantalla que se muestra en la figura 5.3.

The screenshot shows a configuration window for DNS. At the top, there are 'Map' and 'Help' buttons and an 'Uptime: 02:32:22' indicator. The 'Domain Name System (DNS)' is set to 'Enabled'. The 'Default Domain' is 'gateway.2wire.net' and the 'Current Domain' is 'company.com'. Under 'Domain Name Servers', there are two columns: 'Default' and 'Current'. The 'Default' column has three entries: '1. 200.33.146.201', '2.', and '3.'. The 'Current' column has two entries: '209.165.200.229' and '209.165.200.240'. The 'Domain Suffix' is 'gateway.2wire.net'. At the bottom, there are 'Apply', 'OK', 'Cancel', and 'Restore Defaults' buttons.

Figura 5.3. Configuración de servidor de nombres.

Configuración de las opciones de radio. Mediante la pantalla de la figura 5.4 se configuran las opciones de asignación de canales (para evitar que se traslapen dos puntos de acceso inalámbrico, se usa un canal diferente lo cual permite que exista una transparencia al momento de hacer la conexión y evitar que se pierda la referencia del punto de acceso con el cual se tiene la conexión).

The screenshot shows a 'Service Set Summary Status' configuration window. At the top, there are navigation buttons: 'Home', 'Map', 'Network', 'Associations', 'Setup', 'Logs', and 'Help', along with an 'Uptime: 13 days, 17:41:13' indicator. The 'Device' is 'Root Radio'. The 'SSID for use by Infrastructure Stations (such as Repeaters):' is '0'. The 'Disallow Infrastructure Stations on any other SSID:' is set to 'no'. There is a 'Service Set ID(SSID):' field with an 'Add New' button. Under 'Existing SSIDs:', there is a list containing '[0] repeatermania(primary)'. To the right of the list are 'Edit' and 'Remove' buttons. At the bottom, there are 'Apply', 'OK', 'Cancel', and 'RestoreAll' buttons.

Figura 5.4. Pantalla de configuración de radio.

Configuración de puertos de radio. En esta pantalla se configuran las opciones relacionadas con SSID y con velocidad de comunicación. La figura 5.5 muestra la pantalla de configuración de puertos de radio.

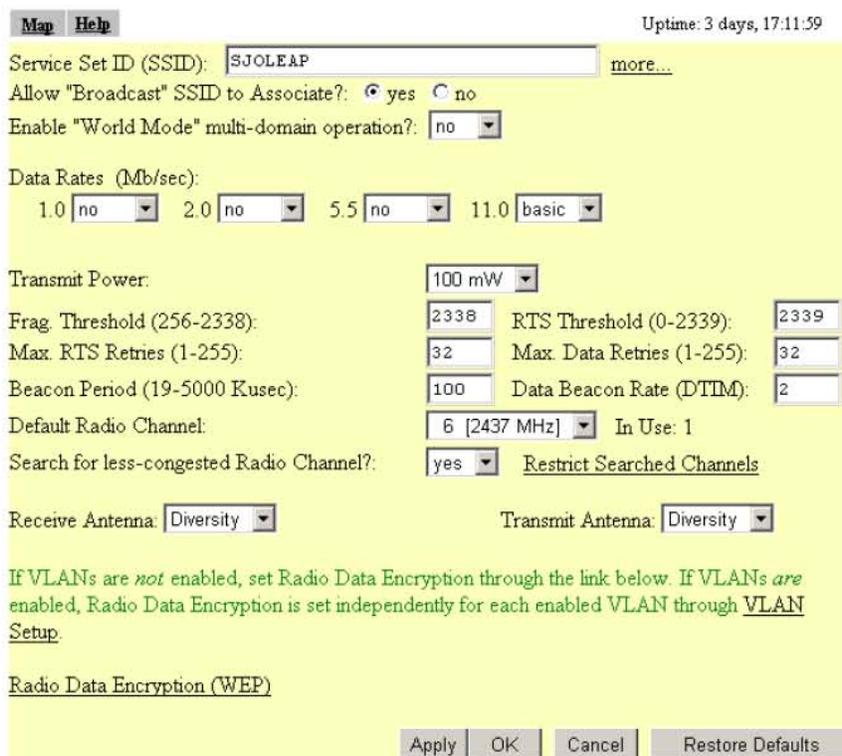


Figura 5.5. Configuración de los puertos de radio.

Configuración de hora y fecha en el punto de acceso. Mediante la pantalla mostrada en la figura 5.6, se configura la temporización correcta del equipo.



Figura 5.6. Configuración de la hora en el equipo.

Configuración de usuarios en el punto de acceso. El punto de acceso inalámbrico permite que varios administradores puedan introducir y modificar configuraciones. Se pueden establecer niveles de acceso y control, la figura 5.7 muestra esta pantalla. Los usuarios son exclusivamente para administrar y monitorear el punto de acceso inalámbrico, no tienen

relación con los usuarios que se utilizan para el acceso a la red (o a algún recurso dentro de ella).

User Name	Write	SNMP	Ident	Firmware	Admin
rortizb	x	x			x
mcmartinez	x		x	x	x

Figura 5.7. Configuración de usuarios administrativos.

Configuración de opciones de encriptación básica. En esta opción se le indica al punto de acceso inalámbrico que se puede introducir una clave llave, con la cual se genera un proceso aleatorio que encripta la información de tal forma que si un equipo extraño intenta obtener información, éste sólo obtendrá datos cifrados que no podrá acceder fácilmente

La opción de acceso se realiza mediante otra opción, la cual permite declarar la o las diferentes llaves de encriptación, la figura 5.8 muestra esta pantalla:

Uptime: 1 day, 06:32:43

If VLANs are *not* enabled, set Radio Data Encryption on this page. If VLANs are enabled, Radio Data Encryption is set independently for each enabled VLAN through [VLAN Setup](#).

Use of Data Encryption by Stations is: Not Available
Must set an Encryption Key or enable Broadcast Key Rotation first

Accept Authentication Type: Open Shared Network-EAP
 Require EAP:

Transmit With Key	Encryption Key	Key Size
WEP Key 1: -	<input type="text"/>	not set ▼
WEP Key 2: -	<input type="text"/>	not set ▼
WEP Key 3: -	<input type="text"/>	not set ▼
WEP Key 4: -	<input type="text"/>	not set ▼

Enter 40-bit WEP keys as 10 hexadecimal digits (0-9, a-f, or A-F).
 Enter 128-bit WEP keys as 26 hexadecimal digits (0-9, a-f, or A-F).
 This radio supports Encryption for all Data Rates.

Apply OK Cancel Restore Defaults

Figura 5.8. Configurando la llave de encriptación.

El uso de este tipo de cifrado se considera poco confiable, se genera una llave de 40 bits de longitud que equivalen a 10 caracteres hexadecimales.

Configuración de cuentas de acceso a la red. Cuando se utiliza algún servidor que valida el acceso (llámese servidor *Radius*, por ejemplo), se requiere de una validación que permita a su vez la autorización del uso del servicio para usuarios autorizados. La figura 5.9 muestra esta opción.

Map Help Uptime: 1 day, 22:30:15

Enable accounting: Enabled Disabled

Enable delaying to report STOP: Enabled Disabled

Minimum delay time to report STOP (sec):

Server Name/IP	Server Type	Port	Shared Secret	Retran Int (sec)	Max Retran	Enable Update	Update Delay (sec)
<input type="text"/>	None	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>
Use accounting server for: <input type="checkbox"/> EAP authentication <input type="checkbox"/> non-EAP authentication							
<input type="text"/>	None	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>
Use accounting server for: <input type="checkbox"/> EAP authentication <input type="checkbox"/> non-EAP authentication							
<input type="text"/>	None	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>
Use accounting server for: <input type="checkbox"/> EAP authentication <input type="checkbox"/> non-EAP authentication							
<input type="text"/>	None	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>
Use accounting server for: <input type="checkbox"/> EAP authentication <input type="checkbox"/> non-EAP authentication							

Apply OK Cancel Restore Defaults

Figura 5.9. Configuración de cuentas para Radius.

Configuración de redundancia. En esta opción se habilita al punto de acceso inalámbrico a trabajar con un “espejo”, el cual está listo para tomar la función de comunicación una vez que no recibe comunicación del punto de acceso principal, la figura 5.10 muestra esta pantalla.

Map Help Uptime: 03:19:04

Service Set ID (SSID):

MAC Address For the Monitored AP:

Polling Frequency: (Seconds)

Timeout For Each Polling: (Seconds)

Current Status: Hot Standby is not running.

Start Hot Standby Mode STOP Hot Standby Mode

Apply OK Cancel Restore Defaults

Figura 5.10. Configuración de redundancia.

Monitoreo del puerto de red. Esta opción permite revisar las estadísticas de transmisión / recepción de paquetes de información, que a su vez muestran indicadores de efectividad y eficiencia, estas estadísticas están mostradas en la figura 5.11.

Network Diagnostics

Home Map Network Associations Setup Logs Help Uptime: 4 days, 23:27:31			
Name	Ethernet*	Root Radio	Bridge:BR350 West
Status	Up	Up	Up
Max. Mb/s	100.0	11.0	11.0
IP Addr.	192.168.1.28	192.168.1.28	192.168.1.28
MAC Addr.	00409631535e	00409631535e	00409631535e
Radio SSID	bridge		
Receive			
unicast pkts.	33477	1043	114
multicast pkts.	948580	0	589
total bytes	48992558	156555	131190
errors	0	0	0
discards	0	0	0
forwardable pkts.	132981	39171	130
filtered pkts.	0	1303	0
Transmit			
unicast pkts.	45653	1073	117
multicast pkts.	438983	213	773
total bytes	37949231	288969	93564
errors	0	18	0
discards	0	0	0
forwarded pkts.	524980	51601	240

Figura 5.11. Estadísticas del puerto de red.

Notificación de eventos. Esta opción permite configurar ciertos centinelas que estarán pendientes de cualquier evento que reporte alguna anomalía, por ejemplo, la pérdida de señal en la antena. Estas opciones son configuradas en la pantalla que está mostrada en la figura 5.12.

[Map](#) | [Help](#)
Uptime: 1 day, 04:43:03

Disposition of Events (by Severity Level)	Total Events
System Fatal	0
Protocol Fatal	0
Network Port Fatal	0
System Alert	0
Protocol Alert	0
Network Port Alert	0
External Alert	0
System Warning	0
Protocol Warning	0
Network Port Warning	0
External Warning	0
System Information	0
Protocol Information	0
Network Port Information	87
External Information	0

Handle Alerts as Severity Level External Information ▾

Maximum number of bytes stored per Alert packet

Maximum memory reserved for Detailed Event Trace Buffer (bytes)

Download Detailed Event Trace Buffer [Headers Only](#) | [All Data](#)

Clear Alert Statistics
Purge Trace Buffer

Figura 5.12. Configuración de centinelas.

Una vez que son configurados los centinelas, se pueden recibir estadísticas que son configuradas en la pantalla que está mostrada en la figura 5.13

Event Log additional display filters		
Time	Severity	Description
03:25:21	Info	Station rortizb Associated
03:25:23	Info	Station mcmartinez Associated
03:26:08	Info	Station rortizb Disconnected
03:26:08	Info	Station mcmartinez Disconnected

Figura 5.13. Configuración para recepción de estadísticas.

5.2 Instalación física de los puntos de acceso inalámbricos

Una vez que los equipos de conmutación y puntos de acceso inalámbricos ya han sido configurados, se procede a realizar la instalación de cada uno de ellos. Debido a que para tener un antecedente de la zona de cobertura de cada punto de acceso inalámbrico se realizaron anteriormente mediciones de actividad inalámbrica, se ha garantizado de antemano el funcionamiento correcto entre tarjetas inalámbricas y puntos de acceso inalámbrico, esto nos lleva a realizar pruebas de conectividad entre todos los equipos de conmutación y puntos de acceso inalámbrico en la red. Se ha escogido la superficie superior de los techos falsos para proteger el acceso a los puntos de acceso inalámbricos y de esta forma, también reducir totalmente el impacto visual que puedan tener estos equipos sobre la arquitectura de las instalaciones de la Institución Hospitalaria.

La figura 5.14 muestra la ubicación del punto de acceso inalámbrico que se instaló sobre el techo de plafón falso de la Dirección General/Enseñanza/Biblioteca. En la figura se puede ver el punto de acceso antes de que se colocaran los paneles del techo falso.



Figura 5.14. Instalación en Dirección General/Enseñanza/Biblioteca (Sala de juntas).

Una vez realizada la colocación del punto para acceso inalámbrico, este se energiza y se conecta a la red. Una vez cubierto el techo debidamente, se redujo en un 100 % el impacto visual a la arquitectura del lugar, y por las características de las paredes y techos artificiales, se puede irradiar la señal del punto de acceso inalámbrico a las zonas previstas logrando tener la conectividad inalámbrica esperada.

Como podemos observar en la figura 5.15, en el edificio de Dirección General/Enseñanza/Biblioteca existen tres puntos para acceso inalámbrico, para evitar cualquier interferencia entre dichos puntos, fueron asignados canales de comunicación diferentes, utilizando el canal 1 para la Dirección General, el canal 6 para la Biblioteca y el canal 11 para Enseñanza. Al utilizar estos canales la interferencia desaparece, siendo transparente la comunicación en cada zona de cobertura.

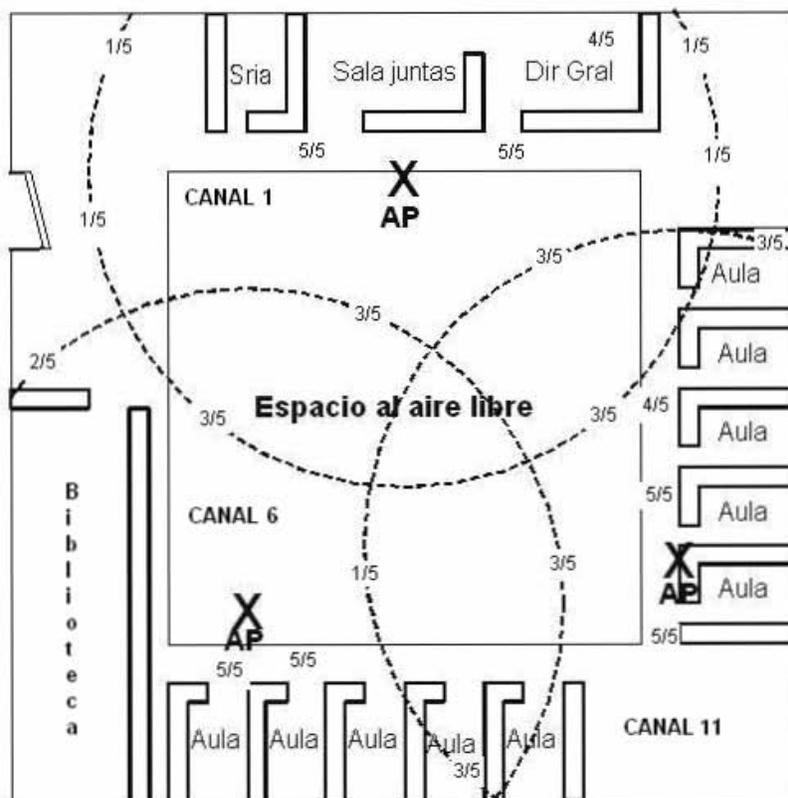


Figura 5.15. Ubicación Puntos de acceso inalámbricos.

Una vez que los equipos de acceso inalámbricos han sido instalados en el edificio, se observa que el impacto visual ha sido completamente eliminado, permitiendo mantener la armonía visual. La figura 5.16 muestra una toma parcial de la Sala de juntas de la Dirección General/Enseñanza/Biblioteca.



Figura 5.16. Instalación final de tipo oculto.

En el caso de la instalación de los equipos de acceso inalámbricos que serán utilizados como puente para los enlaces inalámbricos entre edificios, estos se ubicaron en conjunto con los equipos de conmutación, debido a que las antenas fueron instaladas separadamente en la parte superior de cada edificio.

La instalación de las antenas exteriores fue una actividad realizada directamente por personal asignado del área de Ingeniería y Servicios Generales, debido a que la Dirección General consideró que en esta actividad existía riesgo y peligro para nosotros en el proceso de instalación. En la figura 5.17 se aprecia una antena exterior ya conectada en el edificio de Psiquiatría.



Figura 5.17. Antena exterior inalámbrica ya instalada.

Un ejemplo de la instalación del equipo de acceso inalámbrico en modalidad de puente se puede observar la figura 5.18.



Figura 5.18. Punto de acceso inalámbrico en modo puente.

Una vez que los diferentes equipos de acceso inalámbrico han sido instalados, así como las antenas exteriores para los enlaces entre edificios, el siguiente paso a seguir es realizar las pruebas de conectividad, que nos garantice que la red está operando sin problema alguno.

5.3 Pruebas de conectividad

Para realizar las pruebas de conectividad, es necesario asignar una dirección *IP* a cada equipo de conmutación y punto de acceso inalámbrico, de tal forma que sea posible acceder remotamente al equipo, o bien, simplemente realizar pruebas de tiempo de respuesta. La tabla 5.1 muestra la asignación de direcciones *IP* en los equipos de conmutación y puntos de acceso inalámbrico dentro de la Institución Hospitalaria.

DIRECCIÓN IP	NOMBRE	AREA	EQUIPO
192.168.1.1	gw-InvC	Investigaciones C	Ruteador
192.168.1.2	sw-InvC-1	Investigaciones C	Switch
192.168.1.3	sw-InvC-2	Investigaciones C	Switch
192.168.200.2	ap-InvC-1	Investigaciones C	Punto de acceso inalámbrico
192.168.1.5	bp-InvC	Investigaciones C	Punto de acceso inalámbrico - puente
192.168.1.6	sw-InvA-1	Investigaciones A	Switch
192.168.1.7	sw-InvA-2	Investigaciones A	Switch
192.168.200.3	ap-InvA-1	Investigaciones A	Punto de acceso inalámbrico
192.168.1.9	bp-InvA	Investigaciones A	Punto de acceso inalámbrico - puente
192.168.1.10	sw-InvB-1	Investigaciones B	Switch
192.168.1.11	sw-InvB-2	Investigaciones B	Switch
192.168.200.4	ap-InvB-1	Investigaciones B	Punto de acceso inalámbrico
192.168.1.13	sw-Hos-1	Hospitalización	Switch
192.168.1.14	sw-Hos-2	Hospitalización	Switch
192.168.201.2	ap-Hos-1	Hospitalización	Punto de acceso inalámbrico

Tabla 5.1. Asignación de direcciones *IP*. (Continúa)

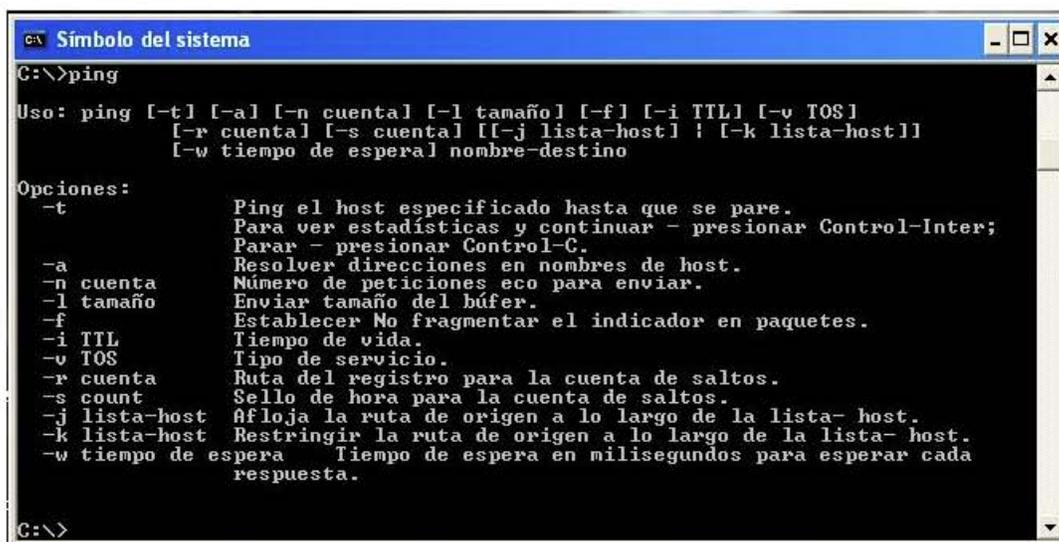
DIRECCIÓN IP	NOMBRE	AREA	EQUIPO
192.168.201.3	ap-Hos-2	Hospitalización	Punto de acceso inalámbrico
192.168.1.17	sw-Rec-1	Recursos Humanos	Switch
192.168.1.18	sw-Rec-2	Recursos Humanos	Switch
192.168.201.4	ap-Rec-1	Recursos Humanos	Punto de acceso inalámbrico
192.168.1.20	bp-Rec-1	Recursos Humanos	Punto de acceso inalámbrico - puente
192.168.1.21	sw-Lab-1	Laboratorio Clínico	Switch
192.168.1.22	sw-Sis-1	Sistemas	Switch
192.168.1.23	sw-Sis-2	Sistemas	Switch
192.168.1.24	bp-Sis-1	Sistemas	Punto de acceso inalámbrico - puente
192.168.201.5	ap-Dir-1	Dirección General	Punto de acceso inalámbrico
192.168.202.2	ap-Dir-2	Biblioteca	Punto de acceso inalámbrico
192.168.202.3	ap-Dir-3	Aulas de Enseñanza	Punto de acceso inalámbrico
192.168.1.28	bp-Dir-1	Dirección General	Punto de acceso inalámbrico - puente
192.168.201.6	ap-Far-1	Farmacia	Punto de acceso inalámbrico
192.168.200.5	ap-AulM-1	Aula Magna	Punto de acceso inalámbrico
192.168.1.30	sw-Dir-1	Dirección General	Switch
192.168.202.4	ap-Aullnv-1	Aulas Investigación y Enseñanza	Punto de acceso inalámbrico
192.168.201.7	ap-Res-1	Residencia Médica	Punto de acceso inalámbrico
192.168.201.8	ap-Res-2	Residencia Médica	Punto de acceso inalámbrico
192.168.1.34	bp-Res-1	Residencia Médica	Punto de acceso inalámbrico - puente
192.168.201.9	ap-Psi-1	Psiquiatría	Punto de acceso inalámbrico
192.168.201.10	ap-Psi-2	Psiquiatría	Punto de acceso inalámbrico
192.168.1.37	bp-Psi-1	Psiquiatría	Punto de acceso inalámbrico - puente
192.168.201.11	ap-Com-1	Compras	Punto de acceso inalámbrico
192.168.1.39	bp-Com-1	Compras	Punto de acceso inalámbrico - puente
192.168.202.5	Ap-Recp-1	Recepción	Punto de acceso inalámbrico

Tabla 5.1. Asignación de direcciones IP.

Para tener la respuesta de cada una de las direcciones asignadas anteriormente, se debe utilizar algún programa o aplicación que nos permita conocer el estado de éstas. Existen muchas opciones comerciales, sin embargo, también existe una aplicación que es inherente al sistema operativo Windows XP, esta herramienta es conocida como *Ping*.

Ping. Es un comando que opera de manera muy simple, sin embargo es de muchísima utilidad. El *ping* se encarga de medir el tiempo desde que se realiza una solicitud de respuesta a algún equipo con dirección IP asignada. Es, en concepto, idéntico al sonar utilizado en las embarcaciones marítimas para conocer, con base en los tiempos de respuesta, las condiciones de su ambiente marino. Los tiempos están indicados en milisegundos. Este comando se utiliza con muchísima frecuencia, ya que al ejecutarse a algún destino conocido, regresa un “eco” de la respuesta, de tal forma que podemos saber cuanto tiempo tarda en

regresar (o comúnmente dicho: responder) a la señal de prueba. En la figura 5.19 mostramos la ejecución de este comando.



```
Simbolo del sistema
C:\>ping

Uso: ping [-t] [-a] [-n cuenta] [-l tamaño] [-f] [-i TTL] [-v IOS]
        [-r cuenta] [-s cuenta] [[-j lista-host] | [-k lista-host]]
        [-w tiempo de espera] nombre-destino

Opciones:
-t          Ping el host especificado hasta que se pare.
            Para ver estadísticas y continuar - presionar Control-Inter;
            Parar - presionar Control-C.
-a          Resolver direcciones en nombres de host.
-n cuenta  Número de peticiones eco para enviar.
-l tamaño  Enviar tamaño del búfer.
-f          Establecer No fragmentar el indicador en paquetes.
-i TTL     Tiempo de vida.
-v IOS     Tipo de servicio.
-r cuenta  Ruta del registro para la cuenta de saltos.
-s count   Sello de hora para la cuenta de saltos.
-j lista-host Afloja la ruta de origen a lo largo de la lista- host.
-k lista-host Restringir la ruta de origen a lo largo de la lista- host.
-w tiempo de espera Tiempo de espera en milisegundos para esperar cada
            respuesta.

C:\>
```

Figura 5.19. Comando Ping.

El hecho de recibir una respuesta negativa, puede ser por varias causas: no encontrarse habilitada la dirección IP destino, o que se pase a través de algún equipo de seguridad que filtre esta respuesta. La figura 5.20 muestra un ejemplo de respuesta negativa.



```
Simbolo del sistema
C:\Documents and Settings\ortizb>ping 192.168.1.1

Haciendo ping a 192.168.1.1 con 32 bytes de datos:

Host de destino inaccesible.
Host de destino inaccesible.
Host de destino inaccesible.
Host de destino inaccesible.

Estadísticas de ping para 192.168.1.1:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 0, perdidos = 4
```

Figura 5.20. Ping regresando una respuesta negativa.

Para la serie de pruebas a realizar, el comando *ping* será utilizado de forma simple, esto es no será introducido ningún parámetro en particular.

Para poder tener la certeza que los equipos están teniendo conectividad, es necesario realizar una prueba mediante *pings* de tal forma que nos permita saber si el equipo con el que queremos establecer las pruebas de conectividad responde.

Se tomará como equipo de prueba cliente una laptop con tarjeta inalámbrica (la misma que ha servido para obtener las áreas de cobertura inalámbrica). A la laptop se le ha asignado la dirección *IP* 192.168.1.106, para obtener respuesta por parte de los equipos de conmutación y puntos de acceso inalámbricos.

Pruebas entre enlaces inalámbricos. Para poder conocer el estado de los enlaces que se han establecido por vínculos inalámbricos, es necesario que a cada equipo de acceso inalámbrico en modalidad puente (de acuerdo a la tabla 5.1 : Investigaciones C, Investigaciones A, Recursos Humanos, Sistemas, Dirección General, Residencia Médica, Psiquiatría y Compras), se le envíe un *ping* para saber si existe en la red. El proceso es muy simple, si existe respuesta, el vínculo existe también. En la figura 5.21 se observa la forma en que se emplea el comando *ping* para confirmar si el enlace entre Compras y Recursos Humanos está activo, donde se utiliza un equipo de prueba el cual genera la petición, es decir de la dirección 192.168.1.106 se generan los *pings* para las direcciones 192.168.1.20 y a 192.168.1.39, es decir Recursos Humanos y Compras, respectivamente.

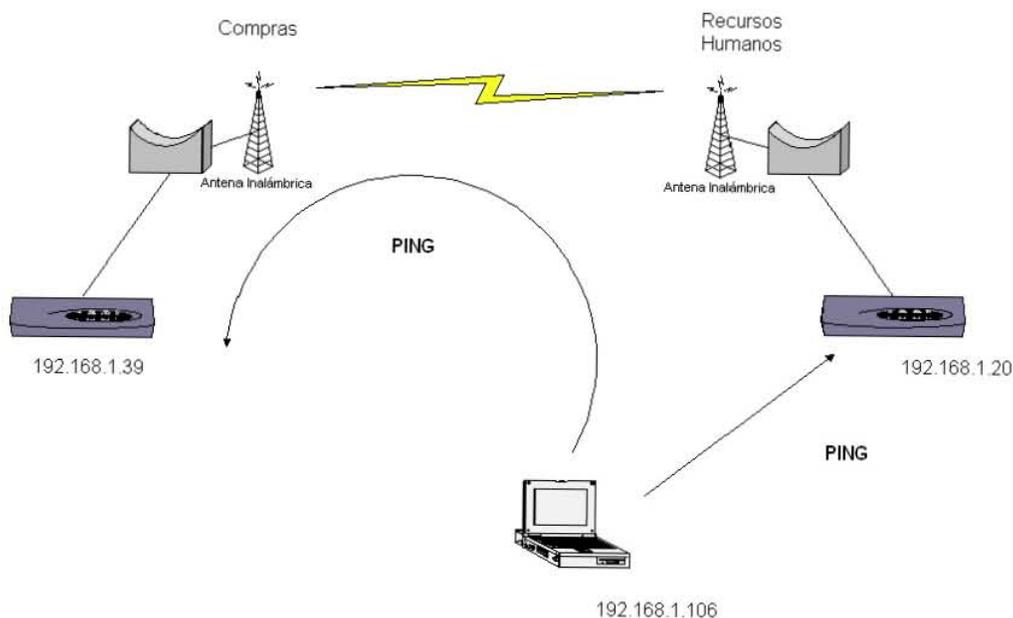


Figura 5.21. Esquema para utilización de un ping.

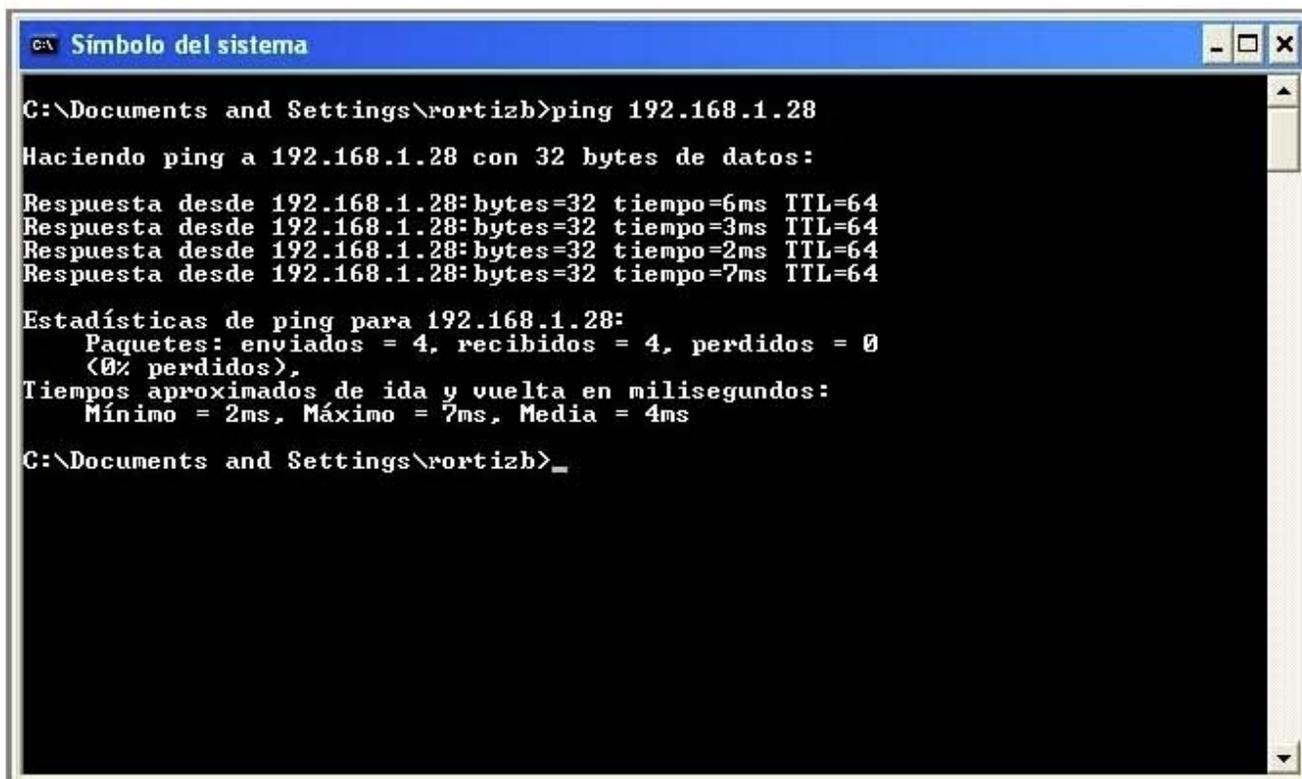
Los enlaces a los que se les probará conectividad, serán los siguientes:

- Residencia Médica – Dirección General
- Psiquiatría – Investigaciones C
- Sistemas – Investigaciones A
- Compras – Recursos Humanos
- Dirección General – Aulas Investigaciones y Enseñanza

Enlace Residencia Médica – Dirección General. Obteniendo las direcciones IP de la tabla 5.1, se procede a realizar los *ping* para generar los tiempos de respuesta en cada punto considerado, del enlace mencionado. Las direcciones asignadas para este enlace son:

Dirección General: 192.168.1.28
Residencia Médica: 192.168.1.34

Realizando la prueba de conectividad con el punto de Dirección General:



```
C:\> Símbolo del sistema
C:\Documents and Settings\portizb>ping 192.168.1.28
Haciendo ping a 192.168.1.28 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.1.28: bytes=32 tiempo=6ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.28: bytes=32 tiempo=3ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.28: bytes=32 tiempo=2ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.28: bytes=32 tiempo=7ms TTL=64
Estadísticas de ping para 192.168.1.28:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
    Mínimo = 2ms, Máximo = 7ms, Media = 4ms
C:\Documents and Settings\portizb>_
```

Figura 5.22. Respuesta desde 192.168.1.28.

El resultado es afirmativo para la prueba en el punto correspondiente a la Dirección General, pues de acuerdo a la figura 5.22, el tiempo de respuesta promedio fue de 4 ms y los paquetes enviados y recibidos fueron 4, sin que hubiera ninguna pérdida; por lo que se considera que la primera parte del enlace está correctamente establecida, ahora es necesario generar un segundo *ping* para conocer el tiempo de respuesta con respecto al punto de Residencia Médica, de tal forma que nos permita conocer el estado completo de ese enlace. El resultado del ping aplicado está mostrado en la figura 5.23:



```
C:\Documents and Settings\rortizb>ping 192.168.1.34
Haciendo ping a 192.168.1.34 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.1.34:bytes=32 tiempo=6ms TTL=64

Estadísticas de ping para 192.168.1.34:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
    Mínimo = 6ms, Máximo = 6ms, Media = 6ms

C:\Documents and Settings\rortizb>_
```

Figura 5.23. Respuesta desde 192.168.1.34.

El resultado indica que si hay respuesta por parte del punto correspondiente a Residencia Médica, por ende el enlace generado en estos puntos existe y se encuentra operable, por lo que se puede concluir que el enlace está trabajando correctamente.

Enlace Psiquiatría – Investigaciones C. Se colocó la laptop para enlazarse al equipo de acceso inalámbrico en *Psiquiatría*, iniciando con un *ping* sobre el equipo mencionado y terminando con un *ping* sobre la punta contraria, la cual se localiza en *Investigaciones C*. Obteniendo las direcciones *IP* de la tabla 5.1, se procede a realizar los *ping* para generar los tiempos de respuesta en cada punto considerado, del enlace mencionado. Las direcciones asignadas para este enlace son:

Psiquiatría:	192.168.1.37
Investigaciones C:	192.168.1.5

Como en las pruebas anteriores, para considerar que el enlace se encuentre bien configurado y sea capaz de transportar información, es necesario que ambas pruebas tengan respuesta afirmativa esto es, que tengan tiempos de respuesta considerables y que los paquetes que se envían y reciben sean iguales. Realizando la prueba de conectividad para el punto correspondiente a *Psiquiatría* tenemos el siguiente resultado mostrado en la figura 5.24:

```
C:\ Símbolo del sistema
C:\Documents and Settings\rortizb>ping 192.168.1.37
Haciendo ping a 192.168.1.37 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.1.37: bytes=32 tiempo=4ms TTL=64
Estadísticas de ping para 192.168.1.37:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
    Mínimo = 4ms, Máximo = 4ms, Media = 4ms
C:\Documents and Settings\rortizb>
```

Figura 5.24. Respuesta desde 192.168.1.37.

Y para el punto correspondiente a Investigaciones C, tenemos la imagen de la figura 5.25:

```
C:\ Símbolo del sistema
C:\Documents and Settings\rortizb>ping 192.168.1.5
Haciendo ping a 192.168.1.5 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.1.5: bytes=32 tiempo=5ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.5: bytes=32 tiempo=6ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.5: bytes=32 tiempo=12ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.5: bytes=32 tiempo=16ms TTL=64
Estadísticas de ping para 192.168.1.5:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
    Mínimo = 5ms, Máximo = 16ms, Media = 9ms
C:\Documents and Settings\rortizb>
```

Figura 5.25. Respuesta desde 192.168.1.5.

Lo que determina que el enlace comprendido entre Psiquiatría e Investigaciones C, está funcionando.

Sistemas – Investigaciones A. Obteniendo las direcciones *IP* de la tabla 5.1, se procede a realizar los *ping* para generar los tiempos de respuesta en cada punto considerado, del enlace mencionado. Las direcciones asignadas para este enlace son:

Sistemas: 192.168.1.24
Investigaciones A: 192.168.1.9

Realizando el envío de *pings* nos arroja el siguiente resultado mostrado en la figura 5.26:

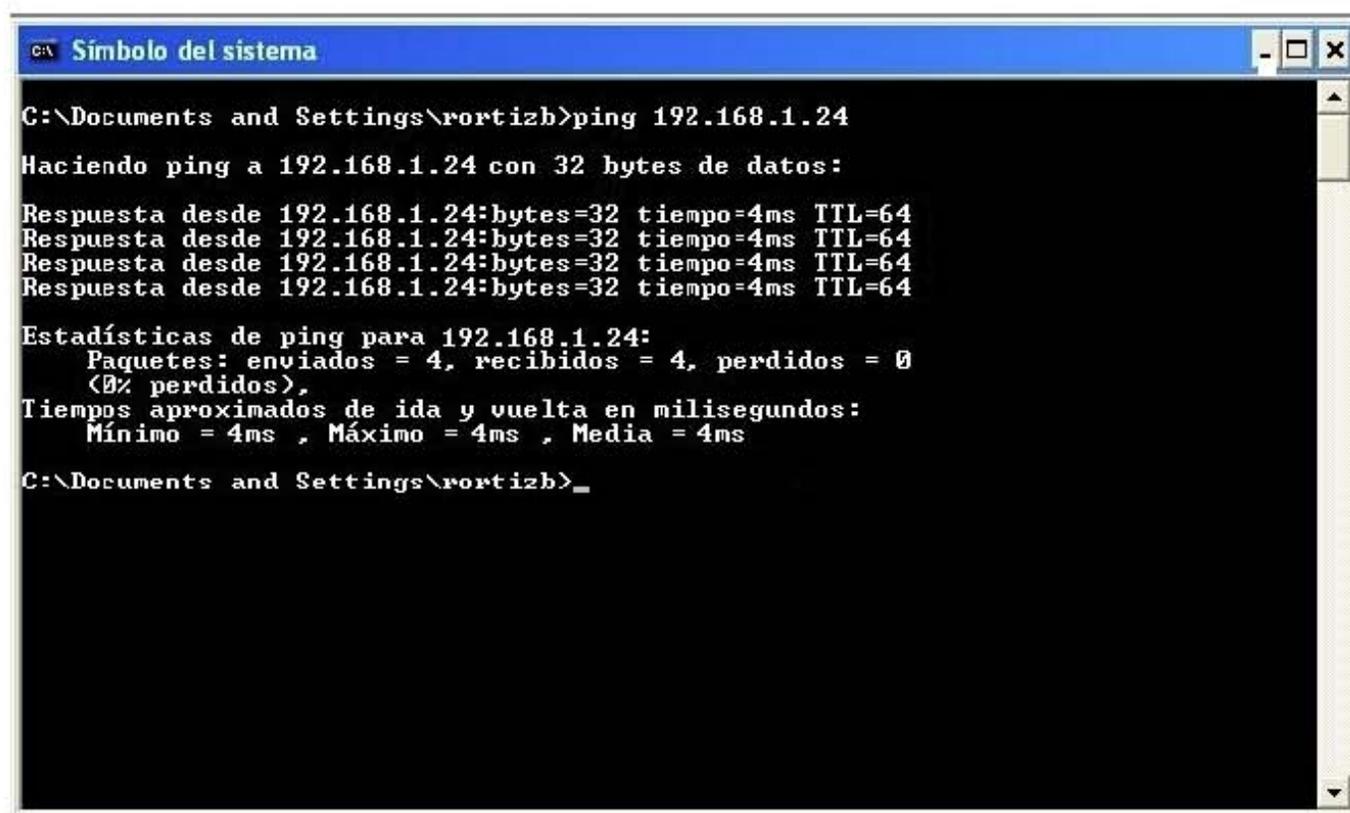
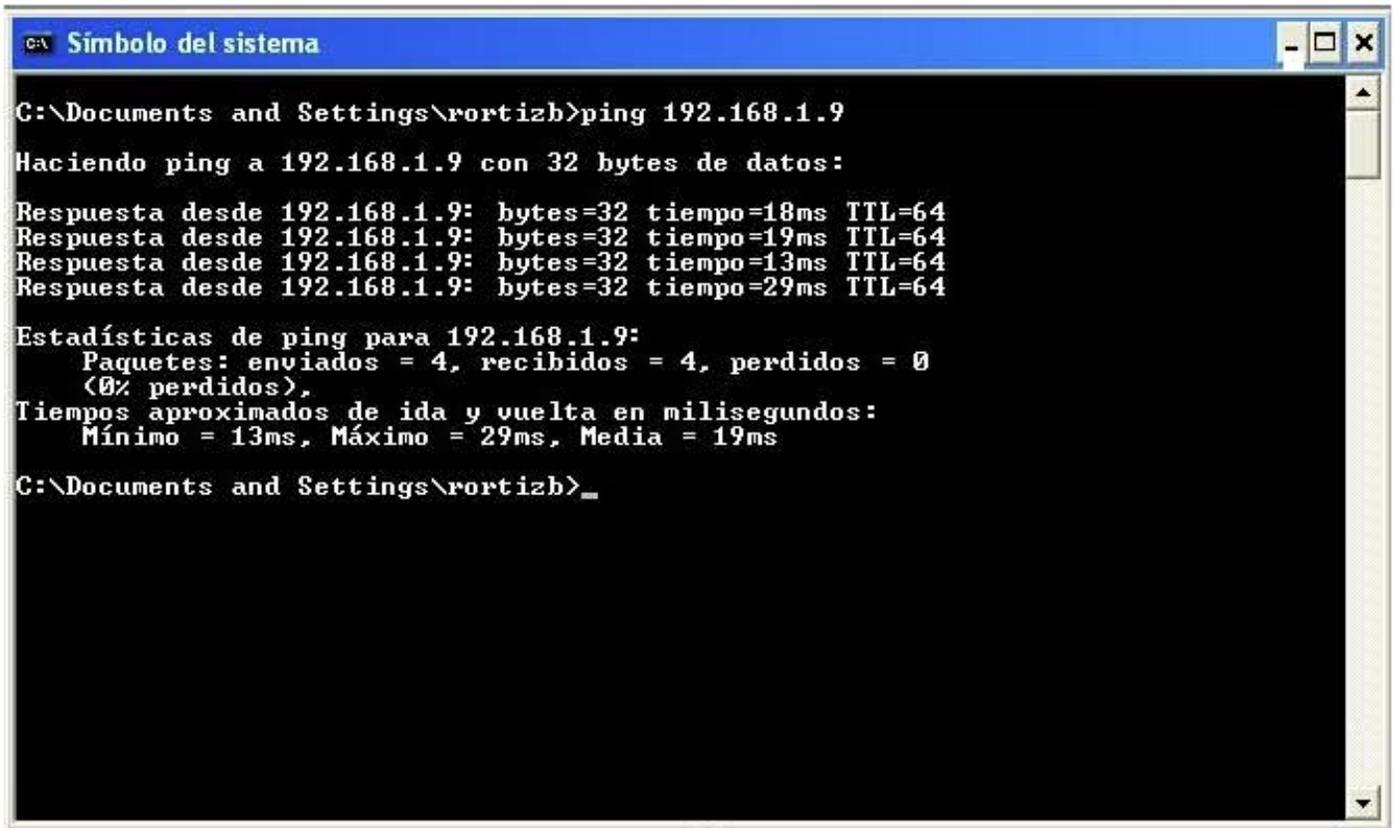


Figura 5.26. Respuesta desde 192.168.1.24.

Lo que indica que esta punta del enlace está respondiendo satisfactoriamente, pues el tiempo promedio es de 19 ms y los paquetes entregados y recibidos son 4, el siguiente paso es realizar la prueba directamente sobre la punta de *Investigaciones A*, de tal forma que podamos conocer ese estado.

Realizando la prueba del *ping* direccionado hacia el punto de *Investigaciones A*, nos entrega el siguiente resultado, que ha sido capturado y se muestra el resultado en la figura 5.27:



```
C:\Documents and Settings\rortizb>ping 192.168.1.9
Haciendo ping a 192.168.1.9 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.1.9: bytes=32 tiempo=18ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.9: bytes=32 tiempo=19ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.9: bytes=32 tiempo=13ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.9: bytes=32 tiempo=29ms TTL=64
Estadísticas de ping para 192.168.1.9:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
    Mínimo = 13ms, Máximo = 29ms, Media = 19ms
C:\Documents and Settings\rortizb>_
```

Figura 5.27. Respuesta desde 192.168.1.9.

Por lo que se puede concluir que el enlace está operando correctamente.

Enlace Compras – Recursos Humanos. Obteniendo las direcciones IP de la tabla 5.1, se procede a realizar los *ping* para generar los tiempos de respuesta en cada punto considerado, del enlace mencionado. Las direcciones asignadas para este enlace son:

Compras:	192.168.1.39
Recursos Humanos:	192.168.1.20

Una vez realizada la prueba de conectividad para el punto correspondiente a Compras el resultado obtenido lo podemos ver en la figura 5.28, cabe mencionar que con el comando *ping* la pantalla nos despliega los tiempos mínimo, máximo y promedio del tiempo de respuesta del equipo a verificar, así como el número de paquetes enviados y recibidos. De esta manera es más fácil para el administrador de la red detectar si hubiera alguna falla en cualquier parte del enlace.

En el caso particular del punto de acceso Compras su tiempo de respuesta promedio fue de 8ms y 4 paquetes enviados y 4 recibidos. Lo cual nos indica que esta punta del enlace está operando correctamente.

```
C:\ Simbolo del sistema
C:\Documents and Settings\rortizb>ping 192.168.1.39
Haciendo ping a 192.168.1.39 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.1.39: bytes=32 tiempo=18ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.39: bytes=32 tiempo=14ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.39: bytes=32 tiempo=14ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.39: bytes=32 tiempo=17ms TTL=64
Estadísticas de ping para 192.168.1.39:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (<0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 14ms, Máximo = 18ms, Media = 16ms
C:\Documents and Settings\rortizb>_
```

Figura 5.28. Respuesta desde 192.168.1.39.

Y para el punto correspondiente a Recursos Humanos, tenemos:

```
C:\ Simbolo del sistema
C:\Documents and Settings\rortizb>ping 192.168.1.20
Haciendo ping a 192.168.1.20 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.1.20: bytes=32 tiempo=7ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.20: bytes=32 tiempo=7ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.20: bytes=32 tiempo=4ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.20: bytes=32 tiempo=7ms TTL=64
Estadísticas de ping para 192.168.1.20:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (<0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 4ms, Máximo = 7ms, Media = 7ms
C:\Documents and Settings\rortizb>_
```

Figura 5.29. Respuesta desde 192.168.1.20.

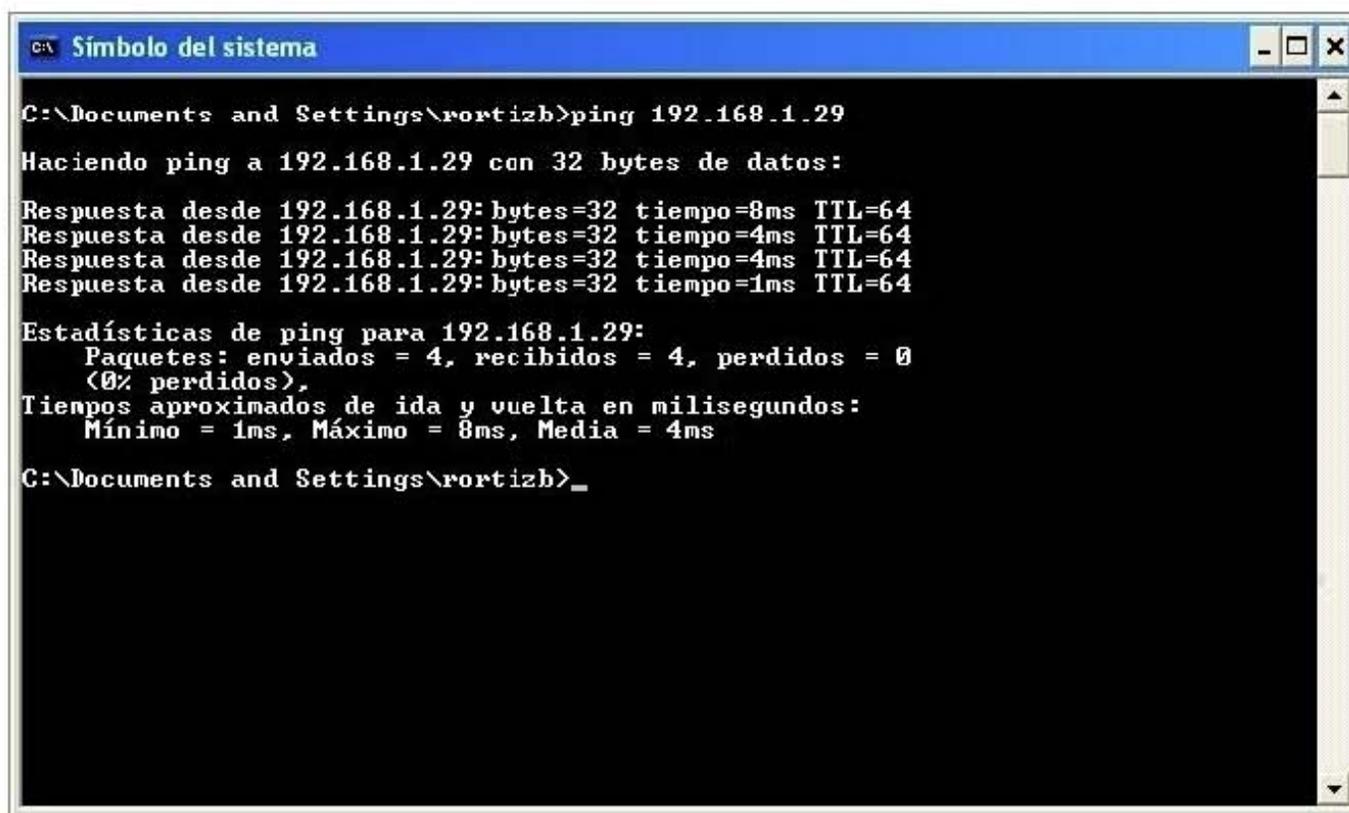
El resultado obtenido en las pantallas correspondientes a las figuras 5.28 y 5.29, indica que el enlace comprendido entre Compras y Recursos Humanos, está funcionando correctamente, ya que se recibieron respuestas afirmativas en ambas pruebas.

Enlace Dirección General – Aulas Investigaciones y Enseñanza. Obteniendo las direcciones IP de la tabla 5.1, se procede a realizar los *ping* para generar los tiempos de respuesta en cada punto considerado, del enlace mencionado. Las direcciones asignadas para este enlace son:

Dirección General: 192.168.1.29
Aulas Investigación y Enseñanza: 192.168.1.32

Una vez realizada la prueba de conectividad para el punto correspondiente a Dirección General el resultado obtenido lo podemos ver en la figura 5.30, cabe mencionar que con el comando *ping* la pantalla nos despliega los tiempos mínimo, máximo y promedio del tiempo de respuesta del equipo a verificar, así como el número de paquetes enviados y recibidos. De esta manera es más fácil para el administrador de la red detectar si hubiera alguna falla en cualquier parte del enlace.

En el caso particular del punto de acceso Dirección General su tiempo de respuesta promedio fue de 8ms y 4 paquetes enviados y 4 recibidos. Lo cual nos indica que esta punta del enlace está operando correctamente.



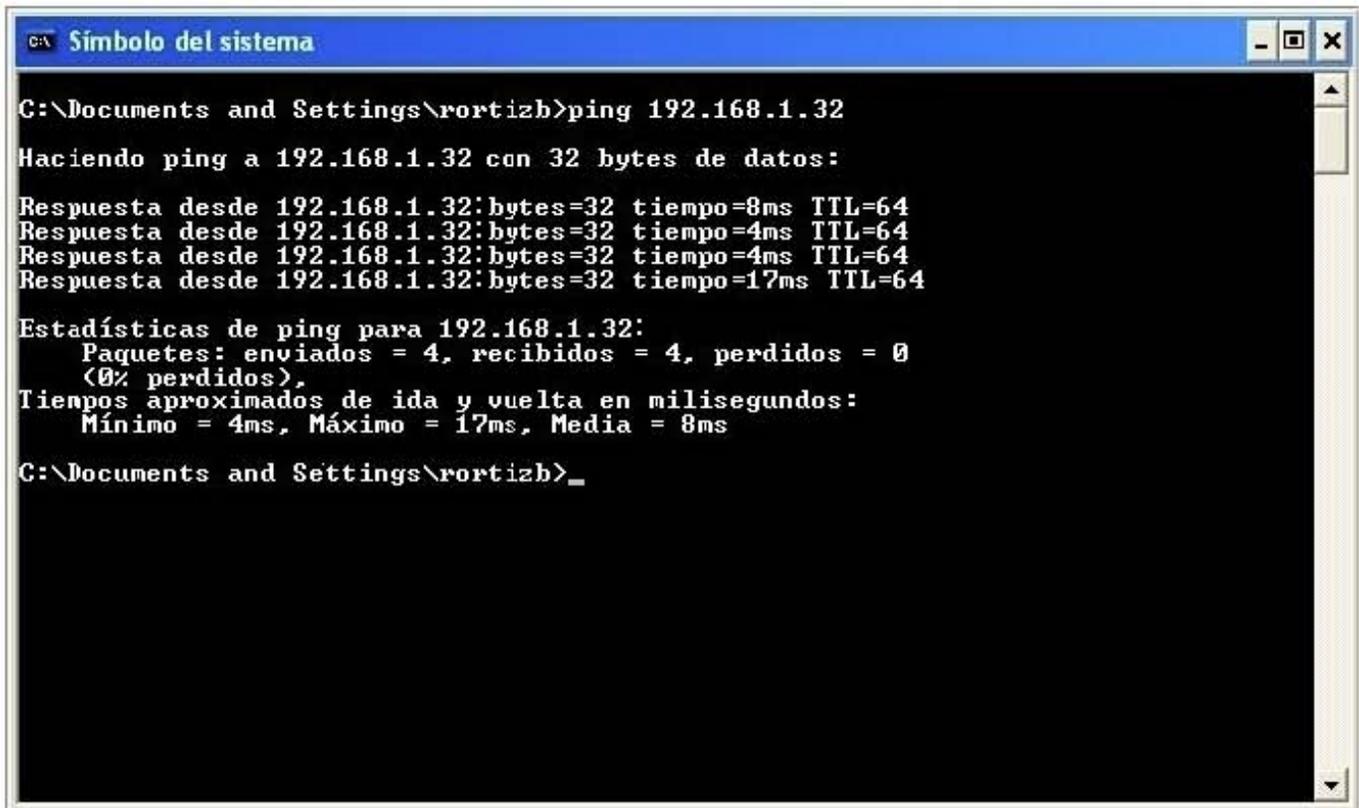
```
C:\Documents and Settings\mortizb>ping 192.168.1.29
Haciendo ping a 192.168.1.29 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.1.29: bytes=32 tiempo=8ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.29: bytes=32 tiempo=4ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.29: bytes=32 tiempo=4ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.29: bytes=32 tiempo=1ms TTL=64

Estadísticas de ping para 192.168.1.29:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 1ms, Máximo = 8ms, Media = 4ms

C:\Documents and Settings\mortizb>_
```

Figura 5.30. Respuesta desde 192.168.1.29.

Y para el punto correspondiente a Aulas Investigaciones y Enseñanza, tenemos:



```
C:\Documents and Settings\mortizb>ping 192.168.1.32
Haciendo ping a 192.168.1.32 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.1.32:bytes=32 tiempo=8ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.32:bytes=32 tiempo=4ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.32:bytes=32 tiempo=4ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.32:bytes=32 tiempo=17ms TTL=64

Estadísticas de ping para 192.168.1.32:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
    Mínimo = 4ms, Máximo = 17ms, Media = 8ms

C:\Documents and Settings\mortizb>_
```

Figura 5.31. Respuesta desde 192.168.1.32

El resultado obtenido en las pantallas correspondientes a las figuras 5.30 y 5.31, indica que el enlace comprendido entre dirección General y Aulas Investigaciones y Enseñanza, está funcionando correctamente, ya que se recibieron respuestas afirmativas en ambas pruebas.

Una vez que los enlaces han sido activados y se encuentran operables, se procede a realizar pruebas finales desde los puntos de acceso inalámbrico, de tal forma que se garantice que están recibiendo y transmitiendo vía inalámbrica.

Para esta referencia, es necesario utilizar la laptop con la conexión inalámbrica, y generar *pings* hacia el ruteador principal, de tal forma que si se tiene respuesta se considera la conectividad establecida.

Las pruebas son realizadas hacia el ruteador con dirección *IP* asignada de 192.168.1.1.

Se utiliza la misma dirección *IP* asignada de la laptop origen, para probar todos los puntos de acceso inalámbrico.

Dirección General. La dirección *IP* desde la que se realizó esta prueba es la correspondiente al punto de acceso inalámbrico, es decir: 192.168.1.25. Se obtuvo la siguiente respuesta afirmativa, mostrada en la figura 5.32, en la cual podemos observar un tiempo promedio de 9ms y 4 paquetes enviados y recibidos:

```
C:\Documents and Settings\rortizb>ping 192.168.1.1
Haciendo ping a 192.168.1.1 con 32 bytes de datos:

Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=5ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=6ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=12ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=16ms TTL=64

Estadísticas de ping para 192.168.1.1:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 5ms, Máximo = 16ms, Media = 9ms

C:\Documents and Settings\rortizb>
```

Figura 5.32. Respuesta desde Dirección General.

Biblioteca. Se obtuvo la siguiente respuesta afirmativa, mostrada en la figura 5.33

```
C:\Documents and Settings\rortizb>ping 192.168.1.1
Haciendo ping a 192.168.1.1 con 32 bytes de datos:

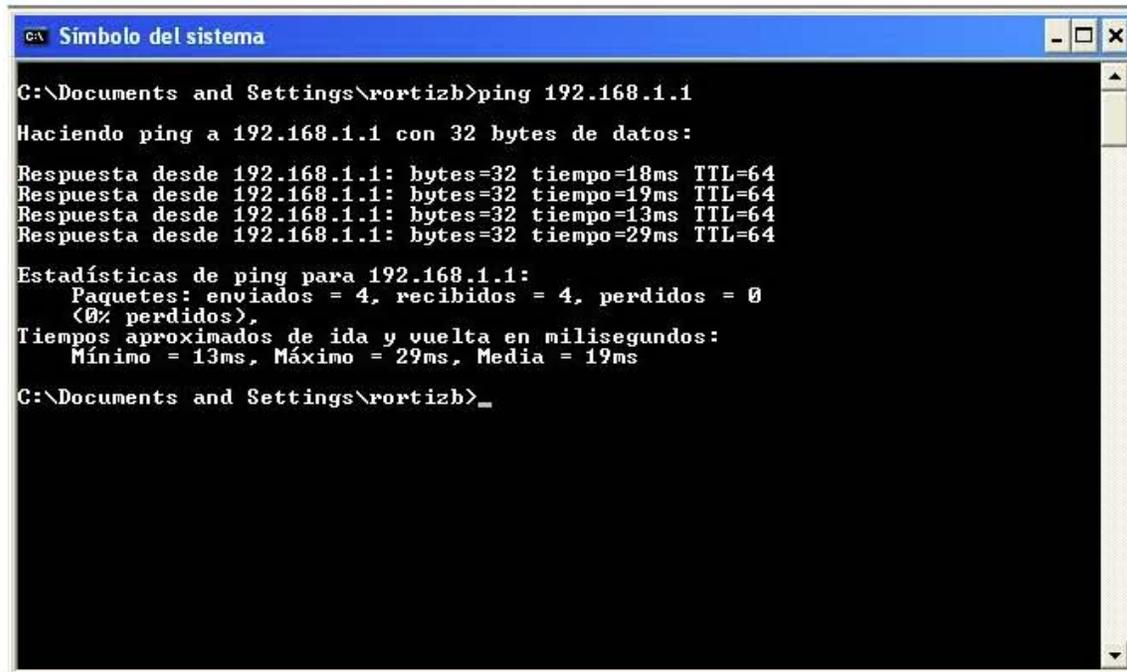
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=8ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=4ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=4ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=17ms TTL=64

Estadísticas de ping para 192.168.1.1:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 4ms, Máximo = 17ms, Media = 8ms

C:\Documents and Settings\rortizb>_
```

Figura 5.33. Respuesta desde Biblioteca.

Aulas de Enseñanza. Realizando la prueba generando un *ping* con la dirección IP 192.168.1.1, se obtuvo la siguiente respuesta afirmativa, mostrada en la figura 5.34:



```
C:\Documents and Settings\rortizb>ping 192.168.1.1
Haciendo ping a 192.168.1.1 con 32 bytes de datos:

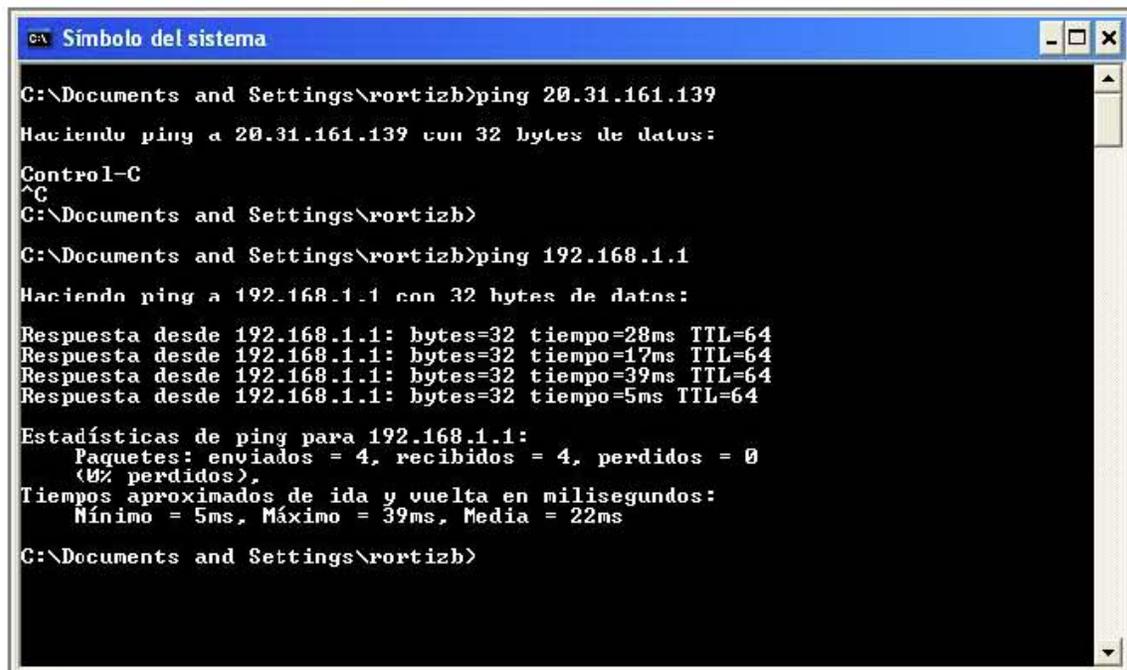
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=18ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=19ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=13ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=29ms TTL=64

Estadísticas de ping para 192.168.1.1:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 13ms, Máximo = 29ms, Media = 19ms

C:\Documents and Settings\rortizb>_
```

Figura 5.34. Respuesta desde Aulas de Enseñanza.

Investigaciones A. Se obtuvo la siguiente respuesta afirmativa, mostrada en la figura 5.35:



```
C:\Documents and Settings\rortizb>ping 20.31.161.139
Haciendo ping a 20.31.161.139 con 32 bytes de datos:

Control-C
^C
C:\Documents and Settings\rortizb>
C:\Documents and Settings\rortizb>ping 192.168.1.1
Haciendo ping a 192.168.1.1 con 32 bytes de datos:

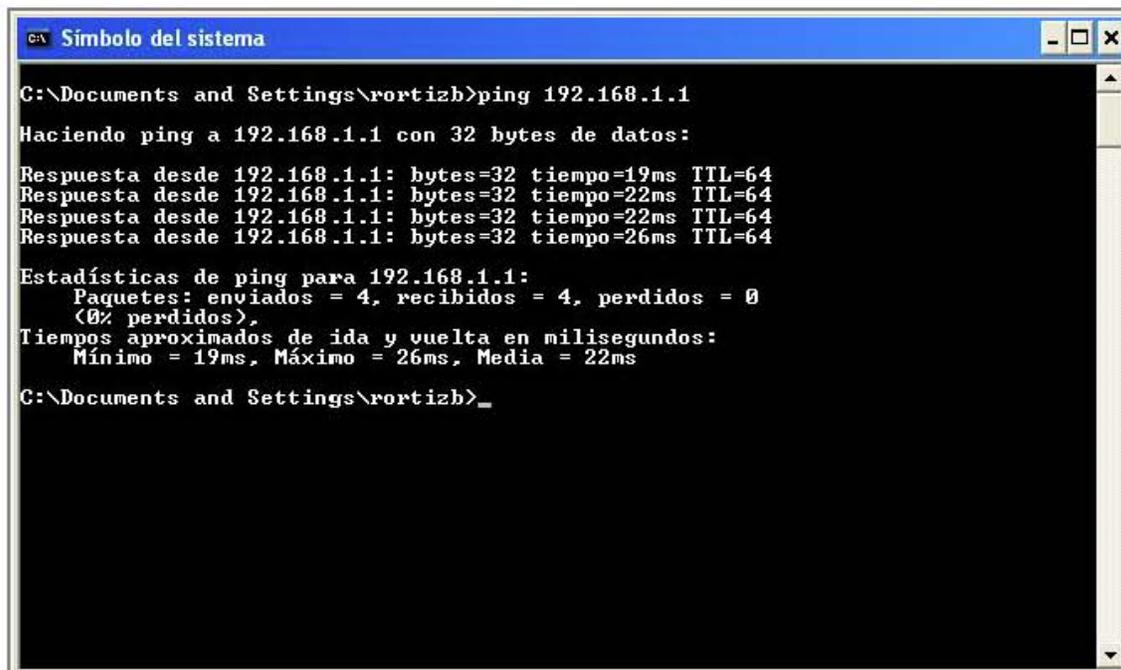
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=28ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=17ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=39ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=5ms TTL=64

Estadísticas de ping para 192.168.1.1:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 5ms, Máximo = 39ms, Media = 22ms

C:\Documents and Settings\rortizb>
```

Figura 5.35. Respuesta desde Investigaciones A.

Investigaciones B. Se obtuvo la siguiente respuesta afirmativa, indicando que se recibe desde el equipo de prueba (laptop con dirección IP 192.168.1.106) un tiempo de respuesta el cual está mostrado en la figura 5.36:



```
C:\Documents and Settings\portizb>ping 192.168.1.1
Haciendo ping a 192.168.1.1 con 32 bytes de datos:

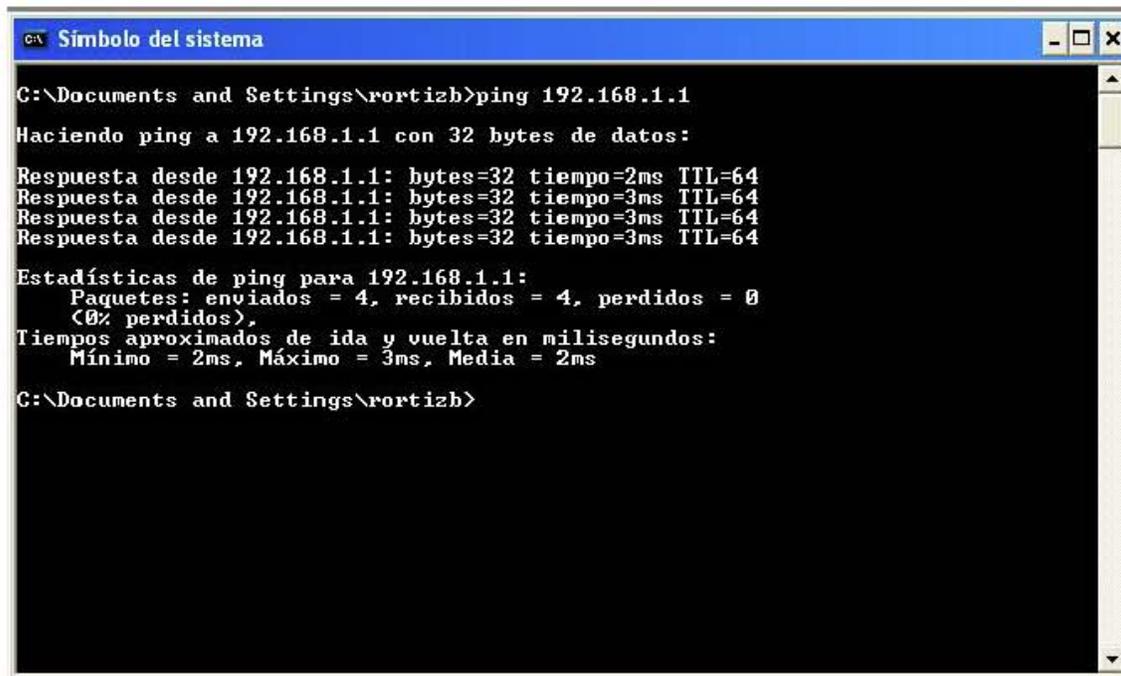
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=19ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=22ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=22ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=26ms TTL=64

Estadísticas de ping para 192.168.1.1:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 19ms, Máximo = 26ms, Media = 22ms

C:\Documents and Settings\portizb>_
```

Figura 5.36. Respuesta desde Investigaciones B.

Investigaciones C. Se obtuvo la siguiente respuesta mostrada en la figura 5.37:



```
C:\Documents and Settings\portizb>ping 192.168.1.1
Haciendo ping a 192.168.1.1 con 32 bytes de datos:

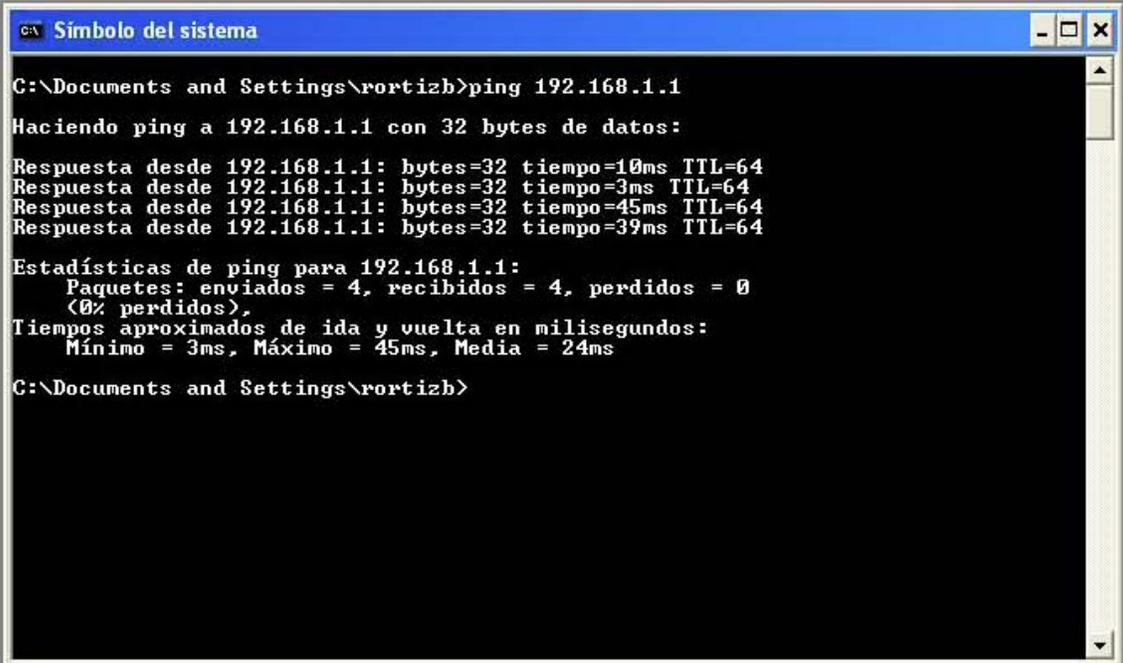
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=2ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=3ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=3ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=3ms TTL=64

Estadísticas de ping para 192.168.1.1:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 2ms, Máximo = 3ms, Media = 2ms

C:\Documents and Settings\portizb>
```

Figura 5.37. Respuesta desde Investigaciones C.

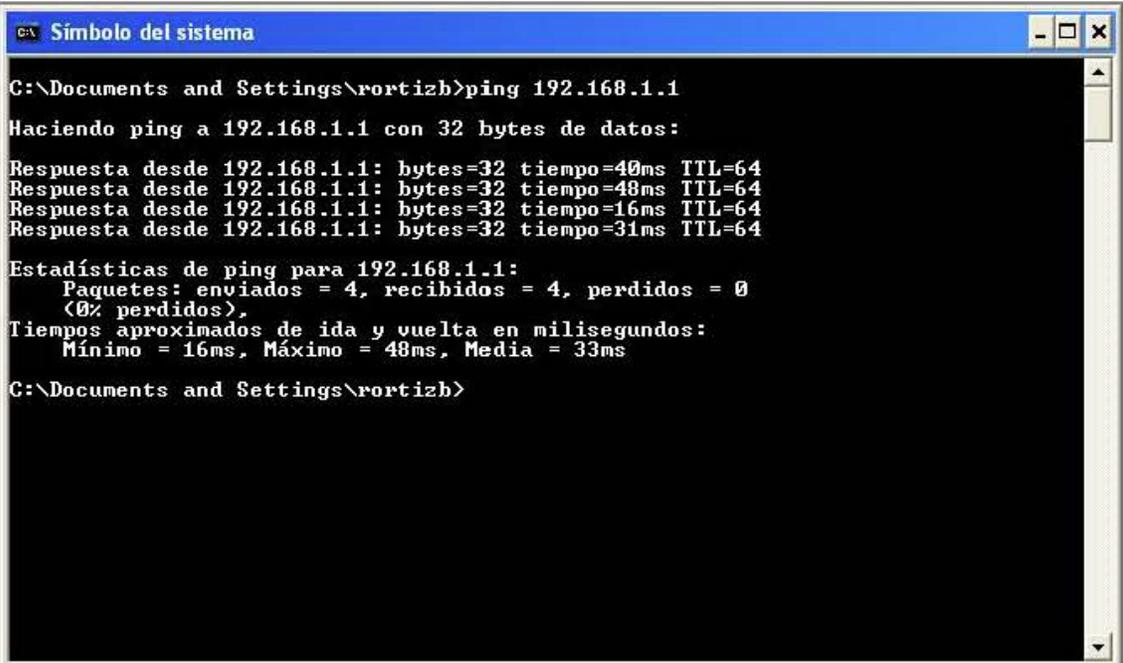
Hospitalización. En ambos puntos de acceso inalámbrico se tiene la siguiente respuesta, mostrada en la figura 5.38:



```
C:\> Símbolo del sistema
C:\Documents and Settings\rortizb>ping 192.168.1.1
Haciendo ping a 192.168.1.1 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=10ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=3ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=45ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=39ms TTL=64
Estadísticas de ping para 192.168.1.1:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 3ms, Máximo = 45ms, Media = 24ms
C:\Documents and Settings\rortizb>
```

Figura 5.38. Respuesta desde Hospitalización.

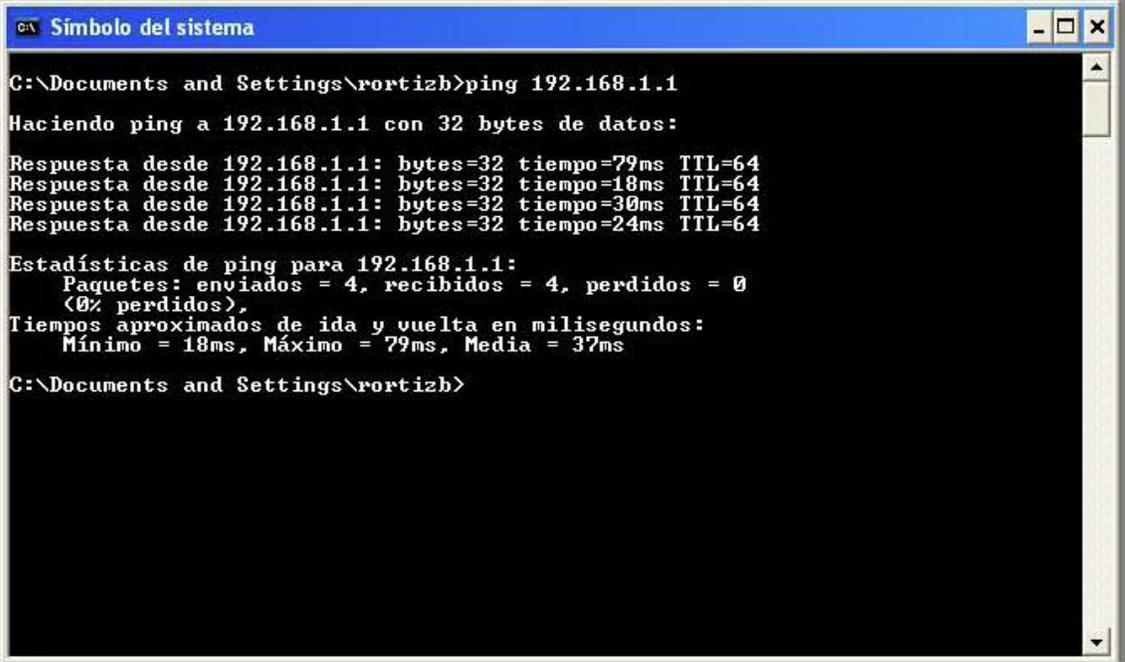
Recepción. Se obtuvo la siguiente respuesta, mostrada en la figura 5.39:



```
C:\> Símbolo del sistema
C:\Documents and Settings\rortizb>ping 192.168.1.1
Haciendo ping a 192.168.1.1 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=40ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=48ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=16ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=31ms TTL=64
Estadísticas de ping para 192.168.1.1:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 16ms, Máximo = 48ms, Media = 33ms
C:\Documents and Settings\rortizb>
```

Figura 5.39 Respuesta desde Recepción.

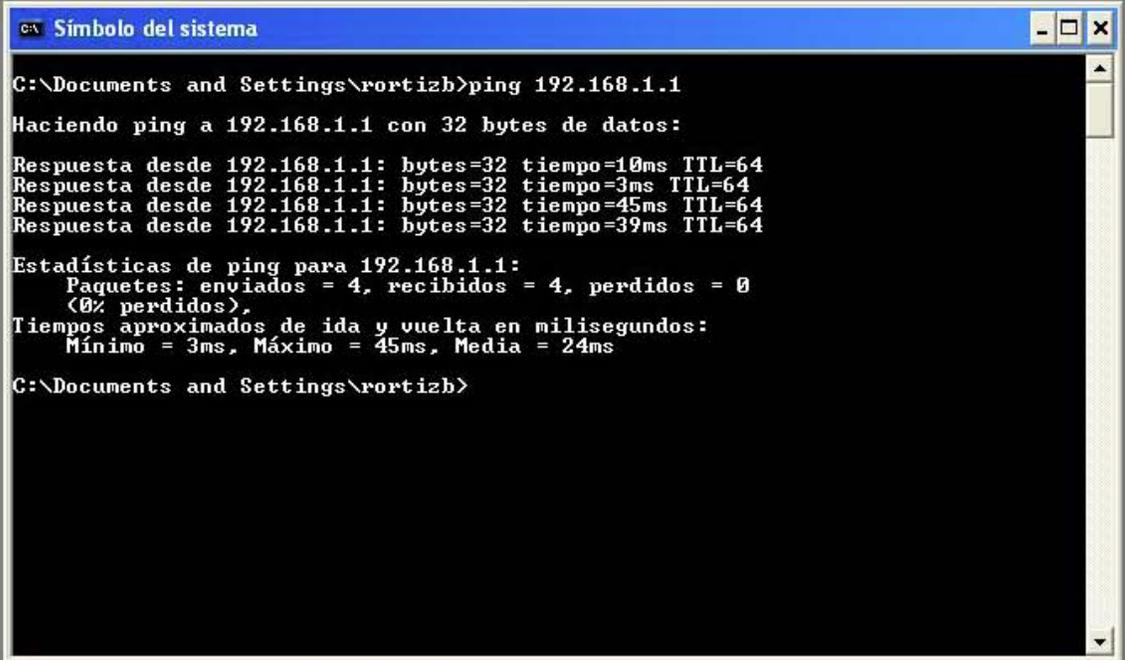
Farmacia. Se tiene la siguiente respuesta, mostrada en la figura 5.40:



```
c:\ Símbolo del sistema
C:\Documents and Settings\rortizb>ping 192.168.1.1
Haciendo ping a 192.168.1.1 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=79ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=18ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=30ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=24ms TTL=64
Estadísticas de ping para 192.168.1.1:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
    Mínimo = 18ms, Máximo = 79ms, Media = 37ms
C:\Documents and Settings\rortizb>
```

Figura 5.40. Respuesta desde Farmacia.

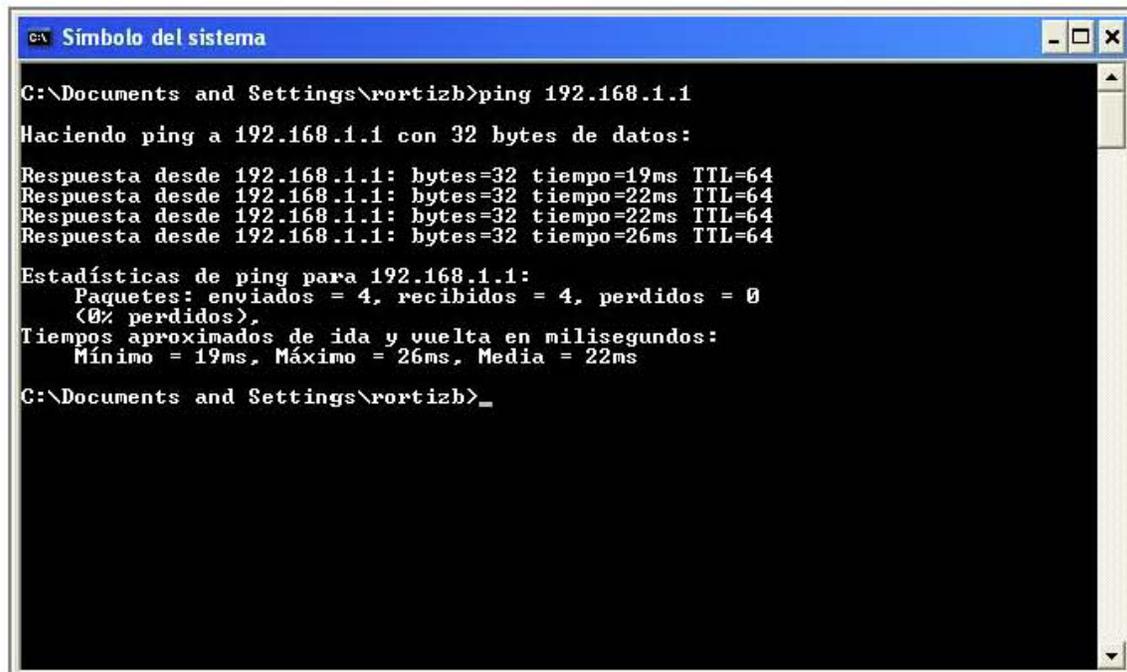
Aula Magna. En la figura 5.41 se observa la siguiente respuesta:



```
c:\ Símbolo del sistema
C:\Documents and Settings\rortizb>ping 192.168.1.1
Haciendo ping a 192.168.1.1 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=10ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=3ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=45ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=39ms TTL=64
Estadísticas de ping para 192.168.1.1:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
    Mínimo = 3ms, Máximo = 45ms, Media = 24ms
C:\Documents and Settings\rortizb>
```

Figura 5.41 Respuesta desde Aula Magna.

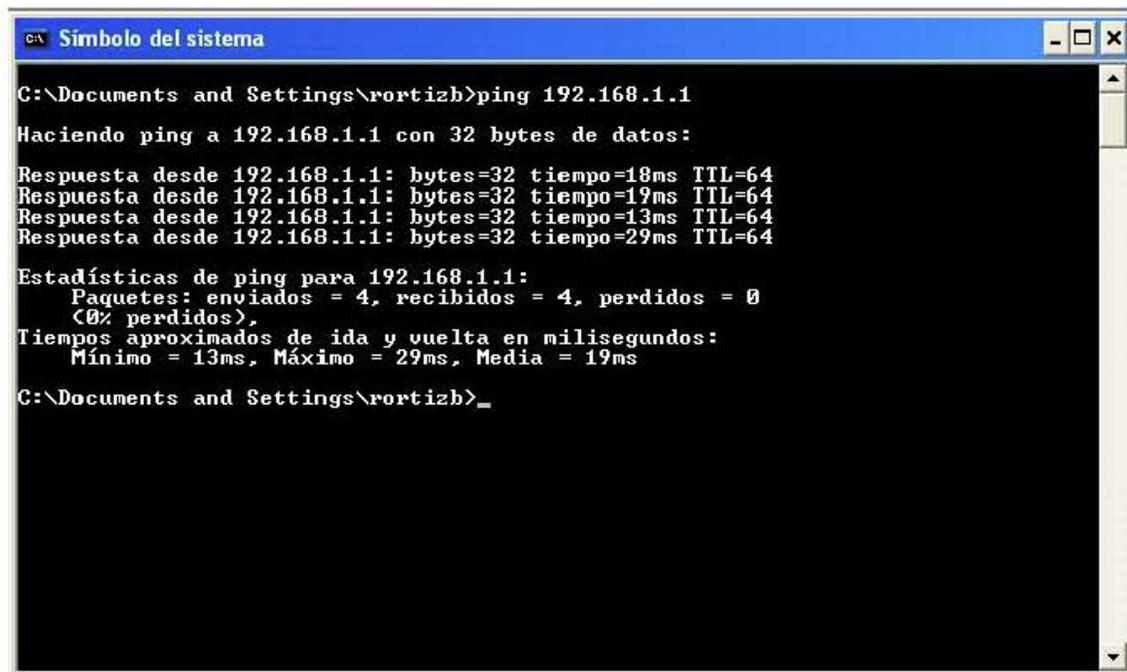
Aulas de Investigación y Enseñanza. Se tiene la siguiente respuesta, mostrada en la figura 5.42:



```
C:\Documents and Settings\rortizb>ping 192.168.1.1
Haciendo ping a 192.168.1.1 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=19ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=22ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=22ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=26ms TTL=64
Estadísticas de ping para 192.168.1.1:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos).
Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
    Mínimo = 19ms, Máximo = 26ms, Media = 22ms
C:\Documents and Settings\rortizb>_
```

Figura 5.42 .Respuesta desde Aulas de Investigación y Enseñanza.

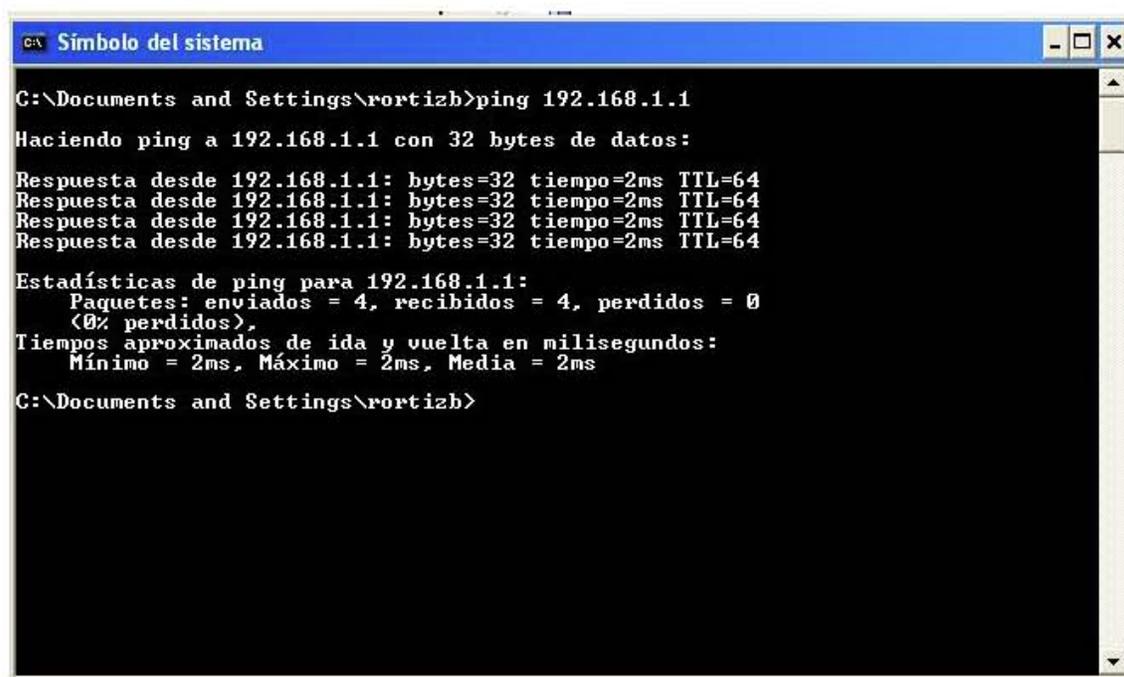
Residencia Médica. Se tiene la siguiente respuesta, mostrada en la figura 5.43:



```
C:\Documents and Settings\rortizb>ping 192.168.1.1
Haciendo ping a 192.168.1.1 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=18ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=19ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=13ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=29ms TTL=64
Estadísticas de ping para 192.168.1.1:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos).
Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
    Mínimo = 13ms, Máximo = 29ms, Media = 19ms
C:\Documents and Settings\rortizb>_
```

Figura 5.43. Respuesta desde Residencia Médica.

Psiquiatría. Se tiene la siguiente respuesta, mostrada en la figura 5.44:



```
C:\Documents and Settings\rortizb>ping 192.168.1.1

Haciendo ping a 192.168.1.1 con 32 bytes de datos:

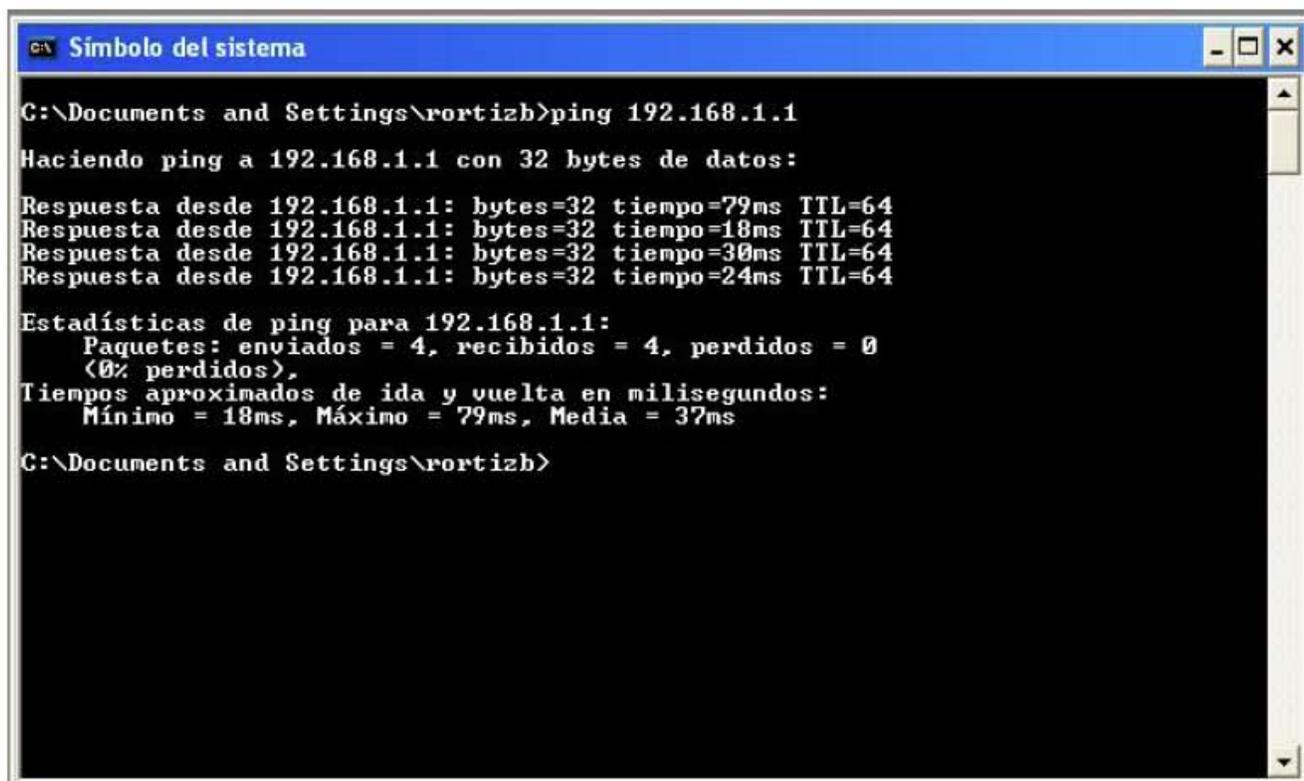
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=2ms TTL=64

Estadísticas de ping para 192.168.1.1:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (<0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 2ms, Máximo = 2ms, Media = 2ms

C:\Documents and Settings\rortizb>
```

Figura 5.44. Respuesta desde Psiquiatría.

Compras. Se tiene la siguiente respuesta, mostrada en la figura 5.45:



```
C:\Documents and Settings\rortizb>ping 192.168.1.1

Haciendo ping a 192.168.1.1 con 32 bytes de datos:

Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=79ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=18ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=30ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=24ms TTL=64

Estadísticas de ping para 192.168.1.1:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (<0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 18ms, Máximo = 79ms, Media = 37ms

C:\Documents and Settings\rortizb>
```

Figura 5.45. Respuesta desde Compras.

El concentrado de datos de las pruebas realizadas, la tabla 5.2 nos presenta un panorama en cuanto a los tiempos de respuesta que se tienen en la red inalámbrica de la Institución Hospitalaria.

UBICACIÓN INICIO	UBICACIÓN DESTINO	TIEMPO RECORRIDO
Dirección General	Investigaciones C	9 milisegundos
Biblioteca	Investigaciones C	8 milisegundos
Aulas Enseñanza	Investigaciones C	19 milisegundos
Investigaciones A	Investigaciones C	22 milisegundos
Investigaciones B	Investigaciones C	22 milisegundos
Investigaciones C	Investigaciones C	2 milisegundos
Hospitalización	Investigaciones C	24 milisegundos
Recepción	Investigaciones C	33 milisegundos
Farmacia	Investigaciones C	37 milisegundos
Aula Magna	Investigaciones C	24 milisegundos
Aulas Investigación y Enseñanza	Investigaciones C	22 milisegundos
Residencia Médica	Investigaciones C	19 milisegundos
Psiquiatría	Investigaciones C	2 milisegundos
Compras	Investigaciones C	37 milisegundos

Tabla 5.2. Tiempos de respuesta hacia el ruteador.

En referencia a esto, podemos observar que los tiempos de respuesta son muy buenos, las condiciones climáticas también son favorables y no se detecta ningún problema de atenuación.

Considerando la experiencia de mantener una red inalámbrica, nos percatamos que esta tecnología es muy importante ya que la flexibilidad que otorga la libertad de movimiento permite crecer al infinito el número de aplicaciones. Pensemos un poco en el futuro cercano, donde las enfermeras estarán trabajando con Asistentes Personales Digitales que les permitirán alimentar los datos de manera simultánea, mientras los Doctores aplican su tiempo libre en estudiar diferentes posibles curas, por ejemplo. Y podrán estar actualizados con la información real del paciente.

En el siguiente capítulo realizaremos las conclusiones generales del presente trabajo.

CAPÍTULO 6

Resultados y conclusiones

En este capítulo presentamos los resultados y las conclusiones del trabajo realizado; una vez que se han completado las etapas de diseño, instalación y puesta a punto de la solución al problema presentado, utilizando para ello la tecnología inalámbrica.

Al estudiar el estado en que se encontraba la red de comunicaciones de la Institución Hospitalaria, detectamos la necesidad de intercomunicar las redes de Investigaciones y Sihosco, para compartir recursos, ampliar los alcances de ambas redes y dar movilidad a los usuarios. Otro de los objetivos fue aprovechar la infraestructura con la que se contaba inicialmente; bajo este concepto fue como planteamos las adecuaciones a la red. Al poner en marcha la solución inalámbrica, observamos que: la intercomunicación entre las redes existentes nos permitió que cada nodo cuente con acceso a Internet, Correo electrónico y MedLine, por lo tanto la transferencia de información ha ido creciendo, los trámites administrativos se han visto reducidos gracias al uso del correo electrónico en vez de oficios en papel. En materia de inventarios, los almacenes de Farmacia y Hospitalización, iniciaron de manera inmediata cambios en sus procedimientos para el manejo y transferencia de información aprovechando la conectividad y las bondades de la tecnología inalámbrica ya existente. Las áreas de Administración Hospitalaria también se vieron beneficiadas con el acceso a Internet, debido a la comunicación estrecha que manejan vía electrónica con la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, la Secretaría de Salubridad y Asistencia, la Secretaría de la Función Pública, entre otras dependencias gubernamentales.

Finalizada la instalación y puesta a punto de la solución inalámbrica, observamos que existen algunos puntos importantes que hacen la diferencia para optar por la tecnología inalámbrica, estos puntos son críticos ya que son la base para todo el cálculo de proyectos en las empresas. Entre los principales puntos se encuentran: la relación costo – beneficio, la complejidad en la instalación, la tolerancia a fallas y la movilidad.

Relación costo – beneficio. Como se observa de la tabla 4.6, el beneficio económico resultante de utilizar tecnología inalámbrica, en comparación al uso de la tecnología alamburada, para instalaciones de redes de área local, fue sustancial, ya que la diferencia fue de 477, 980.00 pesos, lo que representa un ahorro del 375.38% con respecto a la solución alamburada.

En relación a la instalación de enlaces de datos, la tabla 4. 12 muestra la diferencia económica existente entre la solución inalámbrica y la tecnología de fibra óptica, la cual resulta ser una diferencia de 292,313 pesos, lo que nos representa un ahorro del 1074.38 %.

Complejidad en la instalación. En este rubro la diferencia es representativa, ya que las tecnologías alamburadas requieren de infraestructuras específicas que incrementan el nivel de complejidad y tiempo en que se completa la instalación, ya que se deben considerar ciertas condiciones como instalación de ducterías específicas, que conduzcan el cableado de forma segura hacia su destino; mientras que la tecnología inalámbrica, al utilizar como medio de transmisión al aire, no tiene ningún costo para la instalación de trayectorias físicas.

Tolerancia a fallas. Al presentarse una falla en las tecnologías alamburadas, se requieren sustituciones del segmento dañado (en el caso de cableado de par trenzado) o de reparaciones con tecnología muy costosa (en el caso de la fibra óptica), lo que hace que no sea fácil el reemplazo. En el caso de la tecnología inalámbrica, ésta es susceptible a perder comunicación cuando en la trayectoria de difusión se encuentran fuentes que generan campos electromagnéticos muy intensos (en el caso de los hornos de microondas, por ejemplo), o bien cuando existe una falla en el punto de acceso inalámbrico directamente. Sin embargo, la sustitución de un punto de acceso inalámbrico es sencilla y no se considera impactante el costo de la sustitución de un equipo de este tipo. Por lo que la tecnología inalámbrica es considerada más tolerante a fallas.

Movilidad. Las tecnologías alamburadas proveen una capacidad muy reducida de movilidad en los equipos (prácticamente nula), ya que por ser un cable el enlace existente con la red, el movimiento genera tensiones mecánicas que van debilitando los núcleos de los conductores (para el caso de par trenzado), ó se generan desquebrajamientos en el área del núcleo (en el caso de fibra óptica), de tal forma que no se puede movilizar el equipo mientras esté conectado. Para el caso de la tecnología inalámbrica, esto se convierte en su ventaja más poderosa, ya que permite la libre movilidad entre un área de cobertura definida, que sólo está restringida por la potencia de transmisión.

El uso de la tecnología inalámbrica es un gran impulso a las comunicaciones electrónicas, sin embargo la gran carencia que presenta es la incapacidad de manejar grandes tasas de información, en el caso de la Institución Hospitalaria no hay aplicaciones de diseño asistido por computadora ó aplicaciones de producción asistida por computadora, el grueso de la información que se maneja es a través del correo electrónico e Internet.

Dentro de los planes de crecimiento de la red se está considerando la posibilidad de un portal que permita la publicación de información interna, como áreas destinadas para publicar comentarios, avances médicos, avisos de ocasión que permitan un mayor contacto con el personal de la Institución. Además se están revisando procesos que pueden ser

automatizados: como el control de asistencias del personal diseccionado a la nómina, por citar alguno.

Es importante destacar que la Ingeniería Electrónica y Comunicaciones, juega un papel muy importante tanto en la investigación e implantación de nuevas tecnologías que nos permitan un desarrollo integral como sociedad, como en la aplicación y explotación eficiente de las tecnologías actuales.

En base al estudio realizado, podemos concluir que la tecnología inalámbrica es una alternativa que cubrió las expectativas técnicas de conectividad de la Institución Hospitalaria, con los niveles de seguridad en la información y bajo el esquema de crecimiento y movilidad que se demandaba. Esta tecnología es una excelente opción para desarrollar soluciones que anteriormente se consideraban imposibles, y puede ser una piedra angular en el desarrollo de las futuras generaciones.

BIBLIOGRAFÍA

Libros

- Molina, Francisco J, Redes de Área Local, Alfaomega, México
- Held Gilbert, Building a wireless office, Auerbach
- Vaughan Rodney, Channels, propagation and Antennas for mobile communications, Mc Graw Hills
- Housner George S, Wireless Network Site Surveying and Installation
- Bensky Alan, Short range Wireless communication
- Raya Pérez Cristina, Raya Cabrera José Luis, Redes Locales, Mc Graw Hills
- Wiltse James C, Fresnel Zones in Wireless Links, Zone Plate Lenses and Antenas,

Manuales

- Ouellet Eric, Padjen Robert, Pfund Arthur, Building a Cisco Wireless LAN,
- Wheat Jeffrey, Hiser Randy, Tucker Jackie, Designing a Wireless Network

Direcciones Electrónicas

- www.antena.iespana.es/teoriaweb/conceptos%20generales%201.html
- www.arieldx.tripod.com/estaciondx/antenas2.html
- www.cisco.com
- www.icamericas.net/Cases_Reports/Wi-FiBriefs/WiFi3_Spanish.pdf
- www.ieee.com
- www.syngress.com/solutions
- www.wikipedia.orgwww.monografias.com/trabajos17/radio-enlace/radio-enlace.shtml

APÉNDICE

A

COTIZACIONES



SITCOM ELECTRONICS, S.A. DE C.V.
INSURGENTES SUR # 3500 TORRE TELMEX 4to.PISO
COL. PEÑA POBRE C.P. 14060
TEL: 52440529
FAX: 52440550

REG. SEC. PAT. NAL. No. 21127

DRESDENPARTNERS KM. 40 AUTOPISTA MEXICO-QRO. PARQUE INDUSTRIAL XHALA, CUAUTITLAN IZCALLI TEL.- 5872 0422 5872 3068 FAX.- 5872 3616	FECHA: 04 DE ENERO DEL 2006 SU REFERENCIA: SIN / REF COTIZACION No.: GVC. 041 / 2006 HOJA No. 1 DE 2 P.C. No.
--	---

AT N: ING. RICARDO ORTIZ BASTIDA

DESCRIPCION DEL PRODUCTO:

INSTALACIÓN DE NODOS UTP CATEGORÍA 5
HABILITACIÓN DEL SITE (AIRE ACONDICIONADO, INSTALACIÓN ELÉCTRICA, INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE TIERRA FÍSICA, EQUIPOS DE CONMUTACIÓN)

PARTIDA	CONCEPTO	CANTIDAD	PREC. UNIT.	IMPORTE \$	TIEMPO ENTREGA
1	NODOS UTP CAT 5	177.00	\$ 1,300.00	\$ 230,100.00	5 A 6 SEMANAS
SUBTOTAL ANTES DEL I.V.A.				\$ 230,100.00	

INSTALACIÓN DE 177 NODOS UTP CATEGORÍA 5 , EN LAS SIGUIENTES ÁREAS: Dirección General, Biblioteca, Aulas Enseñanza, Investigaciones A, Investigaciones B, Investigaciones C, Recepción, Farmacia, Aula Magna, Aulas Investigaciones y Enseñanza, Residencia, Psiquiatría y Compras.
INCLUYE MATERIAL Y MANO DE OBRA.

PARTIDA	CONCEPTO	CANTIDAD	PREC. UNIT.	IMPORTE \$	TIEMPO ENTREGA
2	AIRE ACONDICIONADO	7	\$ 6,000.00	\$ 42,000.00	DE 4 A 5 SEMANAS
SUBTOTAL ANTES DE I.V.A.				\$ 42,000.00	

INSTALACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO DE 1 TON. MARCA OMEGA, INCLUYE MATERIAL Y MANO DE OBRA

PARTIDA	CONCEPTO	CANTIDAD	PREC. UNIT.	IMPORTE \$	TIEMPO ENTREGA
3	INSTALACIÓN ELÉCTRICA	7	\$ 6,000.00	\$ 42,000.00	2 SEMANAS
SUBTOTAL ANTES DEL I.V.A.				\$ 42,000.00	

INSTALACIÓN DE SALIDAS CON CONTACTOS DE TIERRA AISLADA PARA EQUIPO DE COMUNICACIONES, CABLE VINANEL XXI CALIBRE 10 AWG. INCLUYE MATERIAL Y MANO DE OBRA. LAS SALIDAS ESTÁN CALCULADAS A 127 Vac.

PARTIDA	CONCEPTO	CANTIDAD	PREC. UNIT.	IMPORTE \$	TIEMPO ENTREGA
4	INSTALACION DE TIERRA FISICA	7.00	\$ 3,500.00	\$ 24,500.00	3 SEMANAS
SUBTOTAL ANTES DEL I.V.A.				\$ 24,500.00	

INSTALACIÓN DE VARILLA COPPERWEL CALIBRE 5/8" Y CONDUCTOR AISLADO CALIBRE 10 AWG, INCLUYE MATERIAL Y MANO DE OBRA.



SITCOM ELECTRONICS, S.A. DE C.V.

INSURGENTES SUR # 3500 TORRE TELMEX 4to PISO

COL. PEÑA POBRE C.P. 14060

TEL: 52440529

FAX: 52440550

REG. SEC. PAT. NAL. No. 21127

INDUSTRIA MADERERA AUTOPISTA CUAUTITLAN, S.A. C.V.	FECHA:	04 DE ENERO DEL 2006
KM. 40 AUTOPISTA MEXICO-QRO.	SU REFERENCIA:	SIN / REF
PARQUE INDUSTRIAL XHALA, CUAUTITLAN IZCALLI	COTIZACION No.:	GVC. 041 / 2006
TEL.- 5872 0422 5872 3068 FAX.- 5872 3616	HOJA No.	2 DE 2 P.C. No.

AT'N: ING. RICARDO ORTIZ BASTIDA

PARTIDA	CONCEPTO	CANTIDAD	PREC. UNIT.	IMPORTE	TIEMPO ENTREGA
5	EQUIPOS DE CONMUTACIÓN	14.00	\$ 22,350.00	\$ 312,900.00	4 A 5 SEMANAS
SUBTOTAL ANTES DEL I.V.A.				\$ 312,900.00	
SUMINISTRO DE 14 EQUIPOS CISCO WS-C2950T-24, NO INCLUYE INSTALACIÓN NI CONFIGURACIÓN.					

MONTO TOTAL DE LA OFERTA \$ 651,500.00

CONDICIONES GENERALES COMERCIALES.

VIENCIA DE LA OFERTA:..... LOS PRECIOS INDICADOS ESTAN SUJETOS A CAMBIOS SIN PREVIO AVISO

CONDICIONES DE PAGO:..... 50% DE ANTICIPO, SALDO CONTRA AVISO DE ENTREGA MEDIANTE DEPOSITO BANCARIO A NOMBRE DE: SITCOM ELECTRONICS, S.A DE C.V. LINEA BANAMEX

PRECIOS:..... PRECIOS NETOS, EN M.N. (NO INCLUYEN IVA)

GARANTIA:..... 18 MESES A PARTIR DE LA FECHA DE ENTREGA

OBSERVACIONES:..... LOS TIEMPOS DE ENTREGA Y CANTIDADES COTIZADAS PUEDEN VARIAR SIN PREVIO AVISO, CONFIRMAR PREVIA MENTA.

ATENTAMENTE.

ING. ARTURO SERAFIN HDZ.
Ejecutivo de ventas



SITCOM ELECTRONICS, S.A. DE C.V.
 INSURGENTES SUR # 3500 TORRE TELMEX 4to PISO
 COL. PENA ROBLE C.P. 14560
 TEL: 52440529
 FAX: 52440550

REG. SEC. PAT. MAL No. 2137

DRESDENPARTNERS	FECHA: 04 DE ENERO DEL 2006
KM. 40 AUTOPISTA MEXICO-QRO.	SU REFERENCIA: SIN / REF
PARQUE INDUSTRIAL XHALA, CUAUTITLAN IZCALLI	COTIZACION No.: GVC. 041 / 2006
TEL.- 5872 0422 5872 3068 FAX.- 5872 3616	HOJA No. 1 DE 1 P.C. No.

AT N: ING. RICARDO ORTIZ BASTIDA

DESCRIPCION DEL PRODUCTO:

SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TARJETAS INALÁMBRICAS					
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACCESS POINTS					
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE SWITCHES					
PARTIDA	CONCEPTO	CANTIDAD	PREC. UNIT.	IMPORTE \$	TIEMPO ENTREGA
1	TARJETAS INALÁMBRICAS	177.00	\$ 620.00	\$ 109,740.00	2 A 3 SEMANAS
SUBTOTAL ANTES DEL I.V.A.				\$ 109,740.00	
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE 177 TARJETAS INALÁMBRICAS PARA EQUIPOS DE LAS SIGUIENTES ÁREAS: Dirección General, Biblioteca, Aulas de Enseñanza, Investigaciones A, Investigaciones B, Investigaciones C, Recepción, Farmacia, Aula Magna, Aulas de Investigaciones y Enseñanza, Residencia, Psiquiatría y Compras.					
INCLUYE MATERIAL E INSTALACIÓN.					
PARTIDA	CONCEPTO	CANTIDAD	PREC. UNIT.	IMPORTE \$	TIEMPO ENTREGA
2	ACCESS POINTS	13	\$ 4,700.00	\$ 61,100.00	DE 3 A 4 SEMANAS
SUBTOTAL ANTES DE I.V.A.				\$ 61,100.00	
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE 13 ACCESS POINTS CISCO AIRONET 350					
INCLUYE MATERIA E INSTALACIÓN.					
PARTIDA	CONCEPTO	CANTIDAD	PREC. UNIT.	IMPORTE \$	TIEMPO ENTREGA
3	SWITCHES	7	\$ 390.00	\$ 2,730.00	DE 3 A 4 SEMANAS
SUBTOTAL ANTES DE I.V.A.				\$ 2,730.00	
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE 7 SWITCHES 3 COM DE 8 PUERTOS 10/100, PARA LAS AREAS DE COMPRAS, INGENIERIA FARMACIA, RESIDENCIA MÉDICA, DIRECCIÓN GENERAL, AULAS DE INV. Y ENSEÑANZA INCLUYE MATERIAL E INSTALACIÓN.					

MONTO TOTAL DE LA OFERTA \$ 173,570.00

CONDICIONES GENERALES COMERCIALES.

VIGENCIA DE LA OFERTA:..... LOS PRECIOS INDICADOS ESTAN SUJETOS A CAMBIOS SIN PREVIO AVISO

CONDICIONES DE PAGO:..... 50% DE ANTICIPO, SALDO CONTRA AVISO DE ENTREGA MEDIANTE DEPOSITO BANCARIO A NOMBRE DE: SITCOM ELECTRONICS, S.A DE C.V. LINEA BANAMEX

PRECIOS:..... PRECIOS NETOS, EN M.N. (NO INCLUYEN IVA)

GARANTIA:..... 18 MESES A PARTIR DE LA FECHA DE ENTREGA

OBSERVACIONES:..... LOS TIEMPOS DE ENTREGA Y CANTIDADES COTIZADAS PUEDEN VARIAR SIN PREVIO AVISO, CONFIRMAR PREVIA VENTA.

ATENTAMENTE.
 ING. ARTURO SERAFIN HDZ.
 Ejecutivo de ventas



SITCOM ELECTRONICS, S.A. DE C.V.
 INSURGENTES SUR # 3500 TORRE TELMEX 4to PISO
 COL. PENA POBRE C.P. 14060
 TEL: 52440529
 FAX: 52440550

REG. SEC. PAT. NAL. No. 21127

DRESDENPARTNERS KM. 40 AUTOPISTA MEXICO-QRO. PARQUE INDUSTRIAL XHALA, CUAUTITLAN IZCALLI TEL.- 5872 0422 5872 3068 FAX.- 5872 3616	FECHA: 04 DE ENERO DEL 2006 SU REFERENCIA: SIN / REF COTIZACION No.: GVC. 041 / 2006 HOJA No. 1 DE 2 P.C. No.
--	---

AT N: ING. RICARDO ORTIZ BASTIDA

DESCRIPCION DEL PRODUCTO:

SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE FIBRA ÓPTICA EN 5 ENLACES						
PARTIDA	CONCEPTO	CANTIDAD	PREC. UNIT.	IMPORTE \$	TIEMPO ENTREGA	
1	ENLACE RESIDENCIA MEDICA DIRECCIÓN GENERAL			\$ 45,794.00	6 A 8 SEMANAS	
SUBTOTAL ANTES DEL I.V.A.				\$ 45,794.00		
PREPARACIÓN Y PERFORACIÓN DE 20 M. DE SUELO PARA COLOCACIÓN DE POSTES COLOCACIÓN DE POSTES INSTALACIÓN DE FIBRA ÓPTICA AUTOSOPORTADA MULTIMODO (62.5/125) 28 M. INSTALACIÓN DE DUCTOS OCULTOS PARA CONEXIÓN A LOS EQUIPOS DE CONMUTACIÓN 8 M. INCLUYE MATERIAL Y MANO DE OBRA.						
PARTIDA	CONCEPTO	CANTIDAD	PREC. UNIT.	IMPORTE \$	TIEMPO ENTREGA	
2	ENLACE PSIQUIATRIA INVESTIGACIONES C			\$ 68,209.00	DE 6 A 8 SEMANAS	
SUBTOTAL ANTES DE I.V.A.				\$ 68,209.00		
PREPARACIÓN Y PERFORACIÓN DE 30 M. DE SUELO PARA COLOCACION DE POSTES COLOCACION DE POSTES INSTALACION DE FIBRA OPTICA AUTOSOPORTADA MULTIMODO (62.5/125) 40 M. INSTALACION DE DUCTOS OCULTOS PARA CONEXION A LOS EQUIPOS DE CONMUTACION 10M. INCLUYE MATERIAL Y MANO DE OBRA.						
PARTIDA	CONCEPTO	CANTIDAD	PREC. UNIT.	IMPORTE \$	TIEMPO ENTREGA	
3	ENLACE SISTEMAS INVESTIGACIONES A			\$ 22,000.00	3 A 4 SEMANAS	
SUBTOTAL ANTES DEL I.V.A.				\$ 22,000.00		
PREPARACIÓN Y PERFORACIÓN DE 10 M. DE SUELO PARA COLOCACIÓN DE POSTES COLOCACIÓN DE POSTES INSTALACIÓN DE FIBRA ÓPTICA AUTOSOPORTADA MULTIMODO (62.5/125) 14 M. INSTALACIÓN DE DUCTOS OCULTOS PARA CONEXIÓN A LOS EQUIPOS DE CONMUTACIÓN 4M. INCLUYE MATERIAL Y MANO DE OBRA.						
PARTIDA	CONCEPTO	CANTIDAD	PREC. UNIT.	IMPORTE \$	TIEMPO ENTREGA	
4	ENLACE COMPRAS RECURSOS HUMANOS			\$ 107,860.00	8 A 9 SEMANAS	
SUBTOTAL ANTES DEL I.V.A.				\$ 107,860.00		
PREPARACIÓN Y PERFORACIÓN DE 80 M. DE SUELO PARA COLOCACIÓN DE POSTES COLOCACIÓN DE POSTES INSTALACIÓN DE FIBRA ÓPTICA AUTOSOPORTADA MULTIMODO (62.5/125) 90 M. INSTALACIÓN DE DUCTOS OCULTOS PARA CONEXIÓN A LOS EQUIPOS DE CONMUTACIÓN 10M. INCLUYE MATERIAL Y MANO DE OBRA.						



SITCOM ELECTRONICS, S.A. DE C.V.
INSURGENTES SUR # 3500 TORRE TELMEX 4to.PISO
COL. PEÑA POBRE C.P. 14060
TEL: 52440529
FAX: 52440550

INDUSTRIA MADERERA AUTOPISTA CUAUTITLAN, S.A. C.V. KM. 40 AUTOPISTA MEXICO-QRO. PARQUE INDUSTRIAL XHALA, CUAUTITLAN IZCALLI TEL.- 5872 0422 5872 3068 FAX.- 5872 3616	FECHA: 04 DE ENERO DEL 2006 SU REFERENCIA: SIN / REF COTIZACION No.: GVC. 041 / 2006 HOJA No. 2 DE 2 P.C. No.
---	---

AT N: ING. RICARDO ORTIZ BASTIDA

PARTIDA	CONCEPTO	CANTIDAD	PREC. UNIT.	IMPORTE \$	TIEMPO ENTREGA
5	ENLACE DIRECCION GENERAL AULAS INVESTIGACIONES ENSEÑANZA			\$ 78,450.00	5 A 6 SEMANAS
SUBTOTAL ANTES DEL I.V.A.				\$ 78,450.00	
PREPARACIÓN Y PERFORACIÓN DE 50 M. DE SUELO PARA COLOCACIÓN DE POSTES COLOCACION DE POSTES INSTALACIÓN DE FIBRA ÓPTICA AUTOSOPORTADA MULTIMODO (62.5/125) 58 M. INSTALACIÓN DE DUCTOS OCULTOS PARA CONEXIÓN A LOS EQUIPOS DE CONMUTACIÓN 8M.					

MONTO TOTAL DE LA OFERTA \$ 322,313.00

CONDICIONES GENERALES COMERCIALES.

VIGENCIA DE LA OFERTA:..... LOS PRECIOS INDICADOS ESTAN SUJETOS A CAMBIOS SIN PREVIO AVISO

CONDICIONES DE PAGO:..... 50% DE ANTICIPO. SALDO CONTRA AVISO DE ENTREGA MEDIANTE DEPOSITO BANCARIO
A NOMBRE DE: SITCOM ELECTRONICS, S.A DE C.V.
LINEA BANAMEX

PRECIOS:..... PRECIOS NETOS, EN M.N. (NO INCLUYEN IVA)

GARANTIA:..... 18 MESES A PARTIR DE LA FECHA DE ENTREGA

OBSERVACIONES:..... LOS TIEMPOS DE ENTREGA Y CANTIDADES COTIZADAS PUEDEN VARIAR SIN PREVIO AVISO, CONFIRMAR PREVIA VENTA.

ATENTAMENTE.

ING. ARTURO SERAFIN HDZ.
Ejecutivo de ventas



SITCOM ELECTRONICS, S.A. DE C.V.
 INSURGENTES SUR # 3500 TORRE TELMEX 4to PISO
 CDL. PEÑA PORRE C.P. 14060
 TEL: 52440529
 FAX: 52440550

REG. SEC. PAT. NAL. No. 21327

DRESDENPARTNERS	FECHA:	04 DE ENERO DEL 2006
KM. 40 AUTOPISTA MEXICO-QRO.	SU REFERENCIA:	SIN / REF
PARQUE INDUSTRIAL XHALA, CUAUTITLAN IZCALLI	COTIZACION No.:	GVC. 041 / 2006
TEL - 5872 0422 5872 3068 FAX - 5872 3616	HOJA No.	1 DE 1 P.C. No.

AT N: ING. RICARDO ORTIZ BASTIDA

DESCRIPCION DEL PRODUCTO:

SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TARJETAS INALÁMBRICAS

SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACCESS POINTS

SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE SWITCHES

PARTIDA	CONCEPTO	CANTIDAD	PREC. UNIT.	IMPORTE \$	TIEMPO ENTREGA
1	TARJETAS INALÁMBRICAS	177.00	\$ 620.00	\$ 109,740.00	2 A 3 SEMANAS
SUBTOTAL ANTES DEL I.V.A.				\$ 109,740.00	

SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE 177 TARJETAS INALÁMBRICAS PARA EQUIPOS DE LAS SIGUIENTES ÁREAS: Dirección General, Biblioteca, Aulas de Enseñanza, Investigaciones A, Investigaciones B, Investigaciones C, Recepción, Farmacia, Aula Magna, Aulas de Investigaciones y Enseñanza, Residencia, Psiquiatría y Compras.
INCLUYE MATERIAL E INSTALACIÓN.

PARTIDA	CONCEPTO	CANTIDAD	PREC. UNIT.	IMPORTE \$	TIEMPO ENTREGA
2	ACCESS POINTS	13	\$ 4,700.00	\$ 61,100.00	DE 3 A 4 SEMANAS
SUBTOTAL ANTES DE I.V.A.				\$ 61,100.00	

SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE 13 ACCESS POINTS CISCO AIRONET 350

INCLUYE MATERIA E INSTALACIÓN.

PARTIDA	CONCEPTO	CANTIDAD	PREC. UNIT.	IMPORTE \$	TIEMPO ENTREGA
3	SWITCHES	7	\$ 390.00	\$ 2,730.00	DE 3 A 4 SEMANAS
SUBTOTAL ANTES DE I.V.A.				\$ 2,730.00	

SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE 7 SWITCHES 3 COM DE 8 PUERTOS 10/100, PARA LAS ÁREAS DE COMPRAS, INGENIERIA FARMACIA, RESIDENCIA MÉDICA, DIRECCIÓN GENERAL, AULAS DE INV. Y ENSEÑANZA INCLUYE MATERIAL E INSTALACIÓN.

MONTO TOTAL DE LA OFERTA \$ 173,570.00

CONDICIONES GENERALES COMERCIALES.

VIGENCIA DE LA OFERTA:..... LOS PRECIOS INDICADOS ESTAN SUJETOS A CAMBIOS SIN PREVIO AVISO

CONDICIONES DE PAGO:..... 50% DE ANTICIPO, SALDO CONTRA AVISO DE ENTREGA MEDIANTE DEPOSITO BANCARIO A NOMBRE DE: SITCOM ELECTRONICS, S.A DE C.V. LINEA BANAMEX

PRECIOS:..... PRECIOS NETOS, EN M.N. (NO INCLUYEN IVA)

GARANTIA:..... 18 MESES A PARTIR DE LA FECHA DE ENTREGA

OBSERVACIONES:..... LOS TIEMPOS DE ENTREGA Y CANTIDADES COTIZADAS PUEDEN VARIAR SIN PREVIO AVISO, CONFIRMAR PREVIA VENTA.

ATENTAMENTE.

ING. ARTURO SERAFIN HOZ
Ejecutivo de ventas

APÉNDICE

B

CONFIGURACIONES

```
hostname gw-InvC
!  
!  
enable password m3xic0
service password-encryption
!  
  
!  
no aaa new-model
ip subnet-zero
!  
!  
!  
!  
!  
interface FastEthernet0/0
no ip address
encapsulation isl
no shutdown
speed auto
!  
interface FastEthernet 0/0.1
ip address 192.168.1.1 255.255.255.192
description VLAN1, segmento de administracion
encapsulation isl 1
no shutdown
!  
interface FastEthernet 0/0.2
ip address 192.168.200.1 255.255.255.0
description VLAN2, segmento de Investigaciones
encapsulation isl 2
no shutdown
!  
interface FastEthernet 0/0.3
ip address 192.168.201.1 255.255.255.0
description VLAN3, segmento de Sihosco
encapsulation isl 3
```

```
no shutdown
!  
interface FastEthernet 0/0.4  
 ip address 192.168.202.1 255 255.255.0  
description VLAN4, segmento de Invitados  
encapsulation isl 4  
no shutdown
```

```
ip classless  
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 201.134.189.165  
ip http server  
ip http authentication local  
!  
!  
!  
!  
!
```

```
!  
line con 0  
line aux 0  
line vty 0 4  
 password m3xic0  
!  
!  
end
```

```
sw-Dir-1#  
sw-Dir-1#sh run  
Building configuration...
```

Current configuration:

```
!  
version 12.0  
no service pad  
service timestamps debug uptime  
service timestamps log uptime  
no service password-encryption  
!  
hostname sw-Dir-1  
!  
enable secret 5 $1$CC3X$B.d4DIW.qawlfloJB1HRw0  
!  
!  
!  
!  
!
```

```
!  
ip subnet-zero  
!  
!  
!  
interface FastEthernet0/1  
  description conexion hacia ap-Dir-1-192.168.201.5  
  switchport access vlan 3  
!  
interface FastEthernet0/2  
  description conexion hacia ap-Dir-2-192.168.202.2  
  switchport access vlan 4  
!  
interface FastEthernet0/3  
  description conexion hacia ap-Dir-3-192.168.202.3  
  switchport access vlan 4  
!  
interface FastEthernet0/4  
  switchport access vlan 2  
!  
interface FastEthernet0/5  
  switchport access vlan 2  
!  
interface FastEthernet0/6  
  switchport access vlan 2  
!  
interface FastEthernet0/7  
  switchport access vlan 2  
!  
interface FastEthernet0/8  
  switchport access vlan 2  
!  
interface FastEthernet0/9  
  switchport access vlan 2  
!  
interface FastEthernet0/10  
  switchport access vlan 2  
!  
interface FastEthernet0/11  
  switchport access vlan 2  
!  
interface FastEthernet0/12  
  switchport access vlan 2  
!  
interface FastEthernet0/13  
  switchport access vlan 2  
!  
interface FastEthernet0/14  
  switchport access vlan 2  
!
```

```

interface FastEthernet0/15
  switchport access vlan 2
!
interface FastEthernet0/16
  switchport access vlan 2
!
interface FastEthernet0/17
  switchport access vlan 2
!
interface FastEthernet0/18
  switchport access vlan 2
!
interface FastEthernet0/19
  switchport access vlan 2
!
interface FastEthernet0/20
  switchport access vlan 2
!
interface FastEthernet0/21
  switchport access vlan 2

!
interface FastEthernet0/22
  description trunk hacia sw-Dir-2-192.168.1.29
  switchport mode trunk

!
interface FastEthernet0/23
  description trunk hacia bp-Dir-1-192.168.1.28
  switchport mode trunk
!
interface FastEthernet0/24
  description trunk hacia sw-InvA-1-192.168.1.6
  switchport mode trunk
!
interface VLAN1
  ip address 192.168.1.30 255.255.255.192
  no ip directed-broadcast
  ip nat outside
!
  ip default-gateway 192.168.1.1
  ip nat inside source list 199 interface VLAN1 overload
  snmp-server engineID local 000000090200000628646EC0
  snmp-server community private RW
  snmp-server community public RO
  snmp-server community private@es0 RW
  snmp-server community public@es0 RO
!
line con 0
  exec-timeout 0 0

```

```
transport input none
stopbits 1
line vty 0 4
password m3xic0
login
line vty 5 15
password prueba0
login
!
end
```