

27



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**Análisis comparativo de redes de área local inalámbricas y  
alámbricas para pequeñas y medianas empresas mexicanas**

**Tesis que para obtener el título de Ingeniero Eléctrico Electrónico**

**Presenta**

**María Cristina Martínez Sosa**



**Director de tesis: Ing. Eduardo Carranza Torres**

**México, D.F.**

**Noviembre de 2002**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.

ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA

Autorizo a la Direccion General de Bibliotecas de la  
UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el  
contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Cristina

Martinez Sosa

FECHA: 06/11/02

FIRMA: [Signature]

RECIBO  
BIBLIOTECA

***En el Ingeniero se encuentra,  
más que en cualquier otra actividad humana,  
el principio de una voluntad creadora.***

**Otto Fritz**

## **DEDICATORIA**

**A Dios**

**A mis papás, por su amor incondicional, su apoyo, su comprensión, y su ejemplo maravilloso**

**A Fe, hermano, cómplice y amigo, por su enorme cariño y cuidado durante toda mi vida**

**A Ale, por su amistad maravillosa, su apoyo constante, y por ser mi hermana del alma**

**A mis abuelos, por su apoyo y cariño,**

**A mis tíos Raquel, Ale, Antonio, Liz, Caro y Manolo y mis primos Manolo, Regi y Dani, por su apoyo y cariño**

**A la Sra. Peláez y al Dr. Peláez, por su amor, su aliento y por ser los abuelos que la vida me regaló**

**A Lidia, por su amistad, su apoyo, su cariño, sus pláticas e innumerables cafés, por ser una mujer de ojos grandes**

**A Paula, Pepín y Oscar, por su confianza, amistad y cariño**

**A mi querida familia de Zacatecas y Ciudad Juárez**

**A mis amigos, todos y cada uno de ellos, porque han sido una bendición en mi vida. Dicen que los amigos son los hermanos que uno escoge. Gracias por los abrazos, por escuchar y aconsejar, por las risas, por el apoyo y las lágrimas, por tantos momentos maravillosos vividos y enseñanzas que me han brindado. Gracias por compartir la vida conmigo.**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por la vida

A la UNAM, por ser mi *alma mater* y cultivar en mí, el conocimiento y la razón, por ser el espejo de la nación y semillero de ideas

A la Facultad de Ingeniería, porque me ha enseñado mucho tanto académica como laboral y humanamente, y un reconocimiento especial a las personas que trabajan en ella y le dan vida

A mis maestros, porque han abierto frente a mí las puertas de un mundo nuevo

Al Ing. Eduardo Carranza Torres, por ser mi director de tesis

A mis sinodales, por sus correcciones, sugerencias y paciencia en la revisión de esta tesis

A Memo, por su apoyo incondicional, su ayuda y su ánimo para cerrar ciclos

A la Revista Ingeniería. Investigación y Tecnología

Al M. en I. Enrique Díaz Mora, por su confianza y su gran disposición para ayudarme en mi primera tesis

Al Ing. Fausto Hernández Murillo, por haber sido mi maestro, por su cariño y sus enseñanzas

A Chiapas y su gente, porque me enseñaron el valor de perseverar para cumplir los sueños

A mi tierra, llena de color, vida, contrastes y esperanza

INTRODUCCIÓN .....	1
<b>1. INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN LAS PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS (PyMEs).....</b>	<b>6</b>
<b>1.1. Situación actual de las PyMEs en México.....</b>	<b>7</b>
1.1.1. Criterio de clasificación de las pequeñas y medianas empresas	
1.1.2. Clasificación de las empresas mexicanas por sector	
1.2. La importancia de la innovación tecnológica en las PyMEs.....	10
1.3. Retos para la innovación tecnológica de las PyMEs.....	11
1.4. Condiciones básicas para la inversión tecnológica de las PyMEs.....	12
<b>2. REDES DE ÁREA LOCAL ALÁMBRICAS.....</b>	<b>14</b>
2.1. Redes de Comunicación.....	17
2.1.1. Redes conmutadas	
2.1.1.2. Redes de difusión	
2.2. Normas .....	18
2.2.1. Modelo de Referencia OSI (Interconexión de Sistemas Abiertos)	
2.2.1.1. Las siete capas del Modelo OSI	
2.2.2. Norma IEEE 802	
2.2.3. Proceso de Transmisión de Datos	
2.3. Panorama de Redes de Área Local.....	26
2.3.1. Red local	
2.3.2. Redes locales dependiendo de su ubicación	
2.3.3. Redes locales dependiendo su configuración	
2.3.3.1. Redes punto a punto (Peer to peer)	
2.3.3.2. Redes basadas en servidor	
2.3.4. Componentes de una red local	
2.3.5. Ventajas de las redes locales	
2.4. Segmentación e Interconexión de Redes para PyMEs.....	31
2.4.1. Segmentación de Red	

2.4.2.	Interconexión de redes	
2.4.3	Dispositivos de conexión de redes.	
2.4.3.1	Concentrador (Hub)	
	2.4.3.1.1. Clasificación de concentradores	
2.4.3.2	Repetidores	
2.4.3.3	Puentes (Bridges)	
2.4.3.4	Ruteador (Router)	
2.4.3.5	Pasarelas (Gateways)	
2.4.3.6.	Tarjetas de Interfaz de Red (NIC)	
2.5.	Medios de Transmisión.....	42
2.5.1.	Técnicas de Transmisión	
	2.5.1.1. Transmisión de Banda Base	
	2.5.1.2 Transmisión de Banda ancha	
	2.5.1.2.1. Multiplexación por división de frecuencias	
2.5.2.	Modulación	
2.6	Tipos de Cables para Redes de Transmisión de Información.....	46
2.6.1	Par trenzado	
	2.6.1.1. Categorías de cable de par trenzado	
2.6.2	Cable coaxial	
	2.6.2.1 Cable coaxial de banda base	
	2.6.2.2. Cable coaxial de banda ancha	
	2.6.2.3. Clave o nomenclatura de cada cable coaxial	
2.6.3	Cable de fibra óptica	
	2.6.3.1. Clasificación según su instalación	
	2.6.3.2. Clasificación según su longitud	
	2.6.3.3. Velocidades de transmisión	
	2.6.3.4. Clasificación según su ancho de banda	
	2.6.3.5. Aplicaciones de la fibra óptica	
	2.6.3.6. Análisis de ventajas y desventajas de la fibra óptica	
	2.6.4. Análisis comparativo de las características de los tipos de cables	
2.7.	Topología de una Red.....	56
2.7.1	Topología física	
	2.7.1.1 Topología en bus	
	2.7.1.1.1. Análisis de características de la topología en bus para PyMES	
	2.7.1.2 Topología en Anillo	
	2.7.1.2.1. Análisis de características de la topología en anillo para PyMES	
	2.7.1.3 Topología en estrella	
	2.7.1.3.1. Análisis de características de la topología en estrella para PyMES	
2.7.2	Topologías lógicas	
	2.7.2.1 Topología anillo – estrella	



2.7.2.1.1. Análisis de características de la topología anillo-estrella para PyMEs	
2.7.2.2 Topología bus – estrella.	
2.7.2.2.1. Análisis de características de la topología bus-estrella para PyMEs	
2.7.3. Elección de Topologías para Pequeñas y Medianas Empresas (PyMEs)	
2.7.3.1. Pautas básicas para la elección de topologías para PyMEs	
3. REDES DE ÁREA LOCAL INALÁMBRICAS.....	68
3.1 Introducción.....	69
3.1.1 La necesidad de las comunicaciones inalámbricas	
3.1.2 Demanda de conectividad inalámbrica en las empresas	
3.2 Panorama General de Redes Inalámbricas de Área Local.....	73
3.2.1. Definición de red inalámbrica de área local (WLAN)	
3.2.2. Antecedentes	
3.2.3. Avances de la tecnología de redes inalámbricas	
3.3. Dispositivos Inalámbricos para Redes De Área Local. ....	79
3.3.1. Puntos de acceso (AP)	
3.3.2. Adaptadores de red inalámbrica	
3.3.3. Puntos de extensión	
3.3.4. Antena direccional	
3.4 Topología y Configuraciones de las Redes de Área Local Inalámbricas.....	84
3.4.1. Topología de una red de área local (LAN) inalámbrica	
3.4.2. Configuraciones de una LAN inalámbrica.	
3.4.2.1. Redes ad-hoc o de igual a igual	
3.4.2.2. Un solo punto de acceso	
3.4.2.3. Red de infraestructura o de múltiples puntos de acceso	
3.5. Normas y Estándares Básicos para Comunicación Inalámbrica en Redes Locales.....	91
3.5.1. Antecedentes	
3.5.1.1. Banda ISM (Banda de uso industrial, científico y médico)	
3.5.2. Organismos normalizadores y consorcios para redes inalámbricas	
3.5.2.1. Subcomité IEEE 802.11	
3.5.2.2. Alianza para la Compatibilidad de Ethernet Inalámbrica	
3.5.2.3. Instituto de Estándares de Telecomunicaciones Europeo	

- 3.5.2.3. Bluetooth SIG
- 3.5.2.4. Home RF Working Group (HRFWG)

**3.5.3. Principales estándares de redes inalámbricas**

- 3.5.3.1. Estándar 802.11
- 3.5.3.2. Estándar 802.11b
- 3.5.3.3. Estándar 802.11a
- 3.5.3.4. HiperLAN
- 3.5.3.5. Estándar 802.11g
- 3.5.3.6. 5-UP
- 3.5.3.7. HomeRF
- 3.5.3.8. HiperLAN2
- 3.5.3.9. Home RF2

- 3.5.4. Análisis comparativo de los principales estándares para WLAN
- 3.5.5. Bluetooth
- 3.5.6. Uso de la banda de frecuencias de 2.4 GHz
- 3.5.7. Cumplimiento de norma ANSI para radiación RF
- 3.5.8 Norma Oficial Mexicana NOM-121-SCT1-1994
- 3.5.9. Cumplimiento de normativas

**3.6. Características de las Redes Inalámbricas de Área Local..... 108**

**3.6.1. Velocidad de las redes inalámbricas de área local**

- 3.6.1.1. Cambio dinámico de velocidad

**3.6.2. Integración transparente**

**3.6.3. Balanceo de carga**

**3.6.4. Fiabilidad de las redes inalámbricas de área local**

- 3.6.4.1. Desvanecimiento

- 3.6.4.2. Interferencias

**3.6.5. Distancia de las redes inalámbricas**

**3.6.6. Protocolo de administración de redes inalámbricas**

**3.6.7 Radiación de una WLAN**

**3.7. Seguridad de una Red Inalámbrica.....115**

**4. MEDIOS Y MODOS DE TRANSMISIÓN PARA REDES INALÁMBRICAS..... 119**

**4.1. Opciones de Transmisión en Redes Inalámbricas.....120**

**4.2. Transmisión por Infrarrojos (IR) .....121**

**4.2.1. Clasificación de Sistemas de Infrarrojos (IR)**

- 4.2.1.1. Sistemas infrarrojos de corta apertura o de línea de vista

- 4.2.1.2. Sistemas de gran apertura o difusos

**4.2.2. Restricciones de uso de transmisiones de infrarrojos**

**4.2.3. Características de la tecnología de Infrarrojos (IR)**

- 4.2.3.1. Ventajas de la tecnología IR

4.2.3.2. Limitaciones de la tecnología de IR	
4.2.3.3. Análisis comparativo de las ventajas y limitaciones de la tecnología de infrarrojos	
4.3. Transmisión por Radio Frecuencia.....	125
4.3.1. Modulación de la portadora en RF	
4.4. Transmisión en Banda Base y Banda Ancha.....	127
4.4.1. Trasmisión en banda base	
4.4.2. Transmisión en banda ancha	
4.5. Modulación en Espectro Disperso (SS) .....	128
4.5.1. Características de la transmisión en espectro disperso (SS)	
4.5.2. Análisis de ventajas y limitaciones del espectro disperso (SS)	
4.5.2.1. Ventajas del espectro disperso (SS)	
4.5.2.2. Limitaciones de la transmisión en espectro disperso (SS)	
4.5.3. Principales aplicaciones del espectro disperso (SS)	
4.5.4. Técnicas de modulación en espectro disperso	
4.5.4.1. Modulación en espectro disperso por salto de frecuencia (FHSS)	
4.5.4.2. Modulación en espectro disperso por secuencia directa (DSSS)	
4.5.4.3. Análisis comparativo entre FHSS Y DSSS	
4.5.4.4. Asignación de los canales DSSS.	
4.5.4.5. Limitaciones de productos comerciales para FHSS y DSSS	
4.6. Diseño de Protocolos de Acceso para Redes Inalámbricas.....	136
4.7. Modelo OSI para Redes Inalámbricas.....	137
4.7.1. Capa física.	
4.7.2. Capa de enlace de datos	
4.7.2.1. Subcapa de control de acceso al medio (MAC)	
4.7.3. Comunicación entre la capa de red y la capa de Enlace	
4.7.3.1. Servicios de comunicación de la capa de enlace.	
4.7.3.1.1. Servicio sin conexión y sin confirmación	
4.7.3.1.2. Servicio sin conexión y con confirmación	
4.7.3.1.3. Servicio con conexión y con Confirmación	
4.8. Mecanismos de Acceso al Medio para Redes Inalámbricas.....	143
4.8.1. Protocolos con arbitraje	
4.8.1.1. Acceso Múltiple por División de Frecuencia (FDMA)	
4.8.1.2. Acceso Múltiple por División de Tiempo (TDMA)	
4.8.1.3. Acceso Múltiple por División de Código (CDMA)	
4.8.2. Protocolos por contención	

4.8.2.1. Acceso Múltiple por Detección de Portadora con Detección de Colisiones (CSMA/CD)

4.8.2.2. Acceso Múltiple por Detección de Portadora con Prevención de Colisiones (CSMA/CD)

4.8.2.2.1. Problema de terminal oculta o nodo oculto

4.8.2.2.2. Mecanismo de intercambio de mensajes con reconocimiento positivo

**5. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE REDES INALÁMBRICAS Y ALÁMBRICAS PARA PyMEs..... 152**

5.1. Análisis de Beneficios de las Redes de Área Local Inalámbricas y Alámbricas para PyMEs.....152

5.2. Limitaciones de las Redes Inalámbricas y Alámbricas para PyMEs.....156

5.3. Análisis de Costos.....157

5.4. Redes Híbridas LAN y WLAN.....160

**6. REDES INALÁMBRICAS PARA LAS PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS (PyMEs)..... 162**

6.1. La conectividad inalámbrica para las PyMEs.....162

6.2. Aplicaciones de las Redes Inalámbricas para PyMEs..... 165

6.2.1. Uso en aplicaciones móviles

6.2.2. Centros de trabajo con requisitos similares de configuración

6.2.3. En edificios históricos

6.2.4. Lugares difíciles o imposibles de cablear

6.2.5. Acceso a la información desde cualquier lugar de un edificio

6.2.6. Utilización de redes inalámbricas para proyectos temporales

6.2.7. Instalación de una red LAN rápidamente

6.2.8. Conectar dos lugares separados varios kilómetros

6.2.9. Necesidad de reconfigurar la red con frecuencia

6.3. Ejemplo Práctico de La Utilización de una Red Inalámbrica en una Mediana Empresa.....173

**7. FUTURO DE LAS REDES INALÁMBRICAS PARA LAS PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS..... 175**

7.1. Uso dual de tecnologías IEEE 802.11ª Y 802.11b.....178

7.2. Futuro de los estándares IEEE 802.11.....180

7.3. Tecnologías de redes emergentes en 2002.....181

CONCLUSIONES.....	183
BIBLIOGRAFÍA.....	186
GLOSARIO.....	192

# INTRODUCCIÓN

## **INTRODUCCIÓN.**

México cuenta con 52,678 micro pequeñas y medianas empresas (septiembre 2002) que generan el 40% del PIB del país<sup>1</sup>.

En un entorno donde la tecnología avanza a grandes pasos, las pequeñas y medianas empresas han entrado al mundo de las redes de comunicación, pues necesitan mantener su información al día y tener flexibilidad para poder crecer y sobrevivir en un mercado altamente competitivo.

El acceso a la red de la empresa se ha hecho cada vez más importante pues, en la actualidad, se exige que los empleados tengan movilidad dentro de la empresa y acceso a recursos críticos y a la información real en cualquier momento dado

En la industria, es más notoria esta necesidad, pues con un mínimo de 31 empleados para una pequeña empresa y un máximo de 500 para una empresa mediana, la organización requiere poner al día sus inventarios, saber que está pasando en cada departamento y poder comunicar la información actual de las necesidades de su planta a los empleados.

El atractivo de las comunicaciones inalámbricas para las pequeñas y medianas empresas (PyMEs) es fácil de entender - ¿para qué preocuparse por cables, cuando se puede no depender de ellos? - Pero lo cierto es que hasta hace poco, la tecnología de redes inalámbricas ha sido considerada demasiado cara y lenta para poder utilizarse en las pequeñas y medianas empresas.

Varios factores se han combinado para cambiar esta situación, convirtiendo a las redes inalámbricas de área local en una opción viable para el mercado

---

<sup>1</sup> <http://www.contactopyme.gob.mx>

empresarial. En primer lugar, el trabajo en las empresas se ha vuelto cada vez más móvil por el mayor uso de computadoras portátiles, agendas personales y teléfonos celulares.

Pero no todo es perfecto para las redes inalámbricas, porque su velocidad sigue quedando corta a las expectativas de las compañías y para muchas de éstas organizaciones no son una posibilidad por costos o por el tamaño de la empresa.

Es importante, por estas razones, analizar las ventajas que ofrecen tanto las redes alámbricas como las inalámbricas para las pequeñas y medianas empresas (PyMEs) mexicanas en crecimiento.

El presente trabajo, a través del análisis de los diferentes tipos de redes de área local busca coadyuvar a la toma de decisiones, de las pequeñas y medianas empresas, con respecto a sus necesidades internas de comunicación de información. Por ello, a través de la tesis, se ofrecen criterios de elección para orientar a las PyMEs en la toma de decisiones para la elección de una red, más no se mencionan marcas o empresas concretas, para mantener la validez académica del estudio.

A continuación se presenta una breve descripción del contenido de cada capítulo:

En el **Capítulo 1. Innovación Tecnológica de las Pequeñas y Medianas Empresas (PyMEs)**, se ofrece una semblanza de la situación actual de las PyMEs en México, así como la importancia y los retos de la innovación tecnológica para las pequeñas y medianas empresas mexicanas.

En el **Capítulo 2. Redes de Área Local (LAN)**, se muestra un panorama general de los conceptos básicos de redes de área local inalámbrica incluyendo



las normas y estándares que la rigen. Se señalan los dispositivos necesarios para la conexión de redes alámbricas, así como los tipos de cableado utilizados. Asimismo, se realiza un análisis de las topologías de red existentes y se ofrecen algunas pautas de elección de topologías para PyMEs.

En el **Capítulo 3. Redes de Área Local Inalámbrica (WLAN)**, se esboza un panorama de las características principales de las redes de área local inalámbricas actuales. Asimismo, se analiza las necesidades de conectividad sin cable en las empresas y los avances que ha habido en los últimos años en la comunicación inalámbrica. Asimismo, se presentan los estándares y normas utilizados por las redes inalámbricas y se realiza una comparativa de sus características.

En el **Capítulo 4. Medios y modos de Transmisión para Redes Inalámbricas**, se describen y analizan los medios y modos de transmisión disponibles para redes inalámbricas. Asimismo se presentan las técnicas de modulación existentes y sus características, ventajas y limitaciones, para las PyMEs.

En el **Capítulo 5. Análisis comparativo entre las Redes Inalámbricas y las Alámbricas para PyMEs**, se estudian sus características y su conveniencia para las PyMEs. Asimismo, se habla sobre las redes híbridas y sus características para las PyMEs mexicanas.

En el **Capítulo 6. Redes Inalámbricas para PyMEs**, se plantean las proyecciones de uso de las redes inalámbricas, así como las aplicaciones y beneficios que podrían representar ventajas competitivas para las PyMEs mexicanas. Asimismo, se presenta un ejemplo práctico y se plantea el uso de redes inalámbricas para proyectos temporales

**En el Capítulo 7. Futuro de las redes inalámbricas, se presenta una serie de proyecciones de lo que se espera para los próximos años en el ámbito de las redes inalámbricas de área local y se analizan sus limitaciones que deberá vencer y los alcances probables de esta tecnología. También se mencionan los avances en estandarización y el uso de tecnología dual.**

# 1. INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN LAS PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS (PYMES)

---

# 1. INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN LAS PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS (PyMEs)

## 1.1. SITUACIÓN ACTUAL DE LAS PyMES EN MÉXICO

En México, las micro, pequeñas y medianas empresas suman el 99.3 % de las compañías existentes en el país.<sup>2</sup> (Septiembre 2002)

Las micro, pequeñas y medianas empresas generan el 60 por ciento de los empleos del país, según datos de Nacional Financiera<sup>3</sup>.

### 1.1.1. Criterio de clasificación de las pequeñas y medianas empresas (PyMEs)

El criterio de estudio para clasificar a la micro, pequeña, mediana y gran empresa es el propuesto por la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, en función al número de empleados, según lo publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de marzo de 1999 (Tabla 1.1):

<i>Tamaño</i>	<i>Industria</i>	<i>Comercio</i>	<i>Servicios</i>
<i>Microempresa</i>	0 – 30	0 – 5	0 - 20
<i>Pequeña empresa</i>	31 - 100	6 – 20	21 – 50
<i>Mediana empresa</i>	101 - 500	21 – 100	51 – 100
<i>Gran empresa</i>	+ de 500	+ de 100	+ de 100

**Tabla 1.1. Clasificación de empresas por número de empleados <sup>4</sup>**

<sup>2</sup> *Cfr.* [www.contactopyme.gob.mx](http://www.contactopyme.gob.mx)

<sup>3</sup> MARTIARENA & SALAZAR. *Fracasa en 2 años el 50% de PyMES. REFORMA.* Pág. A1. Año 9 #3114. 24/09/02

<sup>4</sup> DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN, 30 de marzo de 1999

### 1.1.2. Clasificación de las empresas mexicanas por sector

A continuación se presenta la clasificación de las empresas mexicanas por sector (Tabla 1.2). Cabe notar que la gran mayoría de ellas están concentradas, en el sector comercial.

SECTOR	MICRO	PEQUEÑA	MEDIANA	GRANDE	TOTAL
<b>INDUSTRIAL</b>					
Agropecuario	212	56	21	3	292
Minería	208	22	43	18	291
Industria Manufacturera	36,788	5,735	3,857	1,249	47,629
Construcción	13,096	1,072	305	55	14,528
Total Industrial	50,304	6,885	4,226	1,325	62,740
<b>COMERCIAL</b>					
Comercial	370,808	27,212	7,008	1,587	406,615
Total Comercial	370,808	27,212	7,008	1,587	406,615
<b>SERVICIOS</b>					
Comunicaciones	4,197	654	310	352	5,513
Servicios	114,784	4,548	1,835	1,475	122,642
Total Servicios	118,981	5,202	2,145	1,827	128,155
<b>Total</b>	<b>540,093</b>	<b>39,299</b>	<b>13,379</b>	<b>4,739</b>	<b>597,510</b>

**Tabla 1.2. Clasificación de empresas por sector<sup>5</sup>**

<sup>5</sup> <http://www.contactopyme.gob.mx>

### 1.1.3. Clasificación de las empresas mexicanas por participación en el mercado

A continuación se muestra la clasificación de empresas de acuerdo a su participación en el mercado (Tabla 1.3).

La participación de las pequeñas y medianas empresas en el mercado mexicano es 8.8% y en septiembre del 2002, existían 52,678 PyMEs en el país<sup>6</sup>.

<i>Tamaño</i>	<i>Número</i>	<i>Participación</i>
<i>Micro</i>	540 093	90 390%
<i>Pequeña</i>	39 299	6 577%
<i>Mediana</i>	13 379	2 239%
<i>Grande</i>	4 739	0 793%
<i>Total</i>	597 510	100 0 %

**Tabla 1.3 Clasificación de empresas por participación<sup>7</sup>**

<sup>6</sup> <http://www.contactopyme.gob.mx>

<sup>7</sup> *Cfr.* SISTEMA DE INFORMACIÓN EMPRESARIAL MEXICANO y REFORMA

## 1.2. LA IMPORTANCIA DE LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN LAS PyMES

"La competitividad y la productividad constituyen los factores clave de éxito en el contexto actual y, el mejoramiento continuo y la innovación tecnológica, las estrategias fundamentales para sustentar la supervivencia y el desarrollo de las empresas".<sup>8</sup>

Las pequeñas y medianas empresas, para poder salir adelante en el mercado, necesitan afrontar los nuevos retos tecnológicos que va imponiendo la competitividad empresarial, deben ser capaces de cambiar rápidamente, y transformarse tan rápido como se modifica su entorno.

Más del 50 por ciento de las pequeñas empresas del país fracasan en un periodo de dos años, a partir del momento de su constitución, principalmente por falta de cultura empresarial, según estimaciones de la Secretaría de Economía<sup>9</sup>.

Santiago Macías, Coordinador General del Comité Nacional de Productividad e Innovación Tecnológica (Compite) advierte que "en la medida de que una empresa deje de actualizarse y no mejore su operación...no sobrevivirá a la competencia global."<sup>10</sup>

A pesar de que se ha dicho que tradicionalmente las PyMEs mexicanas han demostrado cierta lentitud a la hora de afrontar los nuevos retos tecnológicos, lo cierto es que hoy en día, las PyMEs están conscientes de la necesidad de aprovechar las oportunidades que les brindan los avances tecnológicos, sobre todo en el ámbito de las comunicaciones.

Esto no significa solamente la implantación de una solución, sino también estar al corriente de los últimos avances, y asumir las actualizaciones necesarias, lo que sin duda complica este tipo de proyectos.

---

<sup>8</sup> MOTOMOCHI BERMEA, B. La innovación tecnológica. Oportunidad o amenaza. *Administrate hoy.* p.3 Junio 2002

<sup>9</sup> Ibid

<sup>10</sup> PEDRERO, F. *Requieren PyMES más capacitación.* REFORMA. Negocios. Pág 9. 24/06/02

### **1.3. RETOS PARA LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA DE LAS PyMES**

**"El desarrollo de las pequeñas y medianas empresas, representa la fuente de las grandes empresas mexicanas del futuro y su sostenibilidad, y asegura la permanencia de un gran número de empleos."<sup>11</sup>**

**Esto implica que las PyMEs tienen que enfrentar muchos retos, tales como:**

- Las nuevas empresas deben nacer competitivas mediante la diferenciación basada en una solución tecnológica propia.**
- Tener un marco de referencia estratégico por medio del cual se busque, seleccione y procese la información tecnológica para sustentar las decisiones y acciones que se requieran a nivel competitivo.**
- Promover un desarrollo tecnológico que contribuya a un incremento de la competitividad y productividad de la empresa.**

---

<sup>11</sup> MOTOMOCHI BERMEA Op. Cit p. 5



#### **1.4. CONDICIONES BÁSICAS PARA LA INVERSIÓN TECNOLÓGICA DE LAS PyMES.**

Toda PyME que quiere permanecer y sobresalir en el mercado, debe estar consciente de la necesidad de que sus datos y transacciones permanezcan seguros y verificar que la tecnología responda a las expectativas que había levantado y a la inversión realizada en la misma. De hecho, la inversión en un determinado proyecto va unida a la firme convicción de que soportará las necesidades del negocio.

Para cualquier pequeña o mediana empresa hay cuatro condiciones fundamentales a la hora de afrontar una inversión tecnológica:

- Costos
- Seguridad
- Fiabilidad tecnológica
- Capacitación tecnológica del personal

La falta de capacitación tecnológica entre el personal de las empresas ha venido a incrementar el problema de los costos. En muchas ocasiones, el no disponer de un director de Tecnologías de la Información (TI) o simplemente de suficiente personal especializado en este campo complica la evolución tecnológica de las PyMEs, lo que conduce a que las soluciones para este subsegmento de mercado se caractericen por su facilidad de instalación, configuración y utilización.

Las necesidades que se busca cubrir al hacer una inversión tecnológica son entre otras:

- Reducir costos, considerando que suelen disponer de presupuestos reducidos

- **Facilidad de instalación, configuración y uso de las tecnologías debido a la falta de personal calificado**
- **Simplificar transacciones**
- **Compartir recursos entre los empleados**
- **Racionalizar los procesos de negocio**
- **Incrementar la comunicación, tanto interna como externa**

# **CAPÍTULO 2**

## **REDES**

### **DE ÁREA**

#### **LOCAL (LAN)**

## 2. REDES DE ÁREA LOCAL ALÁMBRICAS

La sociedad actual se caracteriza por una innovación tecnológica sin precedentes en la historia contemporánea. Dos de los apoyos en la evolución de esta sociedad en la que vivimos son las comunicaciones y la computación.

"Uno de los grandes avances dentro del mundo de la informática nació en 1970, momento en que la red *Ethernet* fue desarrollada: un conjunto de máquinas que podían intercambiar información de forma efectiva. Lentamente, esta opción iba a llegar a estar al alcance de todo el mundo. Actualmente, es el tipo de red más extendida. De todos modos, la idea básica no era tan nueva en aquel momento, ya que la comunicación por cable puede remontarse a inventos como el telégrafo o el teléfono, aunque sí que era innovadora la manera de resolver el problema de dividir un medio compartido"<sup>12</sup>.

Las redes para PyMEs surgen para solucionar problemas clásicos de las empresas, como por ejemplo, los siguientes casos:

- En una pequeña empresa, donde las computadoras del personal no están conectadas a la impresora. Cada vez que alguien quiere imprimir, tiene que guardar la información en un disquete y físicamente traer el disco a la única computadora que está conectada a la impresora. En el transcurso del día, cada empleado tiene que imprimir varios documentos, por los que debe interrumpir su trabajo, ir a otra computadora y esperar a que se desocupe para poder imprimir los documentos que necesita o retrasar su trabajo y el de otros empleados hasta el final del día cuando imprima todos sus documentos.

---

<sup>12</sup> ARNEDE, J. *Redes Locales Inalámbricas*.  
<http://www.uoc.edu/web/esp/art/uoc/arnedo0202/arnedo0202.html>

- Empleados en una oficina de ventas necesitan usar constantemente el fax e invierten mucho tiempo, esperando a que se desocupe, para poder mandar la información necesaria para realizar una venta. La situación se ha vuelto un cuello de botella y el porcentaje de ingresos por ventas han bajado, pues hay un solo fax conectado a una computadora y sólo una persona puede utilizarlo.
- Una pequeña empresa tiene tres sucursales en diferentes áreas geográficas. Debido a la necesidad de comunicar información entre la oficina central y las sucursales, se pierde mucho tiempo enviando o esperando faxes con la información necesaria y creando paquetes para enviarlos por mensajería.
- En una mediana empresa que se dedica a consultoría, múltiples personas necesitan trabajar sobre el mismo documento, por ejemplo, sobre el borrador de un proyecto. Entonces se tiene que invertir mucho tiempo en copiar el archivo a disquete, copiarlo en las máquinas de los empleados que están trabajando en este proyecto y a medida que cada persona va trabajando en el proyecto, cada vez es más difícil unir los cambios y saber cuál es la última versión del borrador para la empresa. Como resultado, los empleados acaban trabajando diferentes versiones del proyecto, corrigiendo las mismas cosas o trabajando sobre datos erróneos o no actualizados.

## **2.1. REDES DE COMUNICACIÓN**

Dependiendo de los procesos utilizados para transmitir la información, las redes de comunicación se dividen en dos grupos principales:

- Redes conmutadas
- Redes de difusión

### **2.1.1. Redes conmutadas**

Están formadas por un conjunto de nodos conectados entre sí por canales de comunicación rígidos (cables), con los cuales forman mallas extensas de cableado y nodos, que van conectándose o desconectándose con el fin de encaminar la información hacia su destino; a este conectar y desconectar es a lo que se le conoce como conmutación. Dos ejemplos de conmutación son la comunicación telefónica y el telégrafo.

### **2.1.1.2 Redes de difusión**

En una red de difusión, todos los nodos comparten el mismo canal de comunicación. Esto quiere decir que cuando se transmite un mensaje, éste es recibido por todos los nodos que comparten el canal. Este tipo de redes no requieren de nodos intermedios de conmutación.

Entre las redes de difusión más comunes, se encuentran, la comunicación por radio y por satélite y las redes de área local.

## **2.2 NORMAS**

Para poder establecer una comunicación entre computadoras, es necesario contar con una serie de normas que regulen este proceso.

Al principio de la computación, cada fabricante establecía los procedimientos de comunicación entre sus computadoras, siendo muy difícil, por no decir imposible, la comunicación entre computadoras de fabricantes distintos.

Con el paso del tiempo y debido a la mayor cantidad de computadoras de fabricantes distintos, se fue haciendo necesario disponer de normas comunes o protocolos que permitieran la intercomunicación entre todas las computadoras.

Se entiende por protocolo al conjunto de reglas que hacen posible el intercambio fiable de comunicación entre dos equipos informáticos.

De todos los protocolos propuestos, destaca el modelo OSI cuya traducción al español es Interconexión de Sistemas Abiertos, que fue propuesto por la Organización Internacional de Normalización (ISO).

### **2.2.1. Modelo de Referencia OSI (Interconexión de Sistemas Abiertos)**

Las siglas OSI (Open System Interconnections) se refieren a la definición de una serie de normas para conectar diferentes equipos y así lograr la comunicación entre ellos. Este modelo fue aprobado en el año de 1983 y continuamente está sujeto a revisiones y cambios.

“Este modelo propone dividir en niveles todas las tareas que se llevan a cabo en una comunicación entre computadoras. Todos los niveles estarían bien

definidos y no interferirían con los demás; de ese modo, si fuera necesaria una corrección o modificación en un nivel, no se afectaría al resto"<sup>13</sup>

### **2.2.1.1. Las siete capas del Modelo OSI**

Debido a que la tarea de controlar la comunicación a través de una red de computadoras es muy compleja para ser definida por solo un estándar, la ISO dividió la tarea en siete subtareas, y el modelo OSI en siete correspondientes capas como se muestra en la figura 2.1.

En total son siete niveles, de los cuales, los cuatro primeros tienen función de comunicación y los tres restantes, de proceso:

- 1) Físico: Eléctrico.
- 2) Enlace: Punto a punto.
- 3) Red: Encaminamiento.
- 4) Transporte: Extremo a extremo.
- 5) Sesión: Diálogo ordenado.
- 6) Presentación: Representación de los datos.
- 7) Aplicación: Semántica de los datos.

A continuación se explican las funciones de cada uno de los niveles:

#### **1) Capa física.**

En la capa física se convierte la información en bits que se enviarán a través del medio físico al cual está conectada la computadora.

---

<sup>13</sup> *Ibid.* pág 29



En este nivel se definen las características eléctricas y mecánicas de la red necesarias para establecer y mantener la conexión física. Es necesario especificar tanto la forma y dimensión de conectores, cables y el tipo de señales que se transmitirán por la red.

Esta capa define el voltaje utilizado y cualquier clase de encriptación necesaria para convertir los bits en señales eléctricas.

Los dispositivos como los hubs, los repetidores y los transmisores, operan en esta capa.

## **2) Capa de enlace.**

Es responsable de establecer y mantener el flujo de datos que hay entre los usuarios. En esta capa se da el formato de los paquetes de información, el cual debe ser igual tanto para el transmisor como para el receptor.

En la capa de enlace se realiza la detección de errores para saber si los paquetes de información llegaron completos.

Esta capa corrige los errores que haya habido y controla qué computadora puede acceder a la red en un momento dado.

## **3) Capa de red.**

Las funciones de la capa de red son: la regulación del tráfico, la gestión y administración de los datos sobre la red. Se encarga de direccionar los datos y

determinar por donde se deben de transmitir los datos dentro de la red basándose en el tráfico de la red, los niveles de prioridad y otros factores.

#### **4) Capa de transporte.**

La misión de esta capa es entregar la información sin errores y en la secuencia correcta. Asegura la transferencia de la información a pesar de los fallos que pudieran ocurrir en los niveles anteriores. En esta capa se encuentran las funciones de detección de colisiones, bloqueos y rupturas del sistema.

#### **5) Capa de sesión.**

En esta capa es donde se organiza la información de tal manera que se parten los datos que se quieren enviar en pequeños paquetes de forma que varios usuarios puedan utilizar la red de forma simultánea. Es decir, organiza las funciones que permiten que dos usuarios se comuniquen a través de la red.

Las funciones básicas de administración de red, tales como seguridad y permisos, son implantadas en esta capa. Esta capa también cumple la función de instalar puntos de verificación en el flujo de datos, de tal manera que si hay una falla en la red, la computadora que envía la información sólo necesita retransmitir la información enviada después del último punto de verificación.

#### **6) Capa de presentación.**

Esta capa realiza varias funciones con la información. Su principal función es obtener los datos de la capa de aplicación y traducir la información del formato de la máquina a un formato entendible para los usuarios.

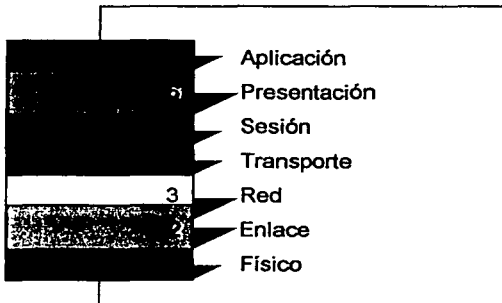
Si se utiliza encriptación, esta es la capa donde ocurre la encriptación. También se encarga del control de todos los periféricos y de la compresión de datos para reducir el tamaño de la información que va a la red.

### 7) Capa de aplicación.

Su principal interés es la interacción del usuario con la computadora. Se encarga del intercambio de información entre los usuarios y el sistema operativo.

Los servicios en este nivel incluyen el uso de aplicaciones como el correo electrónico, la transferencia de archivos. Es donde se realizan las funciones que el usuario observa como ejecutar una aplicación cliente-servidor.

A continuación, se muestra un esquema de las siete capas del modelo OSI (Figura 2.1).



**Figura 2.1 Las siete capas del modelo OSI**

### 2.2.2. Norma IEEE 802

El Instituto de Ingenieros Eléctricos Electrónicos (IEEE) es otro organismo que ha buscado normalizar la comunicación entre computadoras.

“Al mismo tiempo que el ISO estaba desarrollando el modelo OSI, el IEEE también estaba desarrollando estándares para las tarjetas de interfaz de red y las conexiones físicas. Este esfuerzo es conocido como Proyecto 802 (por el año y el mes cuando fue comenzado – Febrero de 1980)”<sup>14</sup>.

El proyecto del IEEE resultó en las Especificaciones 802, que indica que una red local es un sistema de comunicaciones que permite que varios dispositivos se comuniquen entre sí, incluso de distintos proveedores. Para esto, definieron, entre otras cosas, el tamaño de la red, la velocidad de transmisión, los dispositivos conectados, el reparto de recursos y la fiabilidad de la red.

Las especificaciones IEEE 802 se enfocaron en los dos niveles inferiores del modelo OSI, la capa física y la de red, y se han vuelto los estándares principales para estos niveles, ya que definen: la forma de transmitir los datos, las velocidades, la protección contra errores y el control de las comunicaciones.

Los proyectos del ISO y del IEEE se desarrollaron de manera simultánea y ambos comités intercambiaron información.

Los productos de un determinado proveedor, desarrollados de acuerdo con los estándares de la IEEE y el modelo OSI, están garantizados para ser operados con productos ofrecidos por otros proveedores. De esta manera, los usuarios pueden seleccionar productos individuales de distintos proveedores y tener la seguridad de que estos productos trabajarán juntos.

---

<sup>14</sup> MCSE. *Networking Essentials Exam Guide*. Ed. Que. Pág. 64

Entre las distintas especificaciones de la norma 802 se encuentran:

Número	Categoría
802.1 *	Control de temas comunes gestión de la red mensajería etc
802.3 *	Desarrollo del bus CSMA/CD
802.4*	Red de Área Local Token-Bus
802.6 *	Especificaciones para una Red Metropolitana (MAN)
802.10	Seguridad de la Red
802.11	Redes Inalámbricas

**Tabla 2.1 Especificaciones de la norma 802**

### 2.2.3. Proceso de Transmisión de Datos

"Toda comunicación se puede dividir en tres fases: establecimiento de la comunicación, transferencia de la información y terminación".<sup>15</sup>

La transmisión de datos, a través de una red, conlleva una serie de procedimientos, tomando en cuenta el modelo de referencia ISO/OSI, que va desde la capa de aplicación hasta llegar a la capa física en el transmisor, y de manera inversa en el receptor, hasta la presentación de los datos.

Para transmitir la información se debe distribuir en bloques de una longitud dada, en un orden determinado y con un control de errores que permita comprobar que todos y cada uno de los datos enviados son iguales a todos y cada uno de los bits recibidos. De tal manera, que si se produjera un error en uno de los

---

\* Estas normas son únicamente para redes alámbricas

<sup>15</sup> Op. Cit. RAYA, JL. Pág. 32

bloques, solamente sería necesario volver a transmitir ese bloque, sin necesidad de repetir toda la transmisión.

La transferencia de la información, se controla dependiendo del protocolo que se utilice, y deberá realizar las siguientes funciones:

- Sincronizar la comunicación.
- Controlar los errores de la transmisión.
- Coordinar la comunicación.
- Recuperar la información ante las fallas que se produzcan

En la actualidad, uno de los protocolos más importantes para las redes locales basadas en Ethernet IEEE 802.3, es el Protocolo de Acceso Múltiple por Detección de Portadora con Detección de Colisiones (CSMA/CD).

## **2.3. PANORAMA DE REDES DE ÁREA LOCAL**

### **2.3.1. Red local**

Una red local es un sistema de interconexión entre computadoras que permite compartir recursos e información. Existe un servidor para permitir compartir archivos y datos y cada usuario tiene su propia computadora.

Es necesario contar, además de con las computadoras correspondientes, con las tarjetas de red, los cables de conexión, los dispositivos periféricos y el software apropiado.

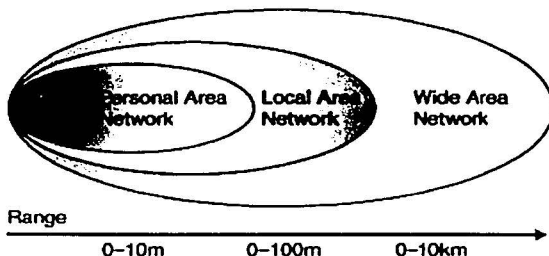
Las redes locales se pueden clasificar conforme a su ubicación y dependiendo de su configuración.

### **2.3.2. Redes locales dependiendo de su ubicación**

Según su ubicación, se pueden distinguir tres tipos de redes:

- **LAN (Local Area Network)**. Si se conectan todas las computadoras dentro de un mismo edificio.
- **WAN (Wide Area Network)**. Si están instalados en edificios diferentes.
- **MAN (Metropolitan Area Network)**. Si se encuentran distribuidos en distancias contenidas dentro del ámbito urbano.

En la Figura 2.2 se muestra un esquema de redes locales dependiendo de su ubicación. Cabe hacer notar que el criterio principal de la definición de cada tipo es la distancia hasta donde puede llegar, siendo para las PAN una distancia de 10 metros aproximadamente, para la LAN de 1000 metros y para la WAN de 10 km.



**Figura 2.2. Redes locales dependiendo de su ubicación**

### **2.3.3. Redes locales dependiendo su configuración**

Según la forma en que estén conectadas las computadoras, se pueden establecer dos categorías principales:

- Redes punto a punto (peer to peer).
- Redes basadas en servidores centrales.



### **2.3.3.1 Redes punto a punto (Peer to peer)**

Un circuito punto a punto es un conjunto de medios que hace posible la comunicación entre dos o más computadoras determinadas de forma permanente.

Cada computadora actúa como servidor (compartiendo recursos) y como cliente (usando recursos). No existe un control centralizado sobre recursos tales como archivos o impresoras. Los individuos simplemente comparten recursos con quien quieren y a la hora que quieren.

Todas las computadoras son iguales, en el sentido que no hay alguna que tenga una prioridad más alta para acceder a los recursos.

La ventaja de esta configuración es que es relativamente fácil de instalar, no es costosa, no se necesitan paquetes de software adicionales y el control local de los recursos es mantenido por los usuarios individuales.

### **2.3.3.2. Redes basadas en servidor**

Es la configuración más utilizada en las empresas hoy en día. Están basadas en servidores centrales, de acuerdo al modelo básico cliente-servidor, donde existe una computadora que se utiliza como servidor y las demás como usuarios o clientes.

Para los usuarios, es más sencillo este tipo de red, porque no tienen que aprender contraseñas múltiples y los archivos y programas son más sencillos de localizar porque se encuentran en un servidor específico, en lugar de estar localizados en diferentes computadoras a lo largo de una red.

Para una compañía que va creciendo, otra ventaja de esta configuración, es la posibilidad de crecimiento de la red conforme lo necesita la empresa. Están configuradas para permitir el acceso a usuarios múltiples a recursos compartidos.

Sus dos mayores desventajas son el costo, ya que tanto el software como el hardware para el servidor pueden ser muy costosos, y que se requiere un administrador de red de tiempo completo.

### **2.3.4 Componentes de una red local**

En la tabla 2.2 se muestran los componentes imprescindibles de una red local que son:

- 1. Computadoras. Realizan la comunicación de los usuarios con la red.*
- 2. Periféricos. Son distintos dispositivos que cubren las necesidades de funcionamiento de la red.*
- 3. Interfaces. Conectan y hacen posible la comunicación entre los dispositivos de una red local o conectan distintas redes.*
- 4. Topologías. Son la unión física de conexión entre los dispositivos de la red.*
- 5. Medios de transmisión. Proporcionan el enlace físico que lleva la información de un lugar a otro de la red.*
- 6. Protocolos. Son las reglas que controlan el intercambio de información.*
- 7. Aplicaciones. Llevan a cabo el trabajo solicitado por el usuario.*
- 8. Sistema operativo de red y utilidades. Realizan los procedimientos de seguridad y control de la red.*

**Tabla 2.2. Componentes de una red local**

### **2.3.5. Ventajas de las redes locales**

Las redes locales proporcionan la facilidad de compartir recursos entre sus usuarios. Entre las ventajas de utilizar una red, se encuentran:

- Posibilidad de compartir periféricos costosos, como impresoras laser, modems, fax, scanners, etc.
- Posibilidad de compartir grandes cantidades de información a través de distintos programas, bases de datos, etc., de manera que sea más fácil su uso y actualización.
- Reduce e incluso elimina la duplicidad de trabajos.
- Reemplaza o complementa microcomputadoras de forma eficiente y con un costo reducido.
- Establece enlaces, de tal manera que una computadora de gran potencia actúa como servidor, haciendo que los recursos disponibles estén accesibles para las computadoras personales conectadas.
- Permite utilizar el correo electrónico para enviar o recibir mensajes de diferentes usuarios de la misma red o incluso de redes diferentes.

En un principio, la instalación de una red se utiliza para compartir los dispositivos periféricos o de salida de costo elevado, pero a medida que va creciendo la red, el compartir estos dispositivos, pierde relevancia en comparación con otras ventajas.

"Las redes enlazan también a las personas, proporcionando una herramienta efectiva para la comunicación a través del correo electrónico. Los mensajes se envían instantáneamente a través de la red, los planes de trabajo pueden actualizarse tan pronto como ocurran cambios y se pueden planear reuniones sin necesidad de realizar llamadas telefónicas"<sup>16</sup>.

---

<sup>16</sup> Raya, J.L. Redes Locales y TCP/IP. Ed. Alfa Omega, Pág. 2

## **2.4 SEGMENTACIÓN E INTERCONEXIÓN DE REDES PARA PyMES**

“Cuando las empresas se van expandiendo y empiezan a utilizar más sus redes, llega un momento en el que se superan las capacidades de la red actual”<sup>17</sup>

Las pequeñas y medianas empresas se han topado con que conforme van creciendo, necesitan aumentar el número de estaciones de sus redes.

En ocasiones, existen varias redes dentro de una empresa, incluso con características distintas, por lo que también se ha vuelto necesario conectar otra red completa a la actual.

Un problema que se ha observado en las PyMEs es que la necesidad de implantar sistemas en una red no planeada para éste, puede aumentar el congestionamiento de la red.

Entre las opciones más comunes para evitar este tipo de problemas es segmentar la red o crear un nuevo segmento de red, que se interconecte con la actual de una manera eficiente y que facilite el trabajo de sus usuarios.

### **2.4.1 Segmentación de red.**

Se utiliza para aumentar el número de estaciones de una red y mejorar su rendimiento.

Se denomina segmentación de redes a dividir la red actual de una empresa en varias partes llamadas segmento de red.

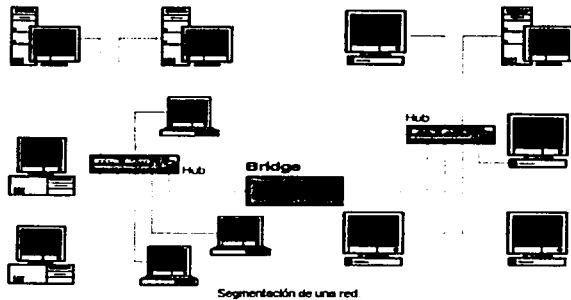
---

<sup>17</sup> *Op. Cit.* MCSE p. 291

El sentido de crear subredes que trabajen de manera independiente es aumentar el rendimiento de la red, porque de esta forma, cada segmento de red se comunica con otro sólo cuando es necesario, evitando así el congestionamiento.

Para segmentar una red se utilizan dispositivos como los ruteadores o los puentes, que deciden hacia dónde se envía la información y la localización donde se debe enviar, es decir, si hay que enviarla al mismo segmento o a otro distinto.

En la figura 2.3 se muestra un ejemplo de segmentación de una red donde los segmentos están conectados por concentradores que están conectados a su vez por un puente.



**Figura 2.3. Segmentación de una red**

## 2.4.2. Interconexión de redes

La interconexión de redes se compone de dos o más redes independientes que están conectadas pero que siguen funcionando por separado.

La interconexión, difiere de la segmentación de la red, en que para esta última se divide la red, con la misma topología, el mismo protocolo de comunicaciones y un único entorno de trabajo. En cambio para interconectar redes, la topología, el protocolo y el entorno de trabajo son distintos entre ellas.

En la figura 2.4 se muestra un ejemplo de interconexión de redes, donde se puede observar que los dispositivos (concentradores) para conectar redes son los mismos que se utilizan para la segmentación, aunque en este caso la función del puente está siendo realizada por el servidor central.



Segmentación de una red.  
La función de bridge es realizada por un servidor, que conecta a los dos segmentos

**Figura 2.4 Interconexión de redes**

Quizá la interconexión de redes más conocida es el Internet, que está totalmente formado por redes más pequeñas interconectadas entre sí.

### **2.4.3 Dispositivos de conexión de redes.**

La tarea de interconectar a las redes y conectar los segmentos de red dependen de dispositivos de conexión de redes.

Entre los dispositivos utilizados para conectar segmentos de red, se encuentran los siguientes:

- Concentradores (Hubs)
- Repetidores
- Puentes (Bridges)
- Ruteadores (Routers)
- Pasarelas (Gateways)

#### **2.4.3.1 Concentrador (Hub)**

El concentrador o hub centraliza todas las conexiones físicas de la red. Es el dispositivo más simple que existe.

Como su función es conectar estaciones dentro de una red, cuando una computadora envía una señal, esta viaja a través del concentrador y después a todas las computadoras conectadas a éste.

Se utiliza principalmente para implementar la topología en estrella aunque dependiendo del tipo de concentrador utilizado, se puede implementar también un anillo o un bus.

### **2.4.3.1.1. Clasificación de concentradores**

Existen dos tipos principales de concentradores:

#### **a) Concentradores Pasivos:**

- Realizan la conexión entre estaciones de una red.
- La distancia máxima en la cual se pueden conectar estaciones de trabajo es de 30 metros.

#### **b) Concentradores Activos:**

- Tienen una distancia de conexión mucho mayor que la de los concentradores pasivos, permitiendo conectar nodos a distancias de hasta 600 metros
- Permiten un cierto número de puertos o enlaces dependiendo de las necesidades de la red
- Dentro de la red, realizan la función de amplificar y repetir la señal

### **2.4.3.2 Repetidores**

Cuando una señal pasa a través de un cable, encuentra resistencia del mismo cable, lo que debilita la señal. Gradualmente, la calidad de la señal, se degrada, hasta el punto en que la estación receptora tiene problemas en reconocer la señal original.

Este proceso, conocido como atenuación, impone límites de distancia real en el medio físico de las redes.



Los repetidores son dispositivos que reciben la señal de un segmento de cable y la amplifican antes de pasarla al siguiente segmento.

La principal función de estos dispositivos es amplificar y repetir la señal, con lo que se puede aumentar la longitud del conductor y permite a la señal que viene de otro segmento llegar a su destino.

Los repetidores no solo amplifican la señal, porque si lo hicieran, además de amplificar la señal, amplificarían el ruido del cable. En vez de esto, los repetidores reciben la señal de entrada, la interpretan en una serie de 1s y 0s y regeneran la señal en el siguiente segmento del cable, de tal manera que lo que le entra a este siguiente segmento es similar a la información inicial que se envió.

Debido a que los repetidores trabajan con señales eléctricas u ópticas, no pueden conectar segmentos que tengan diferente arquitectura. Cuando se utiliza este dispositivo debe haber, de uno y otro lado del repetidor, las mismas características de red, es decir, el mismo protocolo de comunicación y la misma topología de red.

### **2.4.3.3 Puentes (Bridges)**

Los puentes son dispositivos que realizan la segmentación. Conectan múltiples segmentos de red y reciben señales de entrada de todos los segmentos, pero examinan la dirección de destino del paquete antes de enviarlo a otros segmentos. Ayudan a solucionar los problemas de distancia y número de estaciones en una red.

Los puentes, a través de la construcción de tablas de direcciones destino, describen la ruta a seguir. Esta función la llevan a cabo por dos métodos:

examinan el flujo de los paquetes y extraen información de los paquetes exploradores.

Una función importante de los puentes es la de filtrado. Cada segmento de red o red conectada con un puente, tiene una dirección de red, por lo que cuando llega un paquete de información, el puente lo filtra, es decir, lo reenvía al segmento de red que esté especificada en la dirección del paquete y no a los demás segmentos.

A continuación se muestra un análisis de las ventajas y desventajas de los puentes en comparación con los repetidores (Tabla 2.3)

<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
<i>Pueden actuar como repetidores y extienden las redes a mayores distancias.</i>	Son más lentos que los repetidores porque examinan direcciones de hardware
<i>Pueden aligerar la congestión del tráfico y restringir el flujo de tráfico entre segmentos de red.</i>	Son más caros y complejos que los repetidores
<i>Pueden conectar segmentos de red utilizando diferentes medios físicos.</i>	
<i>Pueden conectar segmentos de red con arquitecturas diferentes (Puentes traductores)</i>	

**TABLA 2.3 Ventajas y desventajas de los puentes**

Los puentes se utilizan, entre otras, para las siguientes funciones:

- Ampliar el número de estaciones de la red
- Aumentar el rendimiento de una red uniendo segmentos de ésta
- Unir redes con las mismas características y direccionar el paquete de información al segmento que le corresponde
- Unir redes con características diferentes y traducir el paquete de información de una a otra.

Es importante hacer notar que los puentes trabajan en el nivel de enlace del modelo OSI, por lo que pueden conectar redes que cumplan las normas 802.3, 802.4 y 802.5. Cuando los protocolos de comunicación son por encima de estos niveles y distintos, el puente no puede hacer la conversión entre uno y otro.

#### **2.4.3.4 Ruteador (Router)**

Los ruteadores o routers trabajan a nivel de red del modelo OSI, por lo que trabaja con direcciones IP. Aunque trabaja de manera parecida a un puente, tiene además características avanzadas, lo que le permite ser utilizado para redes WAN (Red de Área Extendida, Wide Access Network).

Una característica de los ruteadores es que permiten no sólo la conexión de segmentos de red y redes, sino también, conectar redes de área extendida.

Cada segmento de red o red tiene su propia dirección de red, por lo que, al igual que los puentes, tienen sus propias tablas de encaminamiento de información.

Al llegar un paquete de información, los ruteadores, eligen la mejor y más eficiente ruta a seguir. El ruteador lo decide por medio de un examen de la dirección destino que tiene el paquete. Si pertenece a uno de los segmentos de red o red que enlaza, lo envía directamente a éstas, si no, lo envía al ruteador más próximo a la dirección destino. Una desventaja de esto es que, al tener que procesar una mayor cantidad de datos que los puentes, son más lentos que éstos.

Existe un tipo de ruteadores o routers que trabajan de modo multiprotocolario, es decir, son capaces de conectar redes que trabajan con distintos protocolos. Estos ruteadores multipuertos tienen un software que traduce un paquete de información de un protocolo a otro.

A continuación se muestra un análisis de las ventajas y desventajas de los ruteadores con respecto a los repetidores y los puentes. (Tabla 2.5):

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<i>Pueden interconectar redes usando diferentes arquitecturas de red.</i>	Son más caros y complejos que los puentes y los repetidores
<i>Cuando hay varios caminos a través de una red, un ruteador puede escoger el mejor camino y hacer un uso eficiente de los recursos de la red.</i>	Son más lentos que los puentes porque necesitan hacer más procesamiento del paquete de datos
<i>Pueden reducir la congestión de red, porque a diferencia de los puentes no retransmite mensajes de difusión o paquetes de datos dañados.</i>	

**TABLA 2.4** Ventajas y desventajas de los ruteadores

### 2.4.3.5 Pasarelas (Gateways)

Una pasarela traduce información entre dos arquitecturas de red o dos formatos de datos totalmente diferentes. Son dispositivos que conectan dos redes totalmente distintas.

Las pasarelas trabajan a nivel de aplicación del modelo de referencia OSI y pueden rutear información en la red sobre múltiples protocolos, porque pueden cambiar el formato actual de los datos.

A nivel de redes de área local (LAN) son capaces de traducir paquetes de información entre protocolos y de traducir información entre aplicaciones que están en redes de características totalmente distintas.

A continuación se presenta un análisis de las ventajas y desventajas de los gateways o pasarelas (Tabla 2.6):

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<i>Pueden interconectar sistemas completamente distintos.</i>	Son más caros y complejos que los puentes los ruteadores y los repetidores
<i>Se especializan en una sola función y la hacen bien.</i>	Son más difíciles de instalar y configurar
<i>Pueden cambiar el formato de los datos porque trabajan en la capa de aplicación y otras capas superiores del modelo OSI.</i>	Pueden ser más lentos por el procesamiento necesario para la traducción de la información

**TABLA 2.5. Ventajas y desventajas de las pasarelas**

### 2.4.3.6. Tarjetas de Interfaz de Red (NIC)

Las tarjetas de interfaz de red o Network Interface Cards (NIC) son adaptadores conectados a las estaciones de trabajo y servidores, que permiten que éstos queden, a su vez, conectados a la red.

Las tarjetas de red son los elementos más importantes de una red de área local pues son los que permiten la conexión entre computadoras y servidores. Trabajan en el nivel físico del modelo OSI y junto con el cableado, son las que determinan la velocidad a la que va a trabajar la red.

Las tarjetas de red, según el modelo OSI, realizan las siguientes funciones(Tabla 2.6):

<i>Función según modelo OSI</i>	<i>Aplicaciones</i>
<i>Función mecánica</i>	Determinan el tipo de conectores que se van a utilizar dependiendo del cableado
<i>Función eléctrica</i>	Determinan las señales utilizadas para el control de la transmisión además de determinar los métodos de transmisión de la información
<i>Función de codificación</i>	Preparan y codifican la información a transmitir. En ocasiones la comprimen para un mejor rendimiento
<i>Función de identificación</i>	Determinan la dirección de una estación debido a que no esta dada por la estación sino por la tarjeta de red y viene de fabrica

**Tabla 2.6. Funciones de las tarjetas de red según modelo OSI**

## **2.5. MEDIOS DE TRANSMISIÓN**

"Un medio de transmisión es cualquier medio físico que pueda transportar información en forma de señales electromagnéticas. Los medios de transmisión permiten mandar la información de una computadora al servidor o a otra computadora y son una parte esencial de la Red Local."<sup>18</sup>

### **2.5.1. Técnicas de Transmisión**

Para efectuar la transmisión, se utiliza lo que se denomina técnicas de transmisión.

Entre las técnicas de transmisión más comunes se encuentran: la transmisión de banda base y la transmisión de banda ancha.

La cantidad de información que puede transmitirse simultáneamente en un cable está determinado por su ancho de banda.

El ancho de banda se define como la diferencia entre la frecuencia mayor y la frecuencia menor, que un dispositivo en particular puede acomodar. Se mide en Hertz o ciclos por segundo.

#### **2.5.1.1. Transmisión de banda base**

La bande base es el método más común dentro de las redes locales. La mayoría de las redes de área local utilizan este tipo de transmisión, donde los 1s y los 0s de los bits de datos están definidos como cambios discretos en el flujo de la electricidad.

---

<sup>18</sup> *Op. Cit.* ROJAS, JL. Pág. 18

Debido a que hay solamente dos condiciones – prendido o apagado – el canal que trabaja la banda base utiliza todo el ancho de banda y por tanto solo puede transmitir una señal simultáneamente.

Transmite las señales sin modular y está especialmente indicado para cortas distancias, porque en grandes distancias se producirán ruidos e interferencias.

Las redes de banda base tales como las Ethernet son las más familiares y los medios de transmisión más comunes que se pueden utilizar son: el cable de par trenzado y el cable coaxial de banda base.

#### **2.5.1.2 Transmisión de banda ancha**

La transmisión de banda ancha divide al cable en una serie de canales, es decir, actúa como si en lugar de un único medio se estuvieran utilizando líneas distintas.

La distancia máxima es de 50 km, y puede utilizar además los elementos de conexión a la red para transmitir otras señales distintas de las de la propia red, como pueden ser señales de TV o de voz.

La transmisión de banda ancha aunque es más versátil que la de banda base, normalmente cuesta más debido al equipo de conexión. Además, cada canal sólo puede transmitir en una dirección. Para comunicación bidireccional, como la que se necesita para redes LAN es necesario utilizar un canal separado para cada dirección del tráfico de la red.



La TV, la televisión por cable y las redes inalámbricas utilizan transmisión en banda ancha.

Los medios de transmisión que utiliza son: el cable coaxial de banda ancha y el cable de fibra óptica para las redes alámbricas y el aire para las inalámbricas.

Para transmitir múltiples señales sobre el mismo cable, las redes de banda ancha utilizan un método conocido como multiplexaje por división de frecuencias.

#### **2.5.1.2.1. Multiplexación por división de frecuencias**

El multiplexaje por división de frecuencias es un método utilizado para enviar múltiples señales sobre un mismo cable, por lo que el ancho de banda se divide en subcanales de diferentes anchos de banda, donde cada uno porta una señal al mismo tiempo en paralelo.

Como se envían distintos tipos de información en diferentes frecuencias, la información ocupa una banda de frecuencias o canal en un cable y no interfiere con la información en otra banda.

La información multiplexada por división de frecuencias es usualmente enviada de manera analógica en vez de digitalmente. Este proceso se conoce como modulación.

#### **2.5.2. Modulación**

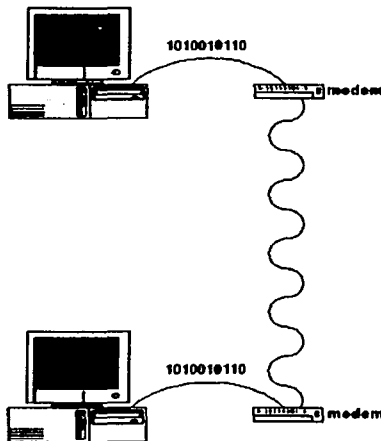
Se denomina modulación a la alteración sistemática de los parámetros de una onda llamada portadora, en función del voltaje instantáneo de otra onda llamada mensaje o moduladora.

A la digitalización, que es el proceso de conversión de señales digitales de información a señales analógicas para su transmisión, también se le conoce como modulación y demodulación al proceso inverso.

Cabe recordar que las señales digitales son discretas (unos y ceros) mientras que las señales analógicas son continuas.

Debido a la facilidad que representa transmitir señales analógicas sobre señales discretas, para las redes de banda ancha, los datos de una computadora digital deben ser convertidos a una forma analógica para su transmisión sobre un cable de banda ancha e involucra un cambio de frecuencia de la señal original para su transmisión. Este proceso de conversión se realiza en un dispositivo conocido como módem (modulador-demodulador) de banda ancha.

En la figura 2.5. se muestra el proceso de transmisión de datos entre dos computadoras por medio de un módem.



**Fig. 2.5. Proceso de transmisión de datos por medio de un módem**

## **2.6 TIPOS DE CABLES PARA REDES DE TRANSMISIÓN DE INFORMACIÓN**

Existen tres tipos de cables utilizados para formar físicamente una red o un medio de transmisión de información:

- Cable de par trenzado
  
- Cable coaxial
  - Cable coaxial de banda base
  - Cable coaxial de banda ancha
  
- Cable de fibra óptica

Cabe hacer notar que dentro del cable coaxial se distinguen dos divisiones: cable coaxial de banda base y cable coaxial de banda ancha, dependiendo del tipo de transmisión que se requiere.

Para poder elegir uno de éstos, debemos tener en cuenta factores tales como: la velocidad de transferencia, la distancia máxima de transmisión y el ruido existente en el lugar donde se pretende instalar la red.

### **2.6.1 Par trenzado**

Es el cableado más económico y es utilizado por la mayoría de las redes telefónicas. Su uso está muy extendido y es muy sencillo de instalar.

El cable de par trenzado está formado por un par hilos de cobre trenzados entre sí y protegidos por un aislante. La razón por la cual, los hilos se trenzan, es para disminuir la interferencia electromagnética que se produce.

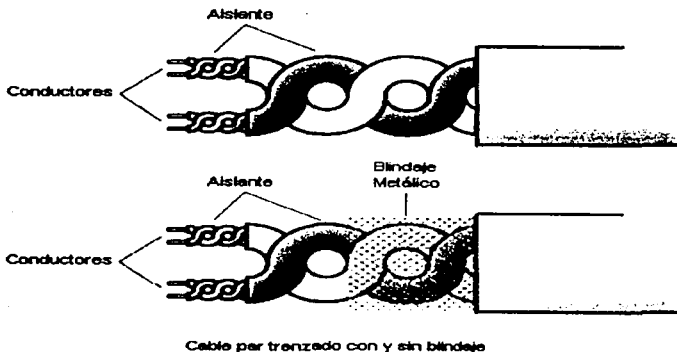
Este cable se utiliza para comunicaciones analógicas (especialmente para instalaciones telefónicas) así como para la transmisión de señales digitales.

El grosor de los hilos y el número de vueltas del trenzado pueden variar. Su ancho de banda es bajo y depende del tipo de cobre seleccionado.

Cabe hacer notar que tiene una longitud limitada, que depende tanto del cobre utilizado, como de la calidad del recubrimiento.

En algunos casos el recubrimiento es de teflón, el cual da una protección extra al gufo. Normalmente no tienen blindaje o es muy reducido.

A continuación, se presenta un esquema del cable de par trenzado tanto con y sin blindaje; donde se pueden observar los conductores y el recubrimiento aislante. (Figura 2.6)



**Figura 2.6. Cable de par trenzado**

### 2.6.1.1. Categorías de cable de par trenzado

Los cables de par trenzado se dividen en categorías. Dependiendo el tipo de categoría del cable, se puede determinar su velocidad máxima de transmisión.

A continuación se muestra una tabla donde se especifican las cinco categorías existentes de cables de par trenzado. (Tabla 2.7)

<i>Categoría</i>	<i>Características</i>	<i>Velocidad</i>
<i>Categoría 1</i>	Hilo telefónico de voz no adecuado para datos	Vel Menor a 1Mb/seg
<i>Categoría 2</i>	Par trenzado sin recubrimiento	Vel Máximo 4Mb/seg
<i>Categoría 3</i>	Par trenzado para Ethernet 10-Base-T	Vel Máximo 10 Mb/seg
<i>Categoría 4</i>	Par trenzado mejorado	Vel Máximo 16 Mb/seg
<i>Categoría 5</i>	Par trenzado para Fast Ethernet 100-Base-T	Vel Máximo 100 Mb/seg

**Tabla 2.7. Categorías del cable de par trenzado.**

A continuación se presenta una análisis de las ventajas y desventajas del cable de par trenzado (Tabla 2.8):

<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
<i>Es muy sencillo de instalar y su uso está muy extendido</i>	La distancia en que se puede utilizar es baja y está limitado a un solo edificio
<i>El costo de instalación es muy bajo y es muy sencillo de instalar</i>	Es un cable de gran vulnerabilidad debido a que se puede dañar si no se instala bien o se dobla demasiado
<i>Es un cable muy fiable</i>	Muy vulnerable a interferencias eléctricas lo que produce altos índices de error en la transmisión de datos

**TABLA 2.8. Ventajas y desventajas de los cables de par trenzado**

## 2.6.2 Cable coaxial

El cable coaxial tiene un mayor alcance que el cable de par trenzado, y se utiliza para instalaciones eléctricas, para sistemas de antenas colectivas de TV y para transporte de datos a baja velocidad.

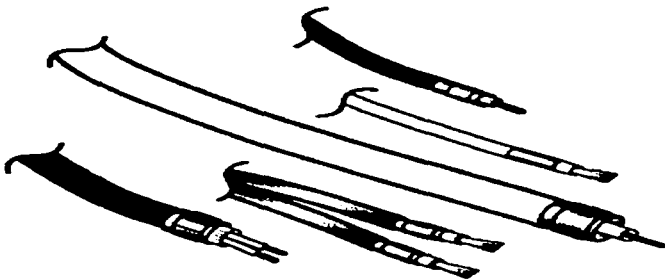
El ancho de banda del cable coaxial es bajo y depende del tipo de cobre seleccionado.

Físicamente, está formado por un núcleo de cobre que está rodeado por una cubierta de polietileno, que a su vez está rodeada por una malla metálica, y ésta, a su vez, está cubierta por una capa protectora.

La malla metálica tiene la función de bloquear posibles interferencias. En ocasiones la capa protectora es de teflón para dar protección al fuego.

Un tipo especial de cable coaxial es el doble coaxial, el cual tiene la misma formación, utilizando doble núcleo y proporciona mayor alcance.

A continuación se muestra un esquema del cable coaxial y del doble coaxial



Cable coaxial y doble coaxial

**Figura 2.7. Tipos de cables coaxial y doble coaxial**

El cable coaxial se divide en cable coaxial de banda base y cable coaxial de banda ancha.

#### **2.6.2.1 Cable coaxial de banda base**

Es un cable formado por un hilo conductor central rodeado de un material aislante, que a su vez está rodeado por una malla fina de cobre. Todo el cable está rodeado de un aislamiento que le sirve de protección para reducir las emisiones eléctricas.

Transmite una sola señal a una velocidad de transmisión alta. Se usa para instalaciones eléctricas y para los sistemas de antenas colectivas de televisión.

#### **2.6.2.2. Cable coaxial de banda ancha**

Puede tener diámetros mayores que los de banda base y con diversos grosores de aislamiento. Puede transportar miles de canales de datos a bajas velocidad y puede utilizarse en distancias grandes, incluso de decenas de kilómetros.

#### **2.6.2.3. Clave o nomenclatura de cada cable coaxial**

Para diferenciar a los cables coaxiales se ha establecido una clave para cables coaxiales. La clave o nomenclatura de cada cable tiene tres partes:

- Primera parte: Indica la velocidad máxima en Mbps
- Segunda parte: Indica si se transmite en banda base (Base) o en banda ancha (Broad).

- Tercera: Este número multiplicado por 100 especifica la distancia máxima.

Por ejemplo, si un cable coaxial tiene como clave 10 Base 5, esto significa que es un cable coaxial grueso, que tiene una máxima velocidad de transmisión máxima de 10 Mbps, transmite en banda base y su distancia máxima de transmisión es de 500 m. También se le conoce como Ethernet grueso.

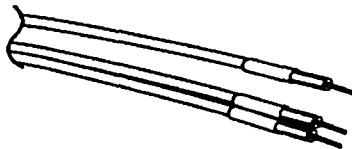
Las redes actuales conocidas como Fast Ethernet, utilizan un cable coaxial 100 Base x, cuya velocidad máxima de transmisión es de 100 Mbps.

### 2.6.3 Cable de fibra óptica.

El cable de fibra óptica, a diferencia de los anteriores, está formado por un cable compuesto por fibras de vidrio.

Es un medio de transmisión de la luz que consiste básicamente en dos cilindros coaxiales de vidrios transparente que tienen un diámetro sumamente pequeño.

A continuación, se muestra un esquema (Figura 2.8) del cable de fibra óptica, donde se pueden observar los cilindros y la capa aislante.



Cable de fibra óptica.

**Figura 2.8 Cable de fibra óptica**



Como pudimos observar en la figura anterior, el cable de fibra óptica, está dividido en dos cilindros, el cilindro interior se conoce como núcleo y tiene un alto índice de refracción; y el exterior, se conoce como envoltura, y tiene un índice de refracción menor al de la envoltura. Este conjunto de cilindros está protegido por otras capas aislantes.

Los cables de fibra óptica pueden clasificarse según su instalación, su longitud y según su ancho de banda.

### **2.6.3.1. Clasificación según su instalación**

Según su instalación se clasifican en:

- Aéreos
- Subterráneos
- Submarinos

### **2.6.3.2. Clasificación según su longitud**

Según su longitud se clasifican en loose tube o tight buffer.

- **Loose Tube**

Se utiliza para enlaces de comunicaciones, los cuales son de trayectos largos y para aquellos lugares donde la atenuación de la fibra y los empalmes se hacen críticos.

- **Tight Buffer**

Este tipo de fibra óptica se utiliza para distancias pequeñas y para el interior de edificios.

### **2.6.3.3. Clasificación según su ancho de banda**

- **Monomodo**

Permite la transmisión de señales con ancho de banda hasta 2 GHz.

- **Multimodo de índice gradual**

Permite transmisiones hasta 500 MHz.

- **Multimodo de índice escalonado**

Permite transmisiones hasta 35 MHz.

### **2.6.3.4. Velocidades de transmisión**

Los cables de fibra óptica pueden transmitir a velocidades muy altas y alcanzar una distancia entre estaciones de hasta 5 Km. sin necesidad de utilizar repetidores.

La velocidad de transmisión es muy alta, debido a que los cables de fibra óptica transmiten luz en lugar de electricidad. Las velocidades de transmisión van desde 10 Mbps hasta 500 Mbps en algunas instalaciones especiales

Debido a que la atenuación aumenta con la distancia más lentamente que en los cables de transmisión eléctrica, la distancia típica de transmisión en cables de fibra óptica es de 2 Km hasta 5 Km.

### 2.6.3.5 Aplicaciones de la fibra óptica

Los cables de fibra óptica tienen muchas aplicaciones en el campo de las comunicaciones, entre otras, destacan:

- Conexiones locales entre computadoras, periféricos y dispositivos de control y medición
- Enlaces dedicados de fibra óptica para conectar redes
- Enlaces de fibra óptica a grandes distancias

### 2.6.3.6. Análisis de ventajas y desventajas de la fibra óptica

A continuación se presenta un análisis de las ventajas y desventajas del cable de fibra óptica (Tabla 2. 10):

<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
<i>La distancia en la que se puede utilizar es muy alta.</i>	<i>Es difícil de instalar porque las conexiones han de ser muy precisas.</i>
<i>Es un cable fiable, fuerte y resistente con un periodo de vida largo.</i>	<i>El costo de instalación es muy caro.</i>
<i>No capta ninguna interferencia electromagnética.</i>	
<i>No produce ningún tipo de interferencia.</i>	
<i>Las señales emitidas no pueden ser interceptadas por estaciones ajenas a la red.</i>	

**TABLA 2.10** Ventajas y desventajas de los cables de fibra óptica

#### 2.6.4. Análisis comparativo de las características de los tipos de cables

En la siguiente tabla (2.11) se muestra un análisis comparativo de las características de los tres tipos de cables, haciendo la diferenciación entre cable coaxial de banda base y cable coaxial de banda ancha.

	<i>Par trenzado</i>	<i>Cable coaxial Banda Base</i>	<i>Cable Coaxial Banda Ancha</i>	<i>Fibra óptica</i>
<i>Velocidad</i>	Baja	Moderada	Alta	Muy Alta
<i>Instalación</i>	Sencilla	Fácil	Facil	Difícil
<i>Longitud</i>	Baja	Moderada	Alta	Muy Alta
<i>Costo</i>	Barato	Moderado	Caro	Muy Caro
<i>Fiabilidad</i>	Baja	Alta	Alta	Muy Alta
<i>Interferencias</i>	Alta	Moderada	Baja	Ninguna
<i>Seguridad</i>	Baja	Baja	Moderada	Alta
<i>Topología</i>	Todas	Bus	Bus Estrella	Estrella Anillo

**Tabla 2.11 Análisis comparativo de los tipos de cables.<sup>19</sup>**

<sup>19</sup> RAYA, JL. *Op.cit.*. P. 22.

## 2.7. TOPOLOGÍA DE UNA RED

Se denomina topología a la forma geométrica en que están distribuidas las estaciones de trabajo y los cables que las conectan.

"Las estaciones de trabajo de una red se comunican entre sí mediante una conexión física y el objeto de la topología es buscar la forma más económica y eficaz de conectarlas para, al mismo tiempo, facilitar la fiabilidad del sistema, evitar los tiempos de espera en la transmisión de los datos, tener un mejor control de la red y permitir de forma eficiente el aumento de las estaciones de trabajo."<sup>20</sup>

Las topologías de una red se dividen en topologías lógicas y físicas dependiendo de cómo estén configuradas.

### 2.7.1 Topología física

Se le denomina a la forma como el cableado conecta las computadoras de una red.

Existen tres tipos de topología física:

- Topología en bus.
- Topología en anillo.
- Topología en estrella.

---

<sup>20</sup> *Ibid* Pág. 14

### 2.7.1.1 Topología en bus

En este tipo de configuración, las estaciones comparten el mismo canal de comunicaciones: toda la información circula por ese canal y cada estación recoge la información que le corresponde.

Físicamente, consiste de un solo cable que conecta a las computadoras, en serie. En sus extremos, se le conecta una resistencia conocida como terminador, que sirve para indicar que ya no hay más computadoras y para cerrar el bus o canal de transmisión.

Es una de las configuraciones más usadas actualmente y es la utilizada por la red Ethernet con el control de flujo de Acceso Múltiple por Detección de Portadora con Detección de Colisiones (CSMA/CD), que se caracteriza porque la información es enviada por un solo canal y una estación no transmite hasta que está libre el medio de transmisión y se comprueba que no se ha producido una colisión durante la transmisión.

A continuación, se muestra un esquema de topología en bus (Figura 2.9), donde todas las computadoras están conectadas en serie a un bus o cable central.



**Figura 2.9 Topología en bus**

### 2.7.1.1.1. Análisis de características de la topología en bus para PyMEs

La topología en bus tiene distintas aplicaciones para las PyMEs. A continuación se muestra un análisis de sus ventajas y desventajas en cuanto a uso y costo (Tabla 2.12).

<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
<i>Puede conectar estaciones hasta 2000 metros de distancia.</i>	Entre más estaciones tenga la red más se complica el control del flujo
<i>De fácil instalación y mantenimiento.</i>	La ruptura del cable deja a la red totalmente inutilizada
<i>No existen elementos centrales que puedan interrumpir el funcionamiento.</i>	La longitud de la red no puede ser mayor a dos mil metros
<i>Gran flexibilidad al aumentar o disminuir el número de estaciones.</i>	Es fácil de intervenir por usuarios externos sin perturbar el funcionamiento de la red
<i>El fallo de una estación no repercute en el funcionamiento de la red.</i>	
<i>Minima cantidad de cable a utilizar.</i>	

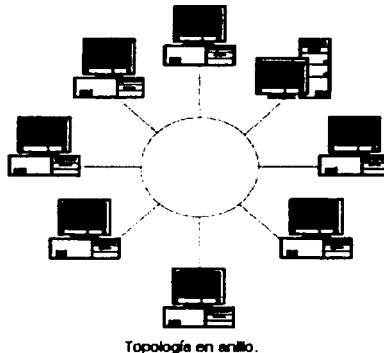
**TABLA 2.12** Ventajas y desventajas de la topología en bus

### 2.7.1.2 Topología en Anillo

En esta configuración, todas las estaciones están conectadas entre sí, formando un anillo, de tal manera que cada estación sólo tiene contacto directo con otras dos.

Se caracteriza porque provee igualdad de oportunidades para todas las computadoras para comunicarse, aunque tiene el problema, que al aumentar el flujo de información, la respuesta de la red será menor para todas por igual.

A continuación se presenta un esquema de la topología en anillo (Fig. 2.10):



**Figura 2.10 Topología en anillo**

Para las PyMEs resulta útil por que es fácil ir agregando computadoras a la red conforme aumenta las necesidades de la empresa, lo que permite una gran flexibilidad para las comunicaciones de la empresa.



### 2.7.1.2.1. Análisis de características de la topología en anillo para PyMEs

A continuación se muestra un análisis de las ventajas y desventajas de esta topología (Tabla 2.13):

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<i>Es sencillo aumentar o disminuir el número de estaciones.</i>	Es más difícil de instalar que la topología en bus
<i>Provee una igualdad de oportunidades para todas las computadoras para comunicarse</i>	Al aumentar el flujo de información la velocidad de respuesta de la red será menor
<i>No existen elementos centrales que puedan interrumpir el funcionamiento.</i>	Es difícil localizar un fallo en una estación o un canal de comunicaciones y repararlo de forma inmediata
	Si se rompe el cable en algún punto queda inactiva toda la red
	La distancia puede ser limitada porque se tiene que hacer un anillo en la conexión

**TABLA 2.13 Ventajas y desventajas de la topología en anillo**

### 2.7.1.3 Topología en estrella

En esta configuración, todas las estaciones están conectadas directamente al servidor y todas las comunicaciones se han de hacer necesariamente a través de él.

Físicamente, se conectan todas las computadoras a un punto central, llamado Concentrador (Hub) cuya función es concentrar la información, así cuando una computadora quiere conectarse con otra, la información pasa por este punto central, como se muestra en la figura 2.11.

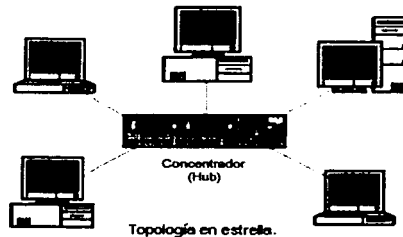


Figura 2.11. Topología en estrella

Para las redes en estrella, existen dos tipos de configuraciones:

- **Estrella pasiva.** Se utiliza principalmente para redes pequeñas. Consiste en conectar todos los puntos a un concentrador pasivo, cuya única función es realizar la conexión entre computadoras.
- **Estrella Activa.** Consiste en conectar todos los puntos a un concentrador activo, que repite y regenera la señal a transmitir, además de realizar la conexión entre computadoras.

### 2.7.1.3.1. Análisis de características de la topología en estrella para PyMEs

Para las PyMEs, la necesidad de cablear cada computadora al hub, impone una barrera de distancia. Generalmente, las redes en estrella tienen como límite que todas las computadoras estén a un máximo de 100 metros del concentrador.

Si se quiere una red pequeña, la topología de estrella puede ser relativamente barata, ya que este tipo de configuración utiliza cable UTP, por lo que el componente más caro es el concentrador. La desventaja es que en la medida que una red en estrella va creciendo, el costo de cableado incrementa rápidamente.

A continuación se muestra un análisis de las ventajas y desventajas de la topología en estrella para las PyMEs (Tabla 2.14):

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Es fácil detectar cuando existe un problema en la red.	La falla del concentrador terminará toda la comunicación de la red
<i>La velocidad suele ser mayor cuando la comunicación es de una estación de trabajo con el servidor.</i>	La velocidad suele ser menor cuando la comunicación es de una estación de trabajo con otra
<i>Si se daña un cable sólo afecta a la computadora que une a éste con el concentrador.</i>	El cableado puede ser caro por la necesidad de instalar un cable entre el concentrador y cada computadora
<i>La falla de una computadora no interrumpe la comunicación entre las demás.</i>	

**TABLA 2.14 Ventajas y desventajas de la topología en estrella**

## **2.7.2 Topologías lógicas**

Las topologías lógicas son una forma más eficiente de cableado para las redes que las físicas. Se utilizan para aprovechar las ventajas de diferentes topologías y obtener un mejor funcionamiento de la red.

También se les conoce como topologías híbridas y entre las variaciones más utilizadas, se encuentran:

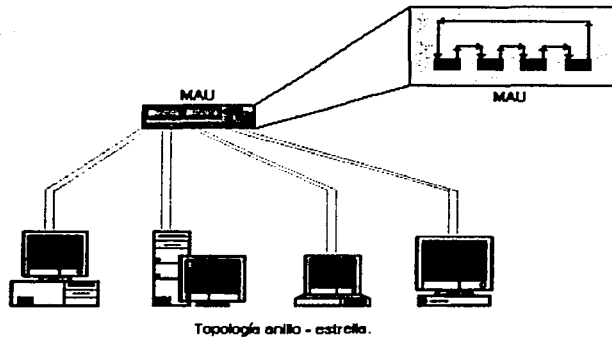
- Topología anillo – estrella: Físicamente se instala una estrella aunque lógicamente se implementa un anillo.
- Topología bus – estrella: Físicamente se instala una estrella, aunque lógicamente se implementa un bus.

### **2.7.2.1 Topología anillo – estrella**

La topología anillo – estrella se caracteriza porque físicamente se instala una estrella pero lógicamente se implementa un anillo.

Para esta topología se conectan las computadoras como si fuera una estrella, la diferencia es que se utiliza un concentrador del tipo MAU (Unidad de Acceso Multiestación) como dispositivo central (Figura 2.12). Este concentrador es el que realiza el anillo internamente.

Si llega a haber fallas el MAU las detecta y puentea la conexión, cerrando el anillo nuevamente.



**Figura 2.12 Topología anillo-estrella**

### 2.7.2.1.1. Análisis de características de la topología anillo-estrella para PyMEs

A continuación se muestran un análisis de las ventajas y desventajas de la topología anillo-estrella para las PyMEs. (Tabla 2.15)

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<i>Mejora la velocidad de transmisión.</i>	Si el elemento central es decir el concentrador tipo MAU se daña queda sin funcionar toda la red
<i>Si el cable de una estación se rompe el MAU lo detecta y puentea la conexión cerrando el anillo nuevamente.</i>	

**Tabla 2.15 Ventajas y desventajas de la topología Anillo-Estrella para PyMEs**

### 2.7.2.2 Topología bus – estrella.

Esta configuración mixta implementa físicamente una estrella, aunque lógicamente está conectada en bus. Se utiliza un concentrador que internamente trabaja como bus y entonces se mejora la velocidad de la red con respecto a la topología en estrella.

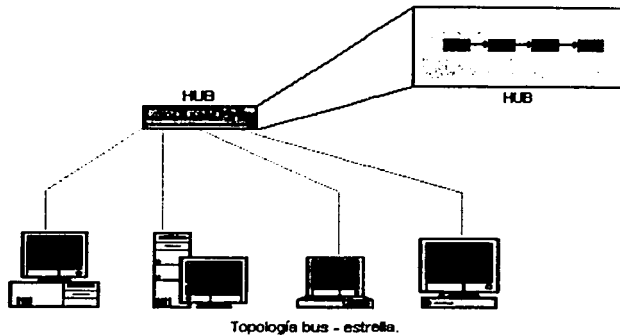


Figura 2.13 Topología bus - estrella

#### 2.7.2.2.1. Análisis de características de la topología bus-estrella para PyMEs

La topología bus estrella es la configuración más extendida en las empresas en la actualidad, pues reúne las ventajas de la red de bus con las de la estrella, permitiendo aumentar y quitar computadoras sin afectar a la red y es fácil de mantener.

A continuación se muestra un análisis de las ventajas y desventajas de la topología en estrella para las PyMEs (Tabla 2.16):

<i>VENTAJAS</i>	<i>DESVENTAJAS</i>
<i>Aumenta la velocidad en comparación con una red en estrella.</i>	<i>Si el elemento central se daña queda sin funcionar toda la red</i>
<i>Se pueden eliminar y aumentar computadoras de una manera sencilla y sin repercusiones.</i>	
<i>Esta es la configuración más extendida en la actualidad</i>	
<i>Ofrece ventajas en edificios que cuentan con grupos separados por grandes distancias</i>	

**TABLA 2.16** Ventajas y desventajas de la topología estrella-bus para PyMEs

### **2.7.3. Elección de Topologías para Pequeñas y Medianas Empresas (PyMEs)**

Para decidir qué topología es conveniente para una PyME en particular, es necesario tomar en cuenta factores como:

- Alcance que se pretende para la red de la empresa
- Inversión inicial necesaria para cada topología y la inversión deseada por la empresa
- Costo de mantenimiento y actualización
- Distancia entre oficinas a conectar

- Tiempo de instalación y repercusión en el trabajo de los empleados
- Ambiente físico
- Distribución física del equipo a conectar
- Tráfico de la red tanto en la actualidad como el proyectado a futuro
- Aplicaciones buscadas

### **2.7.3.1. Pautas básicas para la elección de topologías para PyMEs**

Se presentan a continuación algunas pautas básicas que pueden orientar en la elección de una topología de red para una PyME:

- Si se está instalando una red pequeña en un cuarto o en un edificio y se quiere un mecanismo barato para realizarlo, una red en bus o en estrella, probablemente será la mejor solución.
- Si se pretende eventualmente agregar o reconfigurar la red, una topología en estrella es una buena opción, porque es la más sencilla de reconfigurar.
- Si se tiene un número grande de usuarios en un área relativamente pequeña, una topología estrella-bus daría la expansión que se requiere.
- Si se busca un mecanismo para que se tenga igual oportunidad de acceso a la red incluso bajo condiciones de alto tráfico en la red, la opción es una red en anillo.



**3. REDES  
DE ÁREA  
LOCAL  
INALÁMBRICA  
(WLAN)**

### 3. REDES DE ÁREA LOCAL INALÁMBRICA (WLAN)

#### 3.1 INTRODUCCIÓN

“Las variadas necesidades y particulares estructuras de las empresas obligan a la instalación de complejos entramados de cables y dispositivos de red en el interior de los edificios. En ocasiones, la unión física de dos o más segmentos de red mediante cable no puede realizarse debido a numerosos motivos. Este serio impedimento condiciona enormemente el posterior crecimiento de una empresa o imposibilita la implantación de la solución más eficaz para sus intereses.”<sup>21</sup>

El hecho de depender de un cable para mantener la conexión con otros dispositivos puede suponer una seria restricción cuando es necesario tener movilidad y flexibilidad en las conexiones.

“De la misma forma que el telégrafo pasó a ser sin hilos y aparecieron los teléfonos celulares, surgió la idea de crear redes locales inalámbricas (WLAN, *Wireless Local Area Network*). Otra vez nos encontramos ante un concepto básico que de ninguna manera es nuevo —las primeras comunicaciones sin hilos datan de principios del siglo pasado— aplicado finalmente a tecnologías modernas”.<sup>22</sup>

Para muchos profesionales, la comunicación inalámbrica ha supuesto una valiosa ayuda a sus necesidades de conectividad. Igualmente, las computadoras portátiles, permiten extender la oficina a donde vayan.

Ciertas empresas modernas, PyMEs en su mayoría, por su singular concepción y entorno de trabajo, necesitan comunicar sus diferentes dispositivos sin las limitaciones que acarrea el uso del cable.

---

<sup>21</sup> FERNÁNDEZ, R. Redes inalámbricas. Conectividad y flexibilidad sin ataduras. Dealer Worls. Abril 2000

<sup>22</sup> ARNEO, J. Op. Cit.

A continuación se muestra una ilustración de las aplicaciones de la conectividad inalámbrica para las pequeñas y medianas empresas. (Fig. 3.1)



La red más grande que existe actualmente, es el Internet, que ha establecido enormes cambios en muchos sectores de nuestra sociedad, en especial en el área de los negocios. Con la construcción de una red a nivel mundial con millones de usuarios, se han abierto nuevas perspectivas, con la cual es posible compartir toda clase de información y servicios.

Centrándonos en las necesidades de las pequeñas y medianas empresas, éstas demandan soluciones eficaces y fiables, con las cuales no sea necesario hacer ajustes mayores a su infraestructura actual, que no tengan excesivas condiciones de instalación y que aporten una buena y confiable transmisión de información.

### **3.1.1 La necesidad de las comunicaciones inalámbricas**

Los motivos que impiden o desaconsejan la utilización del cable para la unión de segmentos o dispositivos de red pueden dividirse en dos. Por un lado, están las situaciones en las cuales, debido a los accidentes naturales o a las normativas (por ejemplo para edificios antiguos) no es posible el tendido de los cables para completar la infraestructura de enlace físico de una red.

Por otro lado, el crecimiento de las empresas y sus necesidades cada vez más complejas en cuanto a disponibilidad y movilidad de los trabajadores, demandan soluciones más afines a su nuevo estilo de negocios.

Según los objetivos a cumplir y la rapidez de su puesta en marcha, es necesaria la búsqueda de tecnologías alternativas que posibiliten el enlace que, según el tráfico de información y la distancia, requerirá un sistema u otro. Éstos pueden tener una infraestructura más o menos duradera, por ejemplo, en caso de tener que dar soporte a convenciones, estar ocupando sedes provisionales o cuando existen, con relativa frecuencia, cambios profundos en la organización de la red.

### **3.1.2 Demanda de conectividad inalámbrica en las empresas**

Según la firma de investigación de mercado IDC, el volumen de unidades de dispositivos inalámbricos alcanzará los 11.8 millones en el año 2004 a escala mundial, mientras que si se habla de ingresos, la cifra asciende hasta 1,600 millones de dólares (15,500 millones de pesos aproximadamente).

Al mismo tiempo que las empresas, han señalado la reducción de costos como uno de los puntos fundamentales en sus planes de negocio, las crecientes necesidades de interacción, independientemente del tiempo y lugar, están conduciendo a la utilización de los canales inalámbricos.

A esto hay que agregar, la exigencia de que las redes sean flexibles, punto que, en muchas ocasiones, las infraestructuras fijas no pueden resolver, y la explosión del número de dispositivos inalámbricos, que van desde los teléfonos móviles hasta los nuevos asistentes personales y las computadoras portátiles.

Dentro del enorme panorama de las comunicaciones inalámbricas y la computación móvil, las redes locales inalámbricas van ganando partidarios como una tecnología madura y robusta que permite resolver algunas de las restricciones que se derivan de la utilización de medios físicos en las redes locales alámbricas.

Surge entonces el concepto de Red de Área Local Inalámbrica (Wireless Local Area Network, WLAN por sus siglas en inglés) que es un sistema de comunicación de datos flexible utilizado como alternativa a la LAN cableada o como una extensión de ésta.

### **3.2 PANORAMA GENERAL DE REDES INALÁMBRICAS DE ÁREA LOCAL**

“A medida que la implantación de redes locales se extendió, también se hizo evidente que, aparte de la idea básica, también compartía algunos de los inconvenientes principales: la necesidad forzosa de crear una infraestructura previa a su implantación, o sea, el hecho de tener que perforar las paredes o el suelo para introducir los cables, así como la limitación de la movilidad de los extremos a comunicar”<sup>23</sup>.

#### **3.2.1. Definición de Red Inalámbrica de Área Local (WLAN)**

Una red de área local se denomina inalámbrica cuando los medios de unión entre las estaciones no son cables. Proporciona muchas de las características y ventajas de las tecnologías tradicionales LAN (Local Area Network), como Ethernet y Token Ring, sin las limitaciones que imponen los cables.

Una WLAN es un sistema flexible de comunicación de datos realizado como una extensión o alternativa a una LAN alámbrica. Se define como una red local de comunicación con una cobertura geográfica limitada, relativamente de alta velocidad de transmisión, baja tasa de errores y administrada en forma privada.

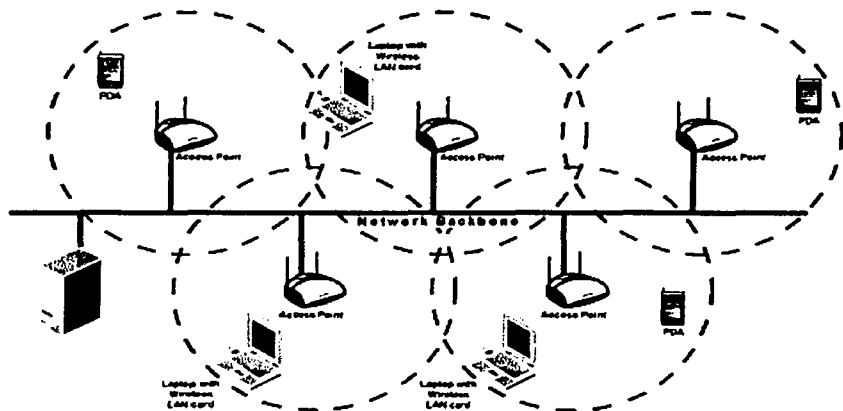
Utiliza ondas electromagnéticas para enlazar a los equipos conectados a la red en lugar de los cables coaxiales, de par trenzado o de fibra óptica que se utiliza en las LAN alámbricas convencionales.

A continuación se muestra un esquema de una red inalámbrica de área local inalámbrica (Figura 3.2), donde cabe hacer notar las células de transmisión que forman los puntos de acceso, donde cada uno da servicio a determinadas áreas y tienen una zona de traslape con el siguiente, evitando así que haya

---

<sup>23</sup> ARNEDEO, J. Op *cit*

discontinuidades en la transmisión de información, es decir, permite el paso de información a través de diferentes entornos de una manera transparente para el usuario.



**Figura 3.2. Red de área local inalámbrica**

### 3.2.2. Antecedentes

Las redes inalámbricas de área local (WLAN) han sido utilizadas tanto en la industria y la oficina como en centros de investigación desde hace más de 10 años. Hasta hace relativamente poco tiempo, estas redes habían tenido una aceptación marginal en el mercado. Se espera, sin embargo, un crecimiento

explosivo en su utilización debido, principalmente, a los grandes avances que se han logrado en tecnologías inalámbricas de interconexión, así como a la gran penetración de los dispositivos personales para comunicación móvil.

“Las principales ventajas que presentan las redes de este tipo son su libertad de movimientos, sencillez en la reubicación de terminales y la rapidez consecuente de instalación. La solución inalámbrica resuelve la instalación de una red en aquellos lugares donde el cableado resulta inviable, por ejemplo en edificios históricos o en grandes naves industriales, donde la realización de canaletas para cableado podría dificultar el paso de transportes, así como en situaciones que impliquen una gran movilidad de los terminales del usuario.”<sup>24</sup>

En sus inicios, las aplicaciones de las redes inalámbricas fueron confinadas a industrias y grandes almacenes. En la actualidad , las redes WLAN han sido instaladas en universidades, oficinas y lugares públicos.

La primera empresa que desarrolló y comercializó un sistema inalámbrico de conexión a redes fue NCR, cuando a finales de 1990 lanzó un sistema que utilizaba ondas de radio para interconectar computadoras.

Desde entonces, la comunicación por redes inalámbricas ha dejado de ser experimental, para convertirse en una solución real a problemas concretos.

“Las implementaciones de la WLAN abarcan todas las modalidades posibles desde las PANs (Personal Area Networks; Redes de Área Personal), MANs (Metropolitan Area Networks; Redes de Área Metropolitana) hasta las WANs (Wide Area Network; Redes de Área Amplia)”<sup>25</sup>

---

<sup>24</sup> TEMPEL RED. Tutoriales. Wireless LAN

<sup>25</sup> MARTINEZ, E. *Estándares de WLAN*. RED. Junio 2002. Año XI. Número 139. Pág. 12



Las PANs son redes inalámbricas de corto alcance, generalmente para uso en interiores a pocos metros. Las redes inalámbricas MAN y WAN consisten en antenas y torres que transmiten ondas de radio o utilizan microondas para conectar redes de área local, utilizando enlaces punto-multipunto y punto a punto.

Aún con todas las mejoras introducidas en el campo de las comunicaciones inalámbricas durante los últimos años, no resulta nada sencillo sustituir la efectividad y fiabilidad del cable aunque en la actualidad al ir creciendo la empresa, se vuelve cada vez más complicado realizar el cableado para la actualización de la red.

Hasta hace poco, la tecnología de redes inalámbricas seguía estando reservada para su uso en aplicaciones muy especializadas y en los últimos años, las empresas de comunicaciones han puesto un especial interés en la mejora de las redes inalámbricas y en implementar normativas que permitan a las redes WLAN una mayor participación en el mercado.

### **3.2.3. Avances de la tecnología de redes inalámbricas**

“Expertos en el campo continúan haciendo énfasis en los problemas inherentes de las tecnologías inalámbricas, tales como las limitaciones de ancho de banda disponible, problemas con interferencia y seguridad de la información transmitida. Sin embargo muchas de esas barreras que han inhibido el crecimiento están siendo resueltas.”<sup>26</sup>

---

<sup>26</sup> *ibid*

## ¿Qué ha cambiado?

En los últimos años, se han ido solucionando algunos de los impedimentos que existían para el uso de las redes WLAN, tales como:

- **Precio.** La falta de estándares ocasionaba precios altos que han ido bajando desde el establecimiento de normas.
- **Rendimiento.** A pesar de que las redes de cable han experimentado en los últimos años significativos avances saltando desde los 10 Mbps de Ethernet a los 100 de Fast y 1.000 Mbps de Gigabit Ethernet, la velocidad proporcionada por los 11 Mbps del estándar 802.11b ha de ser suficiente para asegurar de forma razonable la transmisión de la mayoría de aplicaciones sin que se produzca ningún cuello de botella
- **Movilidad.** El gran desafío que vienen a solventar las redes inalámbricas, y al mismo tiempo su gran aliado, es la demanda de movilidad de las nuevas formas de hacer negocio. Ha sido desde hace relativamente poco que los usuarios móviles han comenzado a disponer de conectividad mientras se desplazan. Como la mayoría de los sistemas se crearon para usuarios fijos, aportar la suficiente inteligencia a las redes inalámbricas se convierte en una cuestión crítica a la hora de responder a las nuevas necesidades de los usuarios móviles de forma fiable
- **Seguridad.** Las redes tenían un punto fuerte de vulnerabilidad en la transmisión de datos, puesto que podían radiar fuera del área de transmisión de datos. Las últimas tecnologías inalámbricas apuestan por encriptación de 128 bits, a la vez que ya se habla de sistemas avanzados de seguridad que generarán automáticamente una nueva clave de 128 bits

para cada sesión de red inalámbrica, complementada con autenticación de usuarios al exigir a cada uno de ellos una contraseña.

- **Caudal de datos.** Una de las principales objeciones para las redes inalámbricas era que en sus inicios sólo alcanzaban velocidades de transmisión de 2 Mbps. Ahora, con la aparición de la norma 802.11b permiten conexiones robustas a velocidades hasta de 11 Mbps situando el caudal de transmisión inalámbrica en la misma escala que muchas redes cableadas.
- **Funcionamiento.** Hasta antes de la aparición de la norma 802.11b había una gran variedad de soluciones propietarias, ninguna de las cuales funcionaba con las otras. La norma 802.11 también creó incompatibilidades al ofrecer tres implementaciones diferentes, incompatibles entre sí para transmitir en la capa física, éstas eran por medio de salto de frecuencia, secuencia directa e infrarrojo. Una vez que una empresa seleccionaba alguna de las tres formas de transmisión y compraba los productos de algún proveedor, no podía cambiar a otro suministrador, sin crear islas de tecnología en su empresa debido a que no eran compatibles los productos de distintos proveedores.
- **Convergencia.** La reciente convergencia alrededor de la norma 802.11b ha reducido enormemente las posibilidades de que dichas incompatibilidades ocurran en el futuro. Esta norma especifica una única técnica (secuencia directa) en lugar de tres.
- **Gestión.** Al igual que las redes Ethernet tradicionales, las infraestructuras inalámbricas también necesitan de una adecuada gestión que garantice su correcto funcionamiento y permita un monitoreo que diagnostique al instante los posibles problemas que puedan surgir.

### **3.3. DISPOSITIVOS INALÁMBRICOS PARA REDES DE ÁREA LOCAL**

La tarea de interconectar a las computadoras y demás accesorios a una red inalámbrica, recae en los dispositivos inalámbricos.

Los dispositivos utilizados para conectar redes inalámbricas son:

- Puntos de Acceso (AP)
- Adaptadores de Red Inalámbrica

Para extender el área de la red se utilizan:

- Puntos de Extensión
- Antenas Direccionales

#### **3.3.1. Puntos de acceso (AP)**

Los puntos de acceso inalámbricos (AP) actúan como puente entre el backbone de Ethernet de una red cableada y el usuario inalámbrico.

Los AP realizan las funciones que en la red cableada hacen los concentradores y los ruteadores pues van creando áreas de transmisión de la red inalámbrica y se encargan de transmitir la información dentro de sus células o enviarlas a otras, para que los datos lleguen a su destino.

Los puntos de acceso (AP) de redes de área local inalámbrica funcionan con las tarjetas de LAN inalámbrica para computadora portátil y de escritorio para proporcionar un acceso a la red a través de las oficinas corporativas de la empresa.

Cada AP proporciona una cobertura aproximada de 100 metros en un entorno estándar de oficina (el alcance real puede variar dependiendo del edificio particular donde se vaya a instalar el AP) y admite en promedio 60 clientes inalámbricos simultáneos (aunque el número de usuarios puede depender de la marca).

"En el mismo espacio físico se pueden superponer hasta tres Puntos de Acceso que utilicen diferentes canales de radio para llegar a admitir hasta a 180 usuarios simultáneos. Se pueden desplegar Puntos de Acceso de canales diferentes siguiendo un esquema celular para proporcionar una cobertura ilimitada"<sup>27</sup>

Se colocan usualmente en el techo o la pared y envían y reciben datos de los usuarios dentro de un rango de 100 m en un entorno estándar de oficina.

"Los usuarios que están funcionando entre varios puntos de acceso son asociados sin pérdida de continuidad con el punto más cercano con la señal más potente, en función de su movimiento y/o de su carga de tráfico de datos"<sup>28</sup>

En la figura anterior (3.2) se puede observar la movilidad que otorga la red inalámbrica, al haber varios puntos de acceso conectados en una arquitectura celular, lo que permite una cobertura inalámbrica potencialmente ilimitada y que abarque varios espacios. Por ejemplo, un usuario puede llevarse su computadora portátil a la sala de conferencias de la empresa que se encuentra en otro edificio y seguir conectado a la red de la organización durante todo el tiempo.

---

<sup>27</sup> 3 COM. Air Connect. Guía del producto. Junio de 2000. Pág. 8

<sup>28</sup> *ibid*

### **3.3.2. Adaptadores de red inalámbrica**

Los adaptadores de red inalámbrica para computadoras portátiles y de escritorio son, básicamente, Tarjetas de Interfaz de Red (NIC) Inalámbricas. Su función es transmitir datos desde y hacia la red a través de Puntos de Acceso con los cuales están asociados en un momento dado.

Hay dos tipos de adaptadores de red inalámbrica principales:

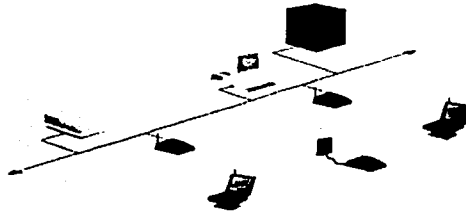
- **Tarjetas PC** – Son tarjetas para computadoras portátiles que poseen una antena extendida.
- **Tarjeta PCI** – Son tarjetas para computadoras de escritorio y se instalan en un bus local de una computadora estándar. Poseen una antena independiente que se puede ir orientando para obtener una recepción óptima.

### **3.3.3. Puntos de extensión**

Su función es extender el área de operación de la red, retransmitiendo las señales de un cliente a un punto de acceso o a otro punto de extensión. Los puntos de extensión pueden encadenarse para pasar mensajes entre un punto de acceso y clientes lejanos de tal manera que puentean la información entre ambos.

Los puntos de extensión se utilizan para resolver problemas particulares de topología y el diseñador de la red puede decidir utilizarlos para aumentar el número de puntos de acceso a la red, puesto que funcionan como tales, pero no están conectados a la red cableada como lo están los puntos de acceso.

A continuación se muestra el uso de un punto de extensión dentro de una red inalámbrica de área local. (Fig. 3.3)



**Figura 3.3. Uso de un punto de extensión en una red inalámbrica**

#### **3.3.4. Antena direccional**

Las antenas direccionales se utilizan para conectar puntos de acceso que están a cierta distancia de otro punto de acceso. Lo que hacen es extender a la red inalámbrica a través de espacios grandes.

Se utilizan, por ejemplo, para conectar una red inalámbrica de un edificio a otro que se encuentre a cientos de metros de distancia. El procedimiento es una antena en cada edificio con línea de visión directa. La antena del primer edificio está conectada a la red cableada mediante un punto de acceso. En el segundo edificio, a su vez, se conecta un punto de acceso, lo cual permite una conexión inalámbrica a la red.

A continuación se muestra un esquema de la utilización de las antenas direccionales. (Fig. 3.4)



**Figura 3.4. Utilización de antenas direccionales**



### 3.4 TOPOLOGÍA Y CONFIGURACIONES DE LAS REDES DE ÁREA LOCAL (LAN) INALÁMBRICAS.

#### 3.4.1. Topología de una red de área local (LAN) inalámbrica

Mientras que en el sistema cableado, la topología se define por la forma física en que se interconectan las computadoras en red, en un sistema inalámbrico, la topología se refiere a la comunicación o el esquema lógico de transmisión.

En la figura 3.5 puede observarse la estructura inalámbrica que va pasando de un punto de acceso a otro y va conectando áreas.

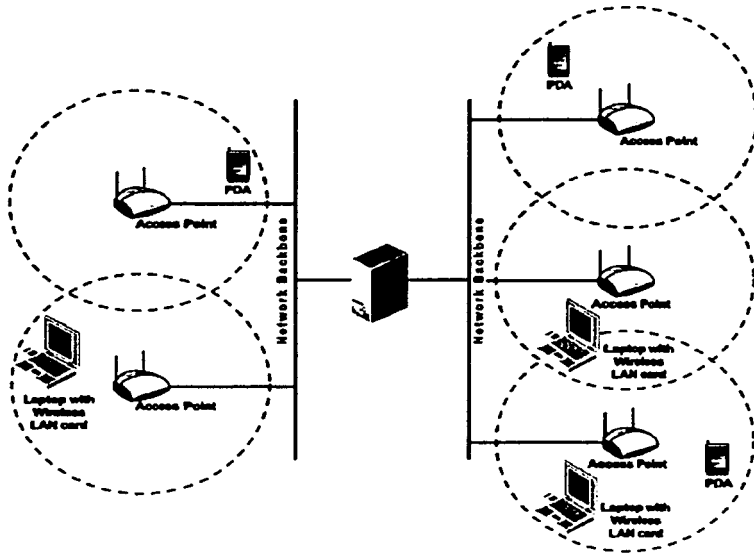


Figura 3.5. Ejemplo de red de área local inalámbrica.

### **3.4.2. Configuraciones de una LAN inalámbrica.**

Las redes inalámbricas pueden ser configuradas de distintas formas para cubrir la mayor parte de las necesidades que permite su especial fisonomía.

La configuración de las LAN inalámbricas dependerá de las funciones que se necesiten cubrir con la red y de la complejidad deseada.

Las redes inalámbricas pueden configurarse de tres formas distintas:

- Peer to peer o de igual a igual
- Un solo punto de acceso
- Varios puntos de acceso

#### **3.4.2.1. Redes peer to peer o de igual a igual**

Es la configuración de redes inalámbricas más básica. Se da entre dos computadoras equipadas con tarjetas adaptadoras para WLAN. De este modo, se puede poner en funcionamiento una red independiente, siempre que estén dentro del área cubierta por la otra computadora.

Su característica y ventaja principal radica en que varios dispositivos conforman una red para intercambiar información y recursos, sin contar con el apoyo de elementos auxiliares y sin requerir una preconfiguración o la presencia de un administrador de red.

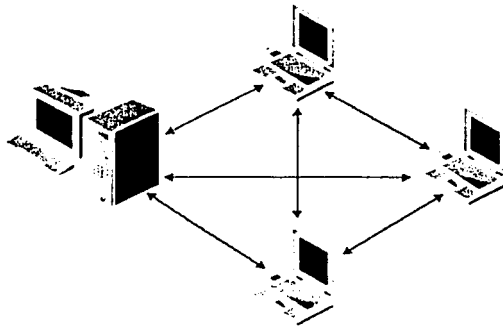
En la configuración de igual a igual, cada cliente tendrá únicamente acceso a los recursos de otro cliente pero no a un servidor central y se mantienen relaciones de igualdad con respecto al acceso a la información.

Este tipo de red resulta ideal para conformar grupos de trabajo temporales, en reuniones o en conferencias.

En la figura 3.6 se muestra la red de igual a igual entre dos computadoras en su forma más simple, y en la figura 3.7 se muestra una red de igual a igual entre cuatro computadoras para demostrar el tipo de comunicación que existe entre ellas.



**Figura 3.6. Red peer-to-peer o de igual a igual entre dos computadoras**



**Figura 3.7. Red de igual a igual entre cuatro computadoras**

### **3.4.2.2. Un solo punto de acceso**

En la segunda configuración, mucho más implantada en la actualidad, las redes inalámbricas se utilizan como una extensión a la infraestructura de red basada en cable con que ya cuenta la organización donde se instala la red.

La instalación de un punto de acceso (AP) puede extender el área de una red específica e incluso duplicar su alcance. Con la conexión a un punto de acceso, cada usuario tiene acceso a los recursos del servidor, así como a los de otros usuarios.

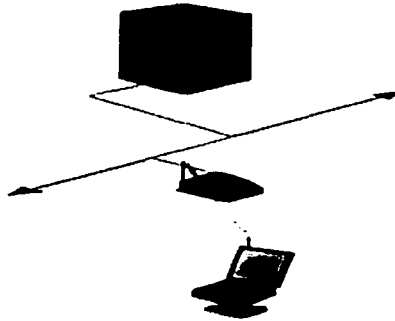
En este modelo, es común que los nodos inalámbricos, también conocidos como estaciones remotas, actúen como clientes que solicitan servicios e información, a servidores que generalmente están conectados a la infraestructura cableada de red, a través de puntos de acceso llamados estaciones base.

La mayor parte de las LAN inalámbricas proporcionan un estándar de interconexión con redes cableadas como Ethernet o Token Ring. Los nodos de la red inalámbrica son soportados por el sistema de la red de la misma manera que cualquier otro nodo de una red LAN, aunque con sus correspondientes controladores.

Una vez instalado el punto de acceso (AP), la red trata a los nodos inalámbricos igual que a cualquier otro componente de la red.

Desde que los puntos de acceso se conectan a la red cableada actúan como mediadores en el tráfico de la red en la vecindad más inmediata.

A continuación se muestra un esquema de una red inalámbrica con un punto de acceso. (Fig. 3.8)



**Figura 3.8. Red inalámbrica con un solo punto de acceso**

Cada punto de acceso puede servir a varios clientes, según la naturaleza y número de transmisiones que tienen lugar. Existen muchas aplicaciones en el mundo real que pueden conectar entre 15 y 65 dispositivos o usuarios en un solo punto de acceso.

Los fabricantes recomiendan colocar los puntos de acceso para formar una célula de 100 metros de radio, para mantener una conexión de 11 Mbps, su velocidad máxima de transmisión.

### **3.4.2.3. Red de infraestructura o de múltiples puntos de acceso**

En ocasiones y debido a que los puntos de acceso tienen una distancia limitada, que va de los 150 metros en el interior de oficinas a 300 metros en el exterior, es necesario colocar más de un punto de acceso para cubrir las necesidades de la empresa. En zonas grandes como por ejemplo un edificio o una nave industrial es probablemente necesario más de dos puntos de acceso.

A diferencia de las redes de igual a igual, donde cada computadora puede comunicarse directamente con el resto, pero únicamente con aquellas que estén dentro de su zona de alcance: en las redes de infraestructura o de múltiples puntos de acceso, se instalan puntos de acceso a los que cada componente de la red inalámbrica envía la información que quiere transmitir, y éste se encarga de distribuirla a todos los componentes de la red.

Los puntos de acceso, al actuar como repetidores, permiten ampliar el área de captación de la red.

Una característica importante de los puntos de acceso es que pueden actuar como puentes ya que permiten la entrada de información a la red.

Este hecho es lo que hace que una red local inalámbrica, pueda ser concebida como la prolongación de una red cableada existente. Por lo que la tecnología inalámbrica, no es necesariamente una tecnología substituta sino que puede ser utilizada para dar un valor añadido a una red existente en una pequeña o mediana empresa, sin tener que parar las operaciones de la organización para poder ponerla en marcha.

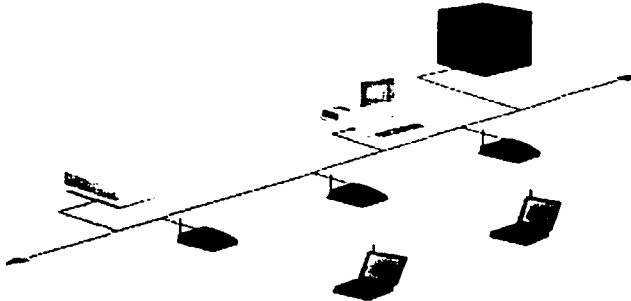
La ubicación de los puntos de acceso dentro de la empresa se determina después de una inspección detallada del lugar. La meta es cubrir el área con células que traslapen sus áreas, creando una red similar a la que se forman para

los teléfonos celulares, creando celdas superpuestas para una constante conectividad a la red.

Mediante la instalación de varios puntos de acceso en una arquitectura celular, los usuarios tienen conexión entre los puntos de acceso de la misma subred, de tal manera que los usuarios pueden moverse sin que se perciban discontinuidades entre un grupo de puntos de acceso.

La posibilidad de que los usuarios se muevan sin dificultades entre los distintos puntos de acceso configurados se conoce como "roaming" y se debe a que el usuario es transferido de un punto de acceso a otro de manera transparente.

En la figura 3.9 se muestra un esquema de una red de infraestructura o de múltiples puntos de acceso y el "roaming" existente entre ellas.



**Figura 3.9 Red de infraestructura o de múltiples puntos de acceso**

### **3.5. NORMAS Y ESTÁNDARES BÁSICOS PARA COMUNICACIÓN INALÁMBRICA EN REDES LOCALES**

#### **3.5.1. Antecedentes**

A pesar del atractivo y funcionalidad de las redes inalámbricas, la falta de estándares que dieran confianza a los usuarios potenciales de esta tecnología, fue una de las razones de la lenta acogida que tuvieron en el pasado.

Actualmente y gracias al desarrollo de estándares, los productos WLAN, gozan de interoperabilidad, por lo que pueden mezclarse dispositivos inalámbricos de diferentes fabricantes haciendo un acceso más directo y transparente a la tecnología.

Los estándares son desarrollados por organismos reconocidos internacionalmente, tales como la IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) y la ETSI (European Telecommunications Standards Institute). Una vez desarrollados los estándares, se convierten en la base de los fabricantes para crear nuevos productos.

A partir de la creación de estándares y su normalización, las redes LAN inalámbricas (WLAN), que hasta ese momento habían sido consideradas caras y lentas, se les ha abierto la puerta al futuro.

A estos estándares se debe la expansión vertical de las LAN inalámbricas, al asegurar una conexión robusta, una mayor seguridad en las redes inalámbricas y proteger la inversión de los clientes puesto que pueden seleccionar productos de distintos proveedores, sin preocuparse de la compatibilidad con los dispositivos, tanto alámbricos como inalámbricos, ya existentes en su empresa.



### **3.5.1.1. Banda ISM (Banda de uso industrial, científico y médico)**

La banda ISM (Industrial Científica y Médica) está reservada para uso comercial sin licencia. Se les conoce como ICM por su uso para aplicaciones industriales, científicas y médicas y en ellas se permite la transmisión de información.

Incluyen las bandas de 902-928 MHz, 2.40-2.4835 GHz, 5.15-5.35 GHz, y 5.725-5.875 GHz.

La razón por la cual se utiliza este intervalo concreto de frecuencias se debe a que en esta zona del espectro electromagnético no se requiere el uso de licencias.

Esta misma ventaja actúa a su vez como desventaja, pues algunas de estas frecuencias están siendo extensamente utilizadas por otros dispositivos, tales como los teléfonos inalámbricos, las puertas de garaje automáticas, sensores remotos, etc., por lo que las redes inalámbricas que operan en estas bandas deben ser diseñadas para trabajar bajo interferencias considerables. Por ello, buena parte de estas redes utilizan una tecnología desarrollada en los años 40 para proteger comunicaciones militares, llamada técnica de Espectro Disperso, que se desarrollará más adelante.

La banda ISM, para redes locales inalámbricas tienen limitada la potencia de transmisión a 100 mW

### **3.5.2. Organismos normalizadores y consorcios para redes inalámbricas**

#### **3.5.2.1. Subcomité IEEE 802.11**

El subcomité 802.11 del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos de los Estados Unidos (IEEE) realizó una de las normas más importantes para las redes inalámbricas.

Este subcomité fue creado en septiembre de 1990, debido a que los proveedores inalámbricos, se dieron cuenta, que para que la tecnología fuera adoptada por las empresas y para ganar la aceptación de un extenso mercado, era necesario un estándar de compatibilidad con Ethernet.

La finalidad de este subcomité era producir una especificación de red local inalámbrica capaz de transmitir información a velocidades entre 1 y 10 Mbps, y que, además, pudiese adecuarse a gran cantidad de ambientes, desde extensiones de redes locales basadas en cable (redes híbridas), hasta conexiones entre pares, así como proporcionar el soporte necesario para la transferencia de archivos, conversaciones de voz y control de procesos en tiempo real.

#### **3.5.2.2. Alianza para la Compatibilidad de Ethernet Inalámbrica (WECA)<sup>29</sup>**

La Alianza para la Compatibilidad de Ethernet Inalámbrica (WECA, Wireless Ethernet Compatibility Alliance) es un comunidad que certifica la interoperabilidad y el funcionamiento de los productos de redes inalámbricas de área local basados en la norma IEEE 802.11b.

---

<sup>29</sup> <http://www.weca.org>

Esta comunidad estableció el estándar conocido como Wi-Fi (Wireless Fidelity) y ha delegado en Silicon Valley Networking Labs la labor de probar y certificar la compatibilidad de los productos de los miembros de la WECA, "para lograr que entre ellos existan una obligada interoperatividad y otros aspectos comunes de actuación como la facilidad de configuración, unanimidad de protocolos, modos de funcionamiento, así como las más elementales normas<sup>30</sup>".

Con esto se consigue, al mismo tiempo una reducción significativa de los costos y un abaratamiento de los dispositivos para el usuario final pues los productos inalámbricos certificados tienen plena compatibilidad, por lo que no hace falta comprar todo un equipo nuevamente cuando se desea agregar dispositivos de otro proveedor, es decir, no quedan islas de tecnología.

### **3.5.2.3. Instituto de Estándares de Telecomunicaciones Europeo (ETSI)**

El Instituto de Estándares de Telecomunicaciones Europeo (ETSI) es otra de las reconocidas organizaciones de estandarización, y son responsables del desarrollo de los estándares HiperLAN e HiperLAN2, asimismo establecieron el estándar GSM para telefonía celular digital.

### **3.5.2.4. Bluetooth SIG**

El Grupo de Interés Especial de Bluetooth (Bluetooth Special Interest Group) se constituyó para apoyar el lanzamiento de esta tecnología inalámbrica.

Está constituido por empresas como Ericsson, Intel, Microsoft, Motorola, 3Com y Lucent.

---

<sup>30</sup> <http://www.wirelessthemet.com>

### **3.5.2.5. Home RF Working Group (HRFWG)**

Al igual que WECA y Bluetooth SIG, el HomeRF Working Group (HRFWG) es un grupo de compañías encargadas de proporcionar y establecer normas que estandaricen que los productos fabricados por las empresas integrantes de este grupo tengan plena interoperatividad.

### **3.5.3. Principales estándares de redes inalámbricas**

Entre los principales estándares para comunicación inalámbrica en redes locales se encuentran:

#### **3.5.3.1. Estándar 802.11**

El estándar IEEE 802.11, cuya revisión final fue aprobada en junio de 1997, fue la primera norma de la industria para dispositivos inalámbricos interoperables y define el funcionamiento e interoperatividad de las redes inalámbricas. Soporta velocidades de entre 1 y 2 Mbps

La especificación del IEEE eligió la banda ISM (Banda de uso Industrial, Científico y Médico) para la definición del estándar de redes inalámbricas, lo que garantiza su validez global por ser una banda disponible a nivel mundial.

Como todas las normas de IEEE 802, la 802.11 se enfoca en los dos niveles inferiores del modelo OSI: la capa física y la de enlace de datos. Cualquiera de las aplicaciones de LAN, sistemas operativos de red o protocolos, incluyendo TCP/IP, correrán sobre una red inalámbrica compatible con 802.11 tan sencillo como corren sobre Ethernet.

La norma 802.11 no especifica tecnologías ni aplicaciones, sino simplemente las especificaciones referentes a la capa física para la transmisión inalámbrica y la capa de control de acceso al medio.

Esta norma representó un paso significativo para la consolidación de los sistemas inalámbricos y la posterior expansión de estas soluciones en el medio empresarial, educativo y de servicios.

El 802.11 utiliza un modelo de referencia multicapas, en el que las capas más bajas corresponden a las especificaciones de capa física y los aspectos dependientes del medio particular utilizado. La siguiente capa, es conocida como de acceso al medio, y es común a todas las redes, independientemente del medio físico utilizado, presentando así una visión unificada a las capas superiores.

El modelo de referencia propuesto por el subcomité 802.11 de la IEEE es mucho más profundo de lo aquí mostrado. Los criterios de diseño para la base del protocolo de acceso abarcan una larga lista de requerimientos técnicos que enmarcan las necesidades de una gran diversidad de usuarios y aplicaciones.

### **3.5.3.2. Estándar 802.11b**

Es el fundamento de muchas de las actuales redes inalámbricas y se encuentra basado en el estándar IEEE 802.11.

El estándar 802.11b es el estándar dominante de WLAN. Transmite y recibe en la radiofrecuencia de 2.4 GHz, que es también utilizada por algunos teléfonos inalámbricos y por el protocolo Bluetooth.

Cuando las redes inalámbricas vieron la luz hace algunos años, su verdadero atractivo para los usuarios, radicaba en ofrecerles una conectividad de forma rápida y sencilla, independientemente del tiempo y lugar.

Sin embargo, una larga cadena de complicaciones a la hora de definir los estándares y las dificultades de implantación hicieron que fuera considerada por muchas empresas como una tecnología difícil.

Si bien antes de la aprobación del nuevo estándar, la conectividad inalámbrica tenía una cierta aceptación en el mercado gracias a su utilización en determinados sectores (almacenes, distribución, hospitales, etc.), la llegada del 802.11b, permitió dar el salto desde los anteriores 2 Mbps de velocidad para soportar hasta 11 Mbps, que les hizo ponerse a la altura de los 10 Mbps de las redes fijas Ethernet tradicionales

La IEEE 802.11b (o IEEE 802.11 de alta velocidad High Rate [HR]), establecida en 1999, define, más allá que la norma original, especificaciones para compatibilidad inalámbrica con Ethernet con velocidades arriba de 11 Mbps para un acceso confiable a e-mail e Internet y para compartir archivos y otros recursos de red.

La ratificación del estándar 802.11b supuso el empuje definitivo para la tecnología inalámbrica, que podría volverse indispensable en un mundo que empieza a caracterizarse por la cada vez mayor demanda de movilidad.

#### **3.5.3.3. Estándar 802.11a**

Aprobado a la vez que el 802.11b. Este estándar de alta velocidad soporta velocidades de hasta 54 Mbps dentro de la banda de los 5 GHz, pero usualmente está limitado al intervalo de los 20 a los 24 Mbps.

#### **3.5.3.4. HiperLAN**

Fue desarrollado por el Instituto de Estándares de Telecomunicaciones Europeo (ETSI) entre los años 1991 y 1996. El objetivo principal de este proyecto era conseguir una tasa de transferencia mayor que la ofrecida por la especificación IEEE 802.11.

En su concepción HiperLAN incluía cuatro estándares diferentes, de los cuales el denominado Tipo 1, es el que se ajusta verdaderamente a las necesidades futuras de las redes inalámbricas pues estima una velocidad de transmisión de 23.5 Mbps, notablemente superior a los 11 Mbps actuales de la norma IEEE 802.11b.

### **3.5.3.5. Estándar 802.11g**

Es el último que apareció del comité 802.11, esto fue en el mes de noviembre de 2001 y se espera que sea ratificado a finales de 2002.

Es una extensión del estándar 802.11, que busca soportar velocidades superiores a los 20 Mbps en la banda de 2.4 GHz. Idealmente podría llegar a una velocidad de 54 Mbps aunque actualmente ésta se mantiene en el intervalo de 20 a 24 Mbps.

### **3.5.3.6. 5-UP**

La compañía Atheros Communications<sup>31</sup> propuso algunas mejoras a los estándares de WLAN de la IEEE y la ETSI, buscando permitir la interoperabilidad entre dispositivos de bajas y altas velocidades.

"Este nuevo estándar, conocido como 5-UP (5 GHz Unified Protocol o Protocolo Unificado de 5 GHz) permitirá la comunicación entre dispositivos, mediante un protocolo unificado a velocidades de hasta 108 Mbps"<sup>32</sup>.

---

<sup>31</sup> <http://www.atheros.com>

<sup>32</sup> MARTINEZ MTZ., E. *Op Cit.* P.15



### **3.5.3.7. HomeRF**

Este estándar compite con el IEEE 802.11b y soporta velocidades de hasta 10 Mbps en la banda de 2.4 GHz.

### **3.5.3.8. HiperLAN2**

Es el nuevo estándar de la ETSI y mejora notablemente las características de sus predecesoras, ofreciendo una mayor velocidad de transmisión en la capa física.

Busca competir con IEEE 802.11a al soportar velocidades de hasta 54 Mbps en la banda de 5 GHz. Hasta el momento no se están vendiendo productos bajo esta especificación y se espera que estén disponibles para el 2003.

Es la primera norma basada en la modulación OFDM (Orthogonal Frequency Digital Multiplexing), y ofrece soporte QoS. El radio espectro asignado en esta norma es dividido en 8 segmentos de 20 MHz cada uno. Cada canal soporta un cierto número de dispositivos individuales, los cuales pueden transitar a través de segmentos de red como si fueran teléfonos móviles de una estación a otra.

Este espectro de 20 MHz para un segmento de red puede soportar hasta 54 Mbps (dividiéndose las tasas de bits en 9, 12, 18, 27, 36 y 54 Mbps), siendo la tasa promedio de 25 Mbps de caudal eficaz compartido entre los dispositivos en el segmento en un momento dado.

Bajo esta especificación se ha formado un grupo conocido como el HiperLAN2 Global Forum (H2GF), con la intención de sacar al mercado productos basados en este estándar.

#### **3.5.3.9. Home RF2**

Tiene una velocidad máxima de 10 Mbps. Trabaja con un ancho de banda de canal de 5 MHz, con OFDM o multiplexaje por división ortogonal de frecuencias como interfaz de aire, a una frecuencia de 2.4 GHz.

### 3.5.4. Análisis comparativo de los principales estándares para WLAN

A continuación se muestra un cuadro comparativo de las características de los principales estándares para redes inalámbricas de área local. (Tabla 3.1)

En éste se incluyen especificaciones las siguientes especificaciones: velocidad máxima, técnica de modulación utilizada, ancho de banda del canal de transmisión, frecuencia y disponibilidad de productos.

<i>Estandar</i>	<i>Velocidad Maxima</i>	<i>Técnica de Modulación</i>	<i>Ancho de banda del canal</i>	<i>Frecuencia Utilizada</i>	<i>Disponibilidad de productos</i>
<b>802.11</b>	1-2 Mbps			2.4 GHz	Ahora
<b>802.11a</b>	54 Mbps	OFDM	25 MHz	5.0 GHz	Ahora
<b>802.11g</b>	54 Mbps	OFDM/DSSS	25 MHz	2.4 GHz	Finales 2002
<b>Home RF</b>	10 Mbps	FHSS	5 MHz	2.4 GHz	Ahora
<b>802.11b</b>	11 Mbps	DSSS	25 MHz	2.4 GHz	Ahora
<b>HiperLAN2</b>	54 Mbps	OFDM	25 MHz	5.0 GHz	2003
<b>5-UP</b>	108 Mbps	OFDM	50 MHz	5.0 GHz	2003

**Tabla 3.1. Principales estándares de WLAN<sup>33</sup>**

DSSS: Direct Sequence Spread Sector

OFDM: Orthogonal Frequency Division Multiplexing

FHSS: Frequency Hopping Spread Spectrum

5 UP: 5 GHz Unified Protocol (Protocolo Unificado de 5 GHz)

<sup>33</sup> MARTINEZ MTZ, E. Estándares de WLAN. RED, Junio 2002. Núm. 139. P. 14

A partir de las características de los estándares, se puede observar que especificación HiperLAN2 resolvería muchos de los problemas de las redes inalámbricas actuales, sobre todo, en el aspecto de la posible saturación de la frecuencia de 2.4 GHz para las redes WLAN.

Por otra parte, la realidad de los productos IEEE 802.11b y la prometedora e inminente llegada de los equipos con tecnología Bluetooth, son dos puntos que marcarán un antes y un después en el sector de las redes inalámbricas.

Como proyecciones a futuro, se puede hacer notar que el subcomité IEEE 802.11, está elaborando una especificación que trabaje a 10 Mbps en un intervalo de 20 MHz dentro de la franja de 8.2 GHz, pero este estudio está todavía en una fase muy temprana.

### **3.5.5 Bluetooth.**

Es una especificación abierta para la industria informática y de las telecomunicaciones que puntualiza un método de conectividad móvil universal con el cual se pueden interconectar dispositivos tales como teléfonos celulares, asistentes personales digitales (PDA), computadoras y muchos otros dispositivos, ya sea en el hogar, la oficina o el automóvil, utilizando una conexión inalámbrica de corto alcance, incluso cuando los dispositivos no están en línea de vista.

Las especificaciones se proporcionan para asegurar transmisiones de datos y voz por medio de salto de frecuencia.

Los dispositivos Bluetooth son capaces de transferir datos a velocidades arriba de 1 Mbps sobre una distancia de 10 metros. Por ejemplo, una computadora portátil, puede, por ejemplo, transferir transparentemente archivos a través de un punto de acceso de datos que está conectado a la red corporativa o a Internet.

Un punto fuerte para la venta de esta tecnología es la movilidad, pues la posibilidad de moverse libremente sin estar restringidos por conexiones ni tener que cablear dispositivos para comunicarlos, es un punto a favor, en un ámbito empresarial donde los asistentes personales digitales (PDA), los teléfonos celulares y las computadoras portátiles cada vez son más populares.

Por lo tanto, Bluetooth es un estándar que detalla la manera en la que una enorme variedad de dispositivos pueden conectarse entre sí, de una forma sencilla y sincronizada, con cualquier otro equipo que soporte esta tecnología, utilizando las ondas de radio como medio de transporte de la información.

Bluetooth busca redefinir el mercado de las comunicaciones personales expandiendo las capacidades de los dispositivos móviles tanto dentro como fuera de la oficina y haciendo que estos colaboren mejor y se comuniquen entre ellos en su inmediata vecindad sin necesidad de cables creando redes de área personal (PAN) inalámbricas

Físicamente, cada dispositivo deberá estar equipado con un pequeño chip que transmita y reciba información a una velocidad de 1 Mbps en la banda de frecuencias de 2.4 GHz.

Técnicamente, la implementación de esta tecnología no presenta ninguna dificultad técnica especialmente confusa o sofisticada.

“Los defensores de Bluetooth vislumbran el día en que los teléfonos celulares, las impresoras, escáners, cámaras digitales y toda una gama de emisores-receptores de datos puedan conectarse entre sí con facilidad y en forma automática,”<sup>34</sup> de tal manera que los productos que manejen esta tecnología

---

<sup>34</sup> JENTJENS, K. Microsoft adopta Bluetooth. Smart Business. Mayo 2002. Pág. 69

puedan ser interconectados rápidamente, para que los clientes vayan adquiriendo estos dispositivos.

Para fines de este año, de hecho, se esperan mouse y teclados inalámbricos que utilizarán la norma Bluetooth.

### **3.5.6. Uso de la banda de frecuencias de 2.4 GHz**

Volviendo a la realidad más cercana, tanto las redes LAN inalámbricas basadas en el protocolo 802.11b, como los dispositivos Bluetooth y HomeRF, transmiten en la banda de los 2.4 GHz, con lo cual, y a pesar de la utilización de diversas técnicas para la disminución de las posibles interferencias, tales como el espectro disperso de salto de frecuencia (FHSS - Frequency Hopping Spread Spectrum) y de secuencia directa (DSSS - Direct Sequence Spread Spectrum), y la limitación de la potencia de emisión a 10 mW, el progresivo aumento en el número de dispositivos inalámbricos hará que se incrementen las interferencias entre unos y otros.

Algo que agrava este problema es que hay un conjunto grande de aparatos y electrodomésticos que también hacen uso de esta banda de frecuencias, tales como los microondas y los teléfonos celulares, por lo que aumenta el problema de las interferencias que, a la larga, se verá reflejado en la funcionalidad o no de las comunicaciones inalámbricas.

### **3.5.7. Cumplimiento de norma ANSI para radiación RF**

Los productos de redes inalámbricas deben satisfacer las normas dictadas en los estándares ANSI para radiación RF promulgados para limitar efectos negativos sobre seres vivos, y especialmente, deben cumplir con la norma más usada hoy en día, la ANSI C95.1-1982.

### **3.5.8 Norma Oficial Mexicana NOM-121-SCT1-1994**

La Norma Oficial Mexicana de Sistemas de Radiocomunicación creada en 1992, especifica que los sistemas de radiocomunicación que utilicen la técnica espectro disperso pueden operar en las bandas de 902 - 928 MHz, 2450 - 2483.5 MHz y 5725 - 5850 MHz.

La NOM 121 SCT 1994 también estipula que estos sistemas están condicionados a no causar interferencia a los equipos ISM, estaciones de radiocomunicación de voz y datos con frecuencia específica asignada y estarán expuestos a recibir las interferencias que aquéllas les puedan causar sin que los sistemas de espectro disperso reclamen protección.

Es importante hacer notar que aunque la banda de frecuencias de 2400-2500 MHz está atribuida en otros países para los sistemas de espectro disperso, en México sólo se considera el segmento de 2450-2483.5 MHz como factible para la operación de esta clase de equipos, debido a que la banda de 2300-2450 MHz se utiliza actualmente para sistemas de distribución múltiple de señales (enlaces punto-multipunto), para el servicio de telefonía en poblaciones rurales (cuyos repetidores se ubican en cerros altos a lo largo del país y que pueden utilizar prácticamente la totalidad del ancho de banda en la zona), y para la transmisión de datos dentro de las ciudades más pobladas.

### **3.5.9. Cumplimiento de normativas**

Un punto muy importante de operatividad, es que para poder vender productos de sistemas de LAN inalámbricos en un país en particular, el fabricante debe asegurar la certificación por la agencia encargada en ese país.

**Para poder vender en México, cualquier fabricante deberá cumplir con todo lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-121-SCT-1994, y estar al corriente de sus modificaciones, puesto que del acatamiento de las normativas depende el buen funcionamiento de los equipos en el país.**



### **3.6. CARACTERÍSTICAS DE LAS REDES INALÁMBRICAS DE ÁREA LOCAL**

#### **3.6.1. Velocidad de las redes inalámbricas de área local**

"Para reducir errores, el 802.11a y el 802.11b, automáticamente reducen la velocidad de información de la capa física. Así por ejemplo, el 802.11b tiene tres velocidades de información (5.5, 2 y 1 Mbps) y el 802.11a tiene 7 (48,36,24,12,9,y 6 Mbps)."<sup>35</sup>

Cabe notar que la velocidad máxima permisible sólo se da en un ambiente libre de interferencias y a muy corta distancia.

"La velocidad máxima especificada teóricamente, no es tal en realidad. Si la especificación IEEE 802.11b nos dice que la velocidad máxima es 11 Mbps, entonces el máximo caudal eficaz será aproximadamente de 6 Mbps o menos".<sup>36</sup>

Esto se da porque al usar las bandas de frecuencias ISM, éstas son propensas a interferencias y errores de transmisión. Estos errores causan que los paquetes de información sean reenviados una y otra vez. Por lo que, si se tiene una tasa de error del 50%, esto ocasiona que se reduzca el caudal eficaz (throughput) en, aproximadamente, dos terceras partes.

#### **3.6.1.1. Cambio dinámico de velocidad**

Para tratar de minimizar el problema de la velocidad y para ampliar el alcance de la conectividad, se utiliza el cambio dinámico de velocidad, que implica

---

<sup>35</sup> *Ibid*

<sup>36</sup> *Op Cit.* Martínez Mtz. Pág.15

que cuando se sobrepasa la distancia que permite una velocidad de transmisión de 11 Mbps, la red WLAN automáticamente baja a 5.5 Mbps, sin que haya discontinuidades en la transmisión, en lugar de cortar la conexión. Así, al reducir el ancho de banda por fases hasta 5.5, 2 y 1 Mbps, mejora la fiabilidad y el alcance de la cobertura de la red.

Cuando las condiciones de la red mejoran o se reduce la distancia de transmisión, los clientes automáticamente brincan de regreso a velocidades más altas.

### **3.6.2. Integración transparente**

Una característica de los productos inalámbricos es que tienen la capacidad de integrarse transparentemente y de manera fiable con productos alámbricos, dentro de una red Ethernet, lo que permite enlazar direcciones de comunicación entre segmentos de red alámbricos e inalámbricos.

Según se mueve la computadora, la señal del adaptador se puede cambiar a otro punto de acceso para continuar con la transmisión. Cuando una máquina detecta que la señal se hace más débil y que se está alejando del alcance de un punto de acceso, el adaptador interroga a todos los otros puntos de acceso de la red para ver cuál está más cerca.

En estos casos, los puntos de acceso (AP) sirven como repetidores para crear un backbone inalámbrico para áreas de difícil acceso y como concentradores inalámbricos, dándole espacio a la transmisión de voz, datos y transmisiones multimedia para un servicio sin discontinuidades.

### **3.6.3. Balanceo de carga**

El balanceo automático de carga entre varios puntos de acceso (AP) se utiliza para optimizar las prestaciones de la red bajo condiciones de congestión, pues asegura un uso igual del ancho de banda disponible, fraccionando el tráfico de la red equitativamente entre los puntos de acceso disponibles. De esta manera, cada cliente recibe el mejor desempeño posible todo el tiempo.

Asimismo, se establece un método para asegurar el mejor caudal disponible, donde las tarjetas de red comprueban periódicamente la potencia de las señales y las tasas de error para determinar con qué punto de acceso asociarse.

### **3.6.4. Fiabilidad de las redes inalámbricas de área local**

"La conectividad inalámbrica posee en sí misma un factor de fiabilidad porque el aire, a diferencia del cable, no se puede romper o sufrir una desconexión completa de algún otro modo."<sup>37</sup>

Sin embargo, las redes inalámbricas pueden experimentar otros problemas tales como la interferencia entre nodos, la propagación multitrayecto por las transmisiones reflejadas y el desvanecimiento debido a la distancia o a que la señal atraviesa una estructura sólida.

Algunos productores manejan un sistema de diversidad de señal en la antena, lo que significa que en la carcasa de la antena hay dos antenas que se utilizan para contrarrestar la degradación de la señal.

---

<sup>37</sup> Op. Cit. Air Connect. Guía del usuario. Pág. 8.

Para su funcionamiento, la tarjeta de red comprueba la potencia y claridad de cada antena y selecciona la mejor señal. Este diseño es especialmente efectivo para el funcionamiento dentro de edificios, donde se presenta con frecuencia el desvanecimiento y las interferencias, debido a que las señales son reflejadas por las paredes y otras superficies.

A continuación se explica en qué consiste el desvanecimiento de la señal y las interferencias, que son causas que pueden afectar la fiabilidad de una red.

#### **3.6.4.1. Desvanecimiento**

El desvanecimiento o fading es un fenómeno que suele ser habitual en las transmisiones radioeléctricas y puede darse por diferentes razones, entre las que se encuentra la recepción en la antena de señales con diferentes trayectorias, que también se conoce como la propagación multitrayecto por transmisiones reflejadas.

En el caso de estar recibiendo señales con diferentes trayectorias, es decir, de recibir una misma señal que ha recorrido dos o más caminos diferentes por las reflexiones producidas en el entorno, su entrada por la antena provoca una suma de señales con todo tipo de desfases y, por tanto, de intensidad de señal resultante diferente.

El resultado de esto, es un desvanecimiento de la señal en la antena receptora, dando una sensación como si se perdiera la señal. Este singular fenómeno puede solventarse con la incorporación de más de una antena que asegure la correcta recepción de las señales. Por lo tanto, es deseable que la solución elegida por la PyME, incluya un mecanismo o sistema de antenas que reduzca al máximo este perjudicial efecto como, por ejemplo, una doble antena omnidireccional.

### **3.6.4.2. Interferencias**

Quizá la cuestión de las interferencias sea el punto más delicado a la hora de asegurar la fiabilidad y robustez de las comunicaciones mediante sistemas inalámbricos. Este factor puede echar por tierra todos los esfuerzos anteriormente realizados si en el diseño inicial, no se han considerado qué sistemas pueden interferir con nuestros medios. Cualquier solución debe cuidar este aspecto, previniendo los efectos que sus equipos pueden provocar sobre otros sistemas de radiofrecuencia y viceversa.

Se debe tener en cuenta que la amplia mayoría de los sistemas tradicionales de RF de cualquier tipo (teléfono celular, radioteléfono, emisoras de radio, televisión, intercomunicadores, etc.) trabajan con potencias muy altas que están varios órdenes de magnitud por encima de la potencia irradiada por los equipos WLAN, la cual está siempre por debajo de 1 Watt según los estándares que rigen su funcionamiento.

De esta manera, cualquier tipo de receptor sin importar la banda de frecuencias en la que opere, cercana o no a la banda utilizada, descartará fácilmente estas señales por considerarlas ruido de muy baja potencia.

Los equipos para redes inalámbricas que trabajan en la banda de los 5 GHz difícilmente pueden ser afectados por otras señales, a pesar de trabajar con señales de sólo un watt de potencia, debido a que, no hay actualmente ningún servicio comercial que trabaje en esta banda de frecuencias y el hecho de que sea una banda más ancha, significa que más canales de radio pueden coexistir sin interferencia.

### **3.6.5. Distancia de las redes inalámbricas**

"La mayoría de las redes 802.11b pueden alcanzar oficialmente distancias hasta de 100 metros en interiores. Con una mayor potencia se puede extender esa longitud, aunque en interiores, al limitarse la potencia de transmisión, paredes y otros objetos pueden interferir con la señal."<sup>38</sup>

En condiciones óptimas, una red inalámbrica en comunicación punto a punto, en ambientes exteriores, puede alcanzar varios kilómetros, siempre y cuando exista línea de vista y la señal esté libre de interferencia.

### **3.6.6. Protocolo de administración de redes inalámbricas**

Los productos de LAN inalámbricas incluyen en su mayoría un soporte conocido por sus siglas en inglés como SNMP, que significa Protocolo Simple de Administración de Redes (Simple Network Management Protocol) que contiene información para la administración de la red.

### **3.6.7. Radiación de una WLAN**

Otro aspecto que últimamente ha causado inquietud, no es la seguridad de las comunicaciones o la red en sí, sino la seguridad de sus usuarios desde el punto de vista de las emisiones de radiaciones en el entorno.

Las emisiones de los dispositivos de redes locales inalámbricas son, de hecho, muy inferiores con respecto a las de los propios teléfonos móviles, y su tipo de radiación se degrada muy rápidamente con la distancia (dada su área de

---

<sup>38</sup> *Op Cit.* MARTINEZ MTZ.

alcance relativamente limitada). Sin embargo, todos los equipos tienen que pasar los requisitos de seguridad impuestos por las regulaciones de la industria. En este aspecto todavía no se ha atribuido nunca ningún efecto adverso a una red local inalámbrica.

Como ejemplo cabe mencionar que algunos dispositivos WLAN sujetos a la normativa ANSI C95.1 – 1982 operan 70.000 veces por debajo del estándar de ANSI diseñado para limitar el valor máximo de exposición para radiación RF.

En otras palabras, una red inalámbrica emite menos radiación que la que normalmente encontramos en nuestra exposición diaria a las ondas de radio de las estaciones comerciales, los satélites y los sistemas de control remoto.

Haciendo una comparación, los dispositivos inalámbricos para WLAN, irradian aproximadamente 1,000 veces menos potencia que un teléfono celular portátil y 2,000 veces menos potencia que un horno de microondas casero.

### 3.7. SEGURIDAD DE UNA RED INALÁMBRICA

No todo podía ser perfecto. Una de las preocupaciones principales en cuanto a la utilización de redes locales inalámbricas recae en la seguridad de la información que viaja por la red y los equipos que forman parte de ella.

En un medio cableado, para poder acceder a las transmisiones es necesario "pinchar" el cable o bien encontrar un punto de conexión para que el atacante pueda entrar a la red y formar parte de ella. Esta opción no es sencilla (a menos que el ataque lo lleve a cabo alguien desde dentro de la organización).

Dentro de una red local cableada existen mecanismos para poder evitar accesos no autorizados, incluso por parte de sus propios integrantes (por ejemplo, con la utilización de *switches* o conmutadores), pero en una red inalámbrica, las comunicaciones viajan por aire y, por tanto, todo el mundo dentro del área de alcance de la red puede escucharlas.

Por este motivo, el uso de mecanismos criptográficos es algo más que opcional e, incluso así, no puede evitarse la captura del tráfico de datos, aunque sea encriptado.

El problema principal, sin embargo, no se encuentra sólo en la escucha de las comunicaciones de terceros y la consiguiente obtención de información útil, sino también en la accesibilidad a las máquinas que integran la red por parte de intrusos.

El cable obliga a las comunicaciones de la red a pasar por un camino predeterminado, sobre el que pueden aplicarse medidas concretas (como la aplicación de *firewalls* o cortafuegos), pero en el entorno inalámbrico, cualquier persona puede acceder a cualquier otra máquina de la red desde cualquier lugar, dentro del área de alcance de la misma. Esto permite lo que se conoce como



"ataque desde el estacionamiento" (*parking lot attack*). Esto significa que el intruso se sienta en el estacionamiento de la empresa (donde está fuera del edificio, pero dentro del alcance de la red) y ataca a las máquinas desde allí.

Si el peso de la seguridad de la red se ha delegado al *firewall*, con lo que es más laxa en el resto de máquinas, esto puede provocar que sea, incluso más fácil para un intruso, entrar en las máquinas de la empresa.

Para reforzar la seguridad, se pueden utilizar listas de control de acceso que especifican las direcciones de control de acceso al medio (MAC) de los clientes que se les permite el acceso asociados con un punto de acceso en particular.

El estándar 802.11, que gobierna la especificación de redes inalámbricas, contempla este hecho y establece mecanismos para encriptar la información y validar los componentes de la red mediante una compleja técnica de codificación, conocida como WEP (*Wired Equivalent Protocol*), basado en la distribución de claves criptográficas.

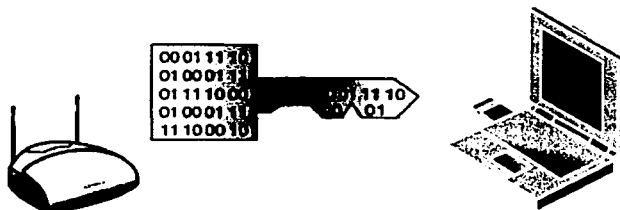


Figura 3.10. Seguridad de una red inalámbrica

El protocolo WEP se basa en proteger los datos transmitidos en el medio RF, usando una clave generada por un número pseudo aleatorio y el algoritmo de encriptación RC4. Cuando se habilita este sistema, sólo se protege la información del paquete de datos y no protege el encabezamiento de la capa física para que las demás estaciones puedan escuchar el control de datos necesario para la adecuada gestión de la red.

La encriptación WEP utiliza un algoritmo RC4 con una llave de 40-bit ó 128-bit para encriptar transmisiones de datos inalámbricas. La mayoría de los productos protegen la información en tránsito con encriptación de 40-bit en todas las transmisiones y proporcionan la capacidad de encriptación de 128-bit, basada en una regulación de manejo diferente.

Hasta hace poco y debido a que la tecnología inalámbrica se ha desarrollado en aplicaciones militares, los Estados Unidos permitían sólo la exportación de dispositivos de 40 bits, pero recientemente las leyes han sido cambiadas para permitir la exportación de dispositivos de encriptación de 64 bits a otros países para mayor seguridad de las redes.

Por desgracia, existen indicios claros de que la encriptación WEP se trata de un sistema que se puede llegar a romper y, por lo tanto, es inseguro.

El estándar 802.11 no va mucho más allá en temas de seguridad, pues se deja en manos de las compañías la tarea de implementar sus propios mecanismos de seguridad, lo que puede llegar a provocar, como efecto secundario, que diferentes sistemas no puedan operar entre sí.

Toda una contradicción, teniendo en cuenta que esto viene dado por la decisión de un comité de estandarización. Actualmente ya hay herramientas de libre distribución que permiten descifrar las claves WEP basándose únicamente en

la cantidad de información capturada en la red, no en el poder computacional del asaltante.

Una de las debilidades principales del mecanismo básico de seguridad es su naturaleza estática: una vez que se configura una clave para una red, no cambia nunca, lo que significa que cuando se consigue romper, se puede acceder libremente a la red para siempre (a menos que la intrusión sea detectada y se cambie la clave, lo que implica únicamente que el intruso tendrá que volver a empezar de cero).

Esta distribución de claves se hace de forma estática, y esto significa que mantener una red segura puede suponer una carga administrativa adicional importante. Un punto hacia la solución recae en el uso de claves dinámicas que cambien automáticamente cada cierto tiempo.

Un sistema de seguridad que se está empezando a utilizar es la autenticación del usuario por huella digital a través de un dispositivo Bluetooth.

# 4. MEDIOS Y MODOS DE TRANSMISIÓN PARA REDES INALÁMBRICAS

## **4. MEDIOS Y MODOS DE TRANSMISIÓN PARA REDES INALÁMBRICAS**

Una de las cualidades de la energía eléctrica es su capacidad de generar ondas para la transmisión de una cierta cantidad de información, ya sea por medio de cables, ondas de radio o de luz.

### **4.1. OPCIONES DE TRANSMISIÓN EN REDES INALÁMBRICAS**

Las redes inalámbricas, al igual que las redes alámbricas usan un medio de transmisión.

Existen básicamente dos opciones de transmisión en las redes inalámbricas de área local para llevar la información de un punto a otro sin necesidad de un medio físico:

- Luz infrarroja (IR)
- Radiofrecuencias (RF)

La distancia que pueden alcanzar las ondas de radiofrecuencia (RF) o los infrarrojos (IR) depende tanto del diseño del producto como del camino de propagación que se utilice (especialmente en lugares cerrados).

Las obstrucciones provocadas por objetos, paredes, metales, e incluso la gente, afectan la propagación de la energía. Debido a que los objetos sólidos bloquean las señales de infrarrojos, la mayor parte de los sistemas de redes inalámbricas usan RF, porque pueden penetrar en la mayor parte de los lugares cerrados y a través de obstáculos.

## **4.2. TRANSMISIÓN POR INFRARROJOS (IR)**

El principio de funcionamiento físico de la transmisión por infrarrojos (IR) proviene del ámbito de las comunicaciones ópticas.

Un LED (Light Emitting Diode) que constituye el dispositivo emisor, emite luz que se propaga en el espacio libre en lugar de hacerlo en una fibra óptica, como ocurre en las redes cableadas.

En otro extremo, un fotodiodo PIN, recibe los pulsos de luz y los convierte en señales eléctricas, que tras su manipulación (amplificación, conversión a formato bit mediante un comparador y retemporización) pasan a la UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) de la computadora, de forma que para el usuario todo el proceso luminoso es absolutamente transparente.

Dependiendo del cono de apertura visual los sistemas se consideran punto a punto o difusos.

En el proceso lógico, los bits viajan mediante haces de pulsos, donde el cero lógico se representa por existencia de luz y el uno lógico por su ausencia.

### **4.2.1. Clasificación de Sistemas de Infrarrojos (IR)**

Los sistemas de infrarrojos pueden clasificarse, de acuerdo al ángulo de apertura con que se emite la información en el transmisor, en:

- Sistemas de corta apertura, también llamados de rayo dirigido, de punto a punto o de línea de vista (Line of Sight, LOS)
- Sistemas de gran apertura, reflejados o difusos (Diffused).

#### **4.2.1.1. Sistemas infrarrojos de corta apertura o de línea de vista (LOS)**

Los sistemas infrarrojos de corta apertura funcionan de manera similar a los controles remotos de los televisores. Mediante este sistema, el emisor debe orientarse hacia el receptor antes de transferir información, lo que limita su funcionalidad. Esta reorientación continua del emisor hace muy complicado utilizar la tecnología LOS en dispositivos móviles.

#### **4.2.1.2. Sistemas de gran apertura o difusos**

En los sistemas de gran apertura, en cambio, el transmisor no tiene que estar alineado con el receptor, por lo que permiten la transmisión de información en un ángulo mucho más amplio.

Los sistemas difusos funcionan usualmente con la siguiente topología: se coloca en el techo del recinto, un nodo central conocido como punto de acceso, hacia el cual los dispositivos inalámbricos dirigen su información, y desde el cual ésta es difundida hacia los mismos dispositivos.

Un punto débil de esta tecnología es que la dispersión utilizada en este tipo de red hace que la señal transmitida rebote en techos y paredes, introduciendo un efecto de interferencia en el receptor que limita notablemente la velocidad de transmisión.

#### **4.2.2. Restricciones de uso de transmisiones de infrarrojos**

En cuanto a las restricciones de uso, la transmisión de infrarrojos con láser o con diodos no requiere autorización especial en ningún país, excepto por los organismos de salud que limitan la potencia de la señal transmitida.

### **4.2.3. Características de la tecnología de Infrarrojos (IR)**

La tecnología de infrarrojos cuenta con características atractivas para utilizarse en redes inalámbricas, así como con grandes limitaciones.

#### **4.2.3.1. Ventajas de la tecnología IR**

Los infrarrojos tienen una longitud de onda cercana a la de la luz y, por lo tanto, con un comportamiento similar, es decir, no pueden atravesar objetos sólidos como paredes o puertas, por lo cual es un sistema seguro contra receptores no deseados, aunque esta característica también supone un serio inconveniente para su capacidad de difusión.

Por otra parte, se pueden alcanzar grandes velocidades de transmisión, de hecho ya se han desarrollado sistemas que operan a 100 Mbps, y por su alta frecuencia, presentan una fuerte resistencia a las interferencias electromagnéticas artificiales radiadas por otros dispositivos.

Por último, utiliza componentes sumamente económicos y de bajo consumo energético, que son características muy a tener en cuenta, en aquellos dispositivos que deban formar parte de equipos móviles portátiles.

#### **4.2.3.2. Limitaciones de la tecnología de IR**

Entre las principales limitaciones que se encuentran en esta tecnología está que es sumamente sensible a objetos móviles que interfieren y perturban la comunicación entre emisor y receptor. Por otra parte, las restricciones en la potencia de transmisión limitan la cobertura de estas redes a unas cuantas decenas de metros.



Se puede considerar su mayor limitación, que la luz solar directa, las lámparas incandescentes y otras fuentes de luz brillante pueden interferir seriamente con la señal.

#### 4.2.3.3. Análisis comparativo de las ventajas y limitaciones de la tecnología de infrarrojos

<i>Ventajas</i>	<i>Limitaciones</i>
<i>Sistema seguro contra receptores no deseados.</i>	Tiene un serio inconveniente a su capacidad de difusión por no poder atravesar objetos sólidos
<i>Grandes velocidades de transmisión, hasta 100 Mbps.</i>	Sumamente sensible a objetos móviles que interfieren y perturban la comunicación entre emisor y receptor
<i>Fuerte resistencia a las interferencias electromagnéticas artificiales que son radiadas por otros dispositivos.</i>	Las restricciones en la potencia de transmisión limitan la cobertura de estas redes a unas cuantas decenas de metros
<i>Utiliza componentes sumamente económicos y de bajo consumo energético.</i>	La luz solar directa las lámparas incandescentes y otras fuentes de luz brillante pueden interferir seriamente la señal

**Tabla 4.1. Ventajas y limitaciones de la tecnología de infrarrojos (IR)**

En conclusión y a pesar de sus buenas cualidades y características, la gran influencia del entorno representa un enorme problema para la fiabilidad de las comunicaciones por infrarrojos y, por tanto, reduce sus posibilidades de implantación masiva.

### 4.3. TRANSMISIÓN POR RADIO FRECUENCIA

La transmisión por radio frecuencia (RF) es mucho más popular que por luz infrarroja, porque tiene un intervalo mayor, por lo que las señales que transmite, a diferencia de la transmisión por IR, pueden pasar a través de las paredes (Figura 4.2), además, tiene un ancho de banda más grande, ofrece un intervalo más largo e ininterrumpido y cuenta con una cobertura más extensa.

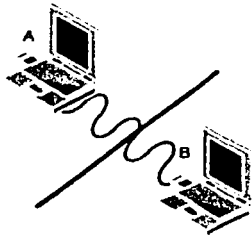


Figura 4.2. Transmisión por radiofrecuencias

#### 4.3.1. Modulación de la portadora en RF

Muchas redes inalámbricas utilizan radiofrecuencias para transmitir información de un punto a otro sin la necesidad de conexiones físicas. Los datos que van siendo transmitidos son sobrepuestos a una onda de radio, en un proceso conocido como modulación.

Las ondas de radio son normalmente referidas a portadoras de radio ya que éstas realizan únicamente la función de llevar la energía a un receptor remoto. Los datos a transmitir se superponen a la portadora de radio y de este modo pueden

ser extraídos en el receptor final. Por este motivo, la señal ocupa más ancho de banda que una sola frecuencia.

Varias ondas portadoras pueden ser transmitidas simultáneamente, sin que interfieran unas con otras, siempre y cuando estas ondas sean enviadas en distintas frecuencias de radio. Esto permite que diferentes usuarios puedan transmitir y recibir datos al mismo tiempo. Los receptores de radio de los transmisores inalámbricos son sintonizados a una frecuencia específica, rechazando otras señales en frecuencias distintas como ruido.

#### **4.4. TRANSMISIÓN EN BANDA BASE Y BANDA ANCHA**

Las redes pueden ser clasificadas por su tipo de transmisión como:

- Transmisión en banda base
- Transmisión en banda ancha

##### **4.4.1. Trasmisión en banda base**

La transmisión en banda base utiliza portadoras de bajos voltajes para transmitir señales digitales, y la transmisión se limita a una sola señal en el medio a la vez. Las redes más comunes actualmente son las que realizan este tipo de transmisión tales como las Ethernet.

##### **4.4.2. Transmisión en banda ancha**

El sistema de banda ancha transmite y recibe en una banda específica de frecuencias para el paso de información. Los usuarios tienen distintas frecuencias de comunicación para evitar las interferencias, y un filtro en el receptor se encarga de dejar pasar únicamente la señal esperada en la frecuencia asignada. La transmisión en banda ancha se utiliza principalmente en sitios donde se necesitan simultáneamente servicios tales como circuitos cerrados, televisión, datos y voz.

Las redes de banda ancha usan una técnica llamada multiplexaje por división de frecuencias<sup>39</sup> para transmitir señales múltiples a la vez sobre el mismo cable, donde cada una utiliza una frecuencia distinta.

---

<sup>39</sup> *Cfr.* Capítulo 2 Inciso 5.1.2.1

#### **4.5. MODULACIÓN EN ESPECTRO DISPERSO (SS)**

“La tecnología de espectro disperso fue desarrollada en los años 40 en vísperas de la Segunda Guerra Mundial, para proteger comunicaciones militares. Servía para controlar los torpedos en distancias grandes sin que el enemigo los detectara o interfiriera sus transmisiones, siendo un medio de comunicación privado y eficiente”<sup>40</sup>.

El espectro disperso está contemplado en la Norma Oficial Mexicana (NOM-121-SCT1-1994).

La técnica de espectro disperso difiere de otras tecnologías de radio en que dispersa la señal transmitida, sin afectar otros sistemas de comunicación, sobre una amplia gama de frecuencias, utilizando un ancho de banda mucho mayor que el necesario por la velocidad de transmisión utilizada, lo que da por resultado una potencia por unidad de ancho de banda menor.

La dispersión del espectro se obtiene antes de transmitir la información, a través del uso de un código que es independiente de la secuencia de datos. Para lograrlo, mezcla la información transmitida con un patrón de dispersión, que permite modificar la frecuencia o la fase (o ambas) de la información original, haciendo que ésta sea extremadamente difícil de detectar por cualquier sistema que no tenga el mismo código de dispersión utilizado por el transmisor.

Al distribuir la señal en una gama de frecuencias, se está también dispersando la potencia media transmitida, lo que es visto por otros dispositivos no acoplados con el transmisor como una pequeña interferencia que puede descartarse, permitiendo que varios sistemas coexistan compartiendo las mismas frecuencias.

---

<sup>40</sup> <http://www.speedlan.com.mx/tecnologia.htm>

#### **4.5.1. Características de la transmisión en espectro disperso (SS)**

Las principales características de la tecnología de espectro disperso son:

- Conectan múltiples sitios hasta distancias de 40 km
- Pueden tener una velocidad de hasta 10 Mbps
- Trabaja con todos los sistemas operativos de redes tradicionales
- Es compatible con redes Ethernet y con los estándares de la industria
- Es de fácil uso e instalación

#### **4.5.2. Análisis de ventajas y limitaciones del espectro disperso (SS)**

##### **4.5.2.1. Ventajas del espectro disperso (SS) para PyMES**

Entre las ventajas del espectro disperso para las pequeñas y medianas empresas, se encuentran las siguientes:

- Simplifica los costos de soporte, instalación y futuros cambios para conexiones de red
- Representa una alternativa y/o una posibilidad de crecimiento de cableados existentes que no permiten o hacen muy costosa la creación de nuevas conexiones de red
- Tiene buenas características de desempeño
- Baja interferencia entre la señal enviada y otras señales que no forman parte de la transmisión
- Proporciona seguridad
- Bajos costos de operación
- Facilidad de instalación, mantenimiento y detección de fallas

- Útil en ciertas circunstancias geográficas
- Menor tiempo de instalación
- Buen nivel de integración con redes tradicionales existentes
- Se necesita una mínima capacitación para la instalación.

#### **4.5.2.2. Limitaciones de la transmisión en espectro disperso (SS)**

En cuanto a sus desventajas, tiene potencia limitada, así como distancias y velocidad de transmisión restringidas.

#### **4.5.3. Principales aplicaciones del espectro disperso (SS)**

Sus principales aplicaciones instaladas son: almacenes, bancos, restaurantes, fábricas, hospitales, transporte y centros de distribución.

Entre las aplicaciones donde se encuentra un gran potencial están los lugares donde es difícil o compleja la instalación de una red cableada, tales como museos, edificios históricos, o sitios temporales donde no sería costeable la instalación del cableado.

#### **4.5.4. Técnicas de modulación en espectro disperso**

Todos los elementos de las redes locales inalámbricas basadas en espectro disperso utilizan el mismo código de dispersión, aunado a algún mecanismo de control de acceso al medio.

La ventaja de utilizar un único código de dispersión, permite que una red determinada pueda coexistir con otras redes o con otros sistemas en la misma banda de frecuencias.

Existen diferentes técnicas de modulación en espectro disperso, siendo las más utilizadas para aplicaciones comerciales son las siguientes: salto de frecuencia (FHSS – Frequency Hopping Spread Spectrum) y espectro disperso de secuencia directa (DSSS), incluyendo el de acceso múltiple por división de código (CDMA) y el espectro disperso de acceso múltiple con detección de portadora (CSMA).<sup>41</sup>

#### **4.5.4.1. Modulación en espectro disperso por salto de frecuencia (FHSS)**

En la modulación FHSS, se divide el ancho de banda disponible en canales de frecuencia, y la información se transmite a saltos de manera pseudo aleatoria, en intervalos de tiempo fijos, llamados chips, de un canal de frecuencia a otro dentro de la banda, de acuerdo a un patrón que es conocido tanto por el transmisor como por el receptor.

Al estar el ancho de banda, convenientemente sincronizado, es como tener un único canal lógico. Esto quiere decir, que únicamente el receptor sincronizado con el transmisor, y que tenga exactamente el mismo código de salto, puede acceder a las frecuencias correspondientes y extraer la información. Un mensaje inalámbrico transmitido usando FHSS puede ser totalmente recibido sólo si la serie completa de radiofrecuencias son conocidas. Para un receptor no sincronizado, la modulación FHSS es como un ruido de impulsos de corta duración.

---

<sup>41</sup> Cfr. COOPER, G. & MCGILLEN, C. *Modern Communications and Spread Spectrum*, Ed. McGraw-Hill. Pág.. 286



Los proveedores, en su mayoría, desarrollan algoritmos propios de secuencia de salto de frecuencias (FHSS), que garantizan que dos transmisores no saltarán a la misma frecuencia, al mismo tiempo, cuando estén usando el mismo medio de transmisión de radiofrecuencias.

Las secuencias de salto múltiple pueden ser asignadas típicamente dentro de la misma área física, lo cual incrementa la cuenta total de ancho de banda disponible.

#### **4.5.4.2. Modulación en espectro disperso por secuencia directa (DSSS)**

En la técnica de secuencia directa (DSSS - Direct-Sequence Spread Spectrum) se genera bits redundantes por cada bit transmitido.

Estos bits redundantes son llamados chipping code. Cuanto mayor sea esta secuencia mayor es la probabilidad de reconstruir los datos originales. DSSS adiciona por lo menos 10 chips por cada bit de dato, entonces DSSS extiende la señal a través de la banda entera disponible, cambiando la frecuencia a una velocidad de chip mucho más rápida que la velocidad de bit de la señal. En otras palabras, la información se mezcla con un patrón pseudo aleatorio de bits con una frecuencia mayor que la de la información a transmitir. Una vez que el receptor tiene la señal de datos entera, éste usa una correlación para remover los chips y contraer la señal a su longitud original.

De igual forma que en el FHSS, solamente aquel receptor que tenga el mismo código de extensión, será capaz de regenerar la información original. Incluso si uno o más bits son perturbados en la transmisión, las técnicas implementadas en radio pueden reconstruir los datos originales sin necesidad de retransmitir, mientras que para un receptor, cualquier emisión DSSS es un ruido de baja potencia.

Físicamente la comunicación se establece conectando en un lado un puente inalámbrico y en el otro extremo un punto de acceso, ambos equipos conectados a una antena de espectro disperso.

La salida de estos equipos hacia la red local viene dada en Ethernet con la interfaz RJ45, por lo que se puede conectar directamente un hub o un switch, donde se conectarán las computadoras de la red.

#### **4.5.4.3. Análisis comparativo entre FHSS Y DSSS para PyMEs**

La elección entre FHSS y DSSS dependerá de varios factores relacionados con el entorno de la red y la aplicación que los usuarios quieran darle al entorno en que el sistema esté operando.

La tecnología FHSS no es compatible con la DSSS, por lo tanto, es necesario analizar cuál es más conveniente para una PyME.

El estándar IEEE 802.11b para DSSS ha predominado en los estándares para redes inalámbricas. Como referencia, se puede decir, que la tasa de transferencia de datos de la capa física para sistemas FHSS es de 2 Mbps, mientras que para DSSS soporta velocidades mayores de transmisión (11 Mbps). Esta es la principal razón para adoptar la tecnología DSSS en una PyME.

En términos generales, los aparatos basados en FHSS son más baratos y consumen menos energía que los que utilizan DSSS, pero también tienen una zona de alcance menor y están más limitados en el ancho de banda que pueden ofrecer.

#### 4.5.4.4. Asignación de los canales DSSS

En la tabla 4.2, mostrada a continuación, se esquematiza la asignación de los canales específicos de la banda de 2.4 GHz que están disponibles para la modulación DSSS, según la norma IEEE 802.11b.

<i>Canal</i>	<i>Frecuencia Central</i>	<i>Inicio de Frecuencia</i>	<i>Fin de Frecuencia</i>
1	<b>2412</b>	<b>2400</b>	<b>2424</b>
2	2417	2405	2429
3	2422	2410	2434
4	2427	2415	2439
5	2432	2420	2444
6	<b>2437</b>	<b>2425</b>	<b>2449</b>
7	2442	2430	2454
8	2447	2435	2459
9	2452	2440	2464
10	2457	2445	2469
11	<b>2462</b>	<b>2450</b>	<b>2464</b>
12	2467	*	*
13	2472	*	*
14	2484	**	**

**Tabla 4.2. Asignación de canales DSSS**

\* No soportada por la norma IEEE 802.11b

\*\* Solo en Japón

En la tabla 4.2, se observa en negro, los únicos tres canales de 22 MHz de ancho, no traslapados entre sí, que la banda de 2.4 GHz puede contener.

#### **4.5.4.5. Limitaciones de productos comerciales para FHSS y DSSS**

En general, los productos comerciales que utilizan estas tecnologías limitan la fuerza radiada (RF) en la antena debido a las normativas existentes. También se limita el aumento de la antena a un máximo de 6 dB. La fuerza radiada está limitada a 1 W para los Estados Unidos, 10 mW por 1MHz en Europa y 10mW para Japón.

Para México, la Norma Oficial Mexicana NOM-121-SCT1-1994 establece que el área de cobertura local es "aquella en la que se pueden operar los equipos de espectro disperso usando una antena omnidireccional con una potencia radiada máxima de 30 mW y/o un alcance máximo de 500 metros dentro de un mismo edificio."

#### **4.6. DISEÑO DE PROTOCOLOS DE ACCESO PARA REDES INALÁMBRICAS**

El diseñar un protocolo de acceso para redes inalámbricas de área local resulta mucho más complejo que hacerlo para redes basadas en cable, pues se deben considerar otros factores que influyen enormemente en el funcionamiento de estos sistemas.

Como se vio anteriormente, la velocidad de las redes inalámbricas está por debajo de lo especificado en las normas, ya que depende de varios factores, entre los que se encuentran: las condiciones del ambiente, las interferencias, la distancia o área de cobertura, la potencia de transmisión y el tipo de modulación utilizada, los cuales introducen importantes variaciones en el tiempo de acceso y en la tasa de errores de transmisión.

Asimismo, al contar con equipos móviles se pueden presentar conexiones y desconexiones repentinas en la red.

También deben tenerse en cuenta, los mecanismos de relevo entre puntos de acceso, para atender a nodos móviles que pasan de un área de cobertura a otra.

## **4.7. MODELO OSI PARA REDES INALÁMBRICAS**

El estándar IEEE 802.11 se centra en la capa física y la subcapa de control de acceso al medio (MAC) de la capa de enlace de datos del modelo OSI.

### **4.7.1. Capa física.**

Los estándares OSI de la capa física son los que controlan la transmisión de datos sobre el medio de transmisión.

Esta es la capa más baja del modelo de referencia OSI y es la base de la red de comunicaciones

Las especificaciones de la capa física definen:

- Velocidades de datos físicos
- Distancias de transmisión máximas
- Medios de transmisión, es decir, el camino físico que el flujo de datos atravesará.
- Conexiones físicas

### **4.7.2. Capa de enlace de datos**

La capa de enlace se ubica inmediatamente arriba del nivel físico. Define los protocolos que interactúan con los componentes físicos de la red. Controla el flujo de información y agrega un control propio de errores en los paquetes que envía a través de los enlaces.

La capa de enlace cumple, entre otras, con las siguientes funciones:

- Se ocupa de los errores de transmisión
- Proporciona una interfaz de servicio para la capa de red
- Regula el número de frames o tramas para que los receptores lentos no se vean desbordados por los transmisores rápidos.
- Administra el enlace en general

La IEEE divide esta capa en dos subcapas:

- Control de Enlace Lógico (LLC)
- Control de Acceso al Medio (MAC)

En la Figura 4.3 se esquematizan los subniveles de la capa de red, y se muestran las dos subcapas de la capa de enlace: LLC y MAC, que es en la que nos centraremos en el siguiente inciso.

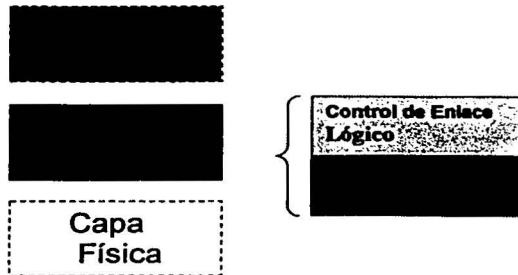


Fig. 4.3. Subniveles de la capa de red del modelo OSI

#### **4.7.2.1. Subcapa de control de acceso al medio (MAC)**

La subcapa de control de acceso al medio (MAC o Media Access Control), define el método de acceso al medio y establece un protocolo de control de acceso al medio, lo cual permite a los dispositivos de red competir por el acceso.

Esta subcapa es la misma para la transmisión por infrarrojos, así como para la transmisión por radiofrecuencia.

La MAC maneja toda la información entrante y saliente, basada en un conjunto de reglas de tráfico, que las estaciones de trabajo de las redes inalámbricas siguen, para evitar colisiones de datos cuando las señales son mandadas sobre un medio de red compartido.

Cuando un dispositivo transmite un paquete a través de la red, se ensamblan, en esta subcapa, las direcciones de destino y procedencia para cada paquete, y se calcula la verificación de redundancia cíclica (CRC) del total de los paquetes. Asimismo cuando se ha finalizado la recepción, las funciones en la misma procesan la dirección destino y verifican la integridad del paquete.

El controlador del dispositivo, delinea un conjunto específico de instrucciones que son, usualmente, dependientes del sistema operativo de red. Algunos controladores soportan las especificaciones de la interfaz de unión de datos abierto (Open Data-Link Interface u ODI); y otros, soportan las especificaciones de la interfaz de controladores de red (Network Driver Interface Specification o NDIS).

En esta subcapa también se asignan direcciones únicas. La dirección MAC es grabada sobre el adaptador inalámbrico, lo cual permite identificarlo, cuando manda información a través de la red.



### **4.7.3. Comunicación entre la capa de red y la capa de enlace**

El principal servicio que da la capa de enlace es la transferencia de datos de la capa de red de la máquina origen a la capa de red de la máquina destino.

La comunicación entre la capa de red y la capa de enlace utiliza una o más de los siguientes indicadores:

- **Solicitud.** Para pedir un servicio al nivel del enlace, por ejemplo, que se establezca o libere una conexión o transmitir un paquete.
- **Indicación.** Para señalarle al nivel de red que ha ocurrido un evento, por ejemplo, que una máquina desea establecer o liberar una conexión, o avisarle que ha llegado un paquete de información.
- **Respuesta.** Para contestar a la solicitud anterior.
- **Confirmación.** Para que la máquina que hizo la solicitud se entere si ésta fue aceptada o rechazada y en este último caso, la razón por la que no se llevó a cabo.

#### **4.7.3.1. Servicios de comunicación de la capa de enlace.**

La capa de enlace puede diseñarse para ofrecer distintos servicios:

- Servicio sin conexión y sin confirmación
- Servicio sin conexión y con confirmación
- Servicio con conexión y con confirmación

#### **4.7.3.1.1. Servicio sin Conexión y sin Confirmación**

En este tipo de servicio, la máquina origen transmite tramas sin que se establezca una conexión previa y sin que la máquina destino proporcione confirmación.

Si la trama o *frame* se pierde, no se realiza, en este nivel, ningún intento por recuperarla.

Este tipo de servicio se utiliza para casos de tráfico en tiempo real tales como la transmisión de voz, en que un retraso en la llegada de la trama es peor que tener datos erróneos.

Es una opción conveniente cuando las tasas de errores son bajas y la recuperación se deja a niveles superiores.

#### **4.7.3.1.2. Servicio sin Conexión y con Confirmación**

Este servicio, al igual que el anterior, no establece una conexión previa con la máquina destino.

Se envía cada trama y se confirma cada una de manera individual. Si una trama no llega en un intervalo de tiempo establecido, se inicia su retransmisión.

Un inconveniente, es que si la confirmación se pierde, la trama podría recibirse duplicada.

#### **4.7.3.1.3. Servicio con Conexión y con Confirmación**

Éste es el más sofisticado de los servicios, pues establece una conexión antes de empezar la transmisión, donde tanto la máquina origen como la destino inicializan variables y contadores necesarios para mantener el seguimiento de las tramas recibidas.

Cada uno de los *frames* se identifica con un número y la capa de enlace se encarga que cada trama transmitida sea efectivamente recibida, sólo una vez (sin duplicados) y en el orden correcto.

Finalmente, se libera la conexión, dejando libres las variables, las memorias temporales y otros recursos que se emplean para mantener la conexión.

## **4.8. MECANISMOS DE ACCESO AL MEDIO PARA REDES INALÁMBRICAS**

Los diversos mecanismos de acceso que se han propuesto e implantado para redes inalámbricas de área local se agrupan en dos categorías:

- **Protocolos con arbitraje**
  - FDMA
  - TDMA
  - CDMA
  
- **Protocolos por contención**
  - CSMA/CD
  - CSMA/CA

También se han diseñado protocolos que son una combinación de estas dos categorías, que se conocen como protocolos híbridos.

### **4.8.1. Protocolos con arbitraje**

#### **4.8.1.1. Acceso Múltiple por División de Frecuencia (FDMA)**

La multiplexación en frecuencias (FDMA) divide todo el ancho de banda asignado en distintos canales individuales. Este es un mecanismo simple que permite el acceso inmediato al canal.

Ya no es habitual su utilización dentro de los sistemas WLAN porque resulta poco eficiente para su utilización en sistemas que presentan un comportamiento típico de transmisión de información por breves períodos de tiempo.

#### **4.8.1.2. Acceso Múltiple por División de Tiempo (TDMA)**

El sistema de multiplexación en tiempo (TDMA) representa una alternativa más factible actualmente, pues asigna todo el ancho de banda disponible a cada nodo durante un breve intervalo de tiempo y de manera cíclica.

Este sistema requiere mecanismos muy precisos de sincronización entre los nodos participantes para evitar interferencias. La TDMA ha sido utilizada, principalmente, en las redes inalámbricas basadas en infraestructura, donde un punto de acceso puede realizar las funciones de coordinación entre nodos remotos.

#### **4.8.1.3. Acceso Múltiple por División de Código (CDMA)**

La multiplexión por división de código es el mecanismo de acceso más utilizado para que puedan coexistir diferentes redes basadas en espectro disperso.

## **4.8.2. Protocolos por contención**

Las redes inalámbricas de área local que utilizan mecanismos de contención como acceso al medio, están basadas en el modelo utilizado por la tecnología de red más difundida en la actualidad, la Ethernet 802.3.

### **4.8.2.1. Acceso Múltiple por Detección de Portadora con Detección de Colisiones (CSMA/CD)**

Las redes Ethernet utilizan el protocolo de Acceso Múltiple por Detección de Portadora con Detección de Colisiones (CSMA/CD).

Este protocolo se caracteriza por comprobar, antes de iniciar la transmisión, que el medio de comunicación esté libre, para lo cual, la estación escucha si otra estación está realizando una transmisión. Si el medio se encuentra libre, se transmite la información y si no, se espera a que finalice la transmisión que ocupa al medio para enviar los datos.

En este protocolo la información es enviada por un solo canal. Como existe la posibilidad de que dos estaciones transmitan información simultáneamente, el mecanismo CSMA/CD exige que después de iniciar la transmisión se debe continuar con la vigilancia del canal para detectar posibles colisiones.

Una colisión se produce cuando dos estaciones transmiten al mismo tiempo, entonces, cuando se detecta una colisión, se detiene la transmisión, se manda a todas las estaciones un mensaje de que ha sucedido una colisión y las estaciones involucradas en el conflicto deben esperar un tiempo aleatorio antes de repetir la información.

En la Figura 4.4. se muestra un ejemplo de colisión en el medio de transmisión.

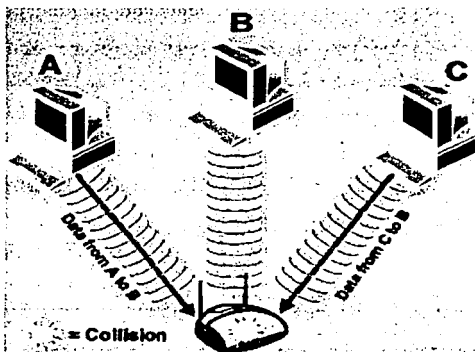


Figura 4.4. Colisión en el medio de transmisión

#### 4.8.2.2. Acceso Múltiple por Detección de Portadora con Prevención de Colisiones (CSMA/CD)

Éste es el modelo de acceso por contención que más se utiliza actualmente. Es conocido como CSMA/CA por sus siglas en inglés (Carrier Sense, Múltiple Access, Collision Avoidance), y ha sido incorporado al estándar IEEE 802.11

Este protocolo introduce una variante en el algoritmo anterior que evita las colisiones en la transmisión, es decir, utiliza prevención de colisiones (CA), en lugar de detección de colisiones (CD).

La mayor probabilidad de que se produzca una colisión en CSMA/CD se da, precisamente, al terminar una transmisión, pues puede haber una o más estaciones esperando que una transmisión en curso termine para que ellas puedan comenzar a transmitir.

Si no se adoptan las medidas oportunas, estas estaciones, comenzarán todas a la vez, a enviar información, provocando una colisión en el medio.

En el sistema CSMA/CA, cuando una estación identifica el fin de una transmisión, espera un tiempo aleatorio antes de transmitir, disminuyendo así la probabilidad de colisión.

Este sistema parece tener un inconveniente en el gasto provocado por los retrasos inicialmente más largos, pero siendo las redes inalámbricas un medio de transmisión relativamente más caro que las Ethernet, puede ahorrarse, aún con el retraso con la disminución en el número de colisiones.

#### **4.8.2.2.1. Problema de terminal oculta o nodo oculto**

A pesar del buen comportamiento general del sistema CSMA/CA, éste presenta una deficiencia, debida al inconveniente conocido como problema de terminal oculta o nodo oculto.

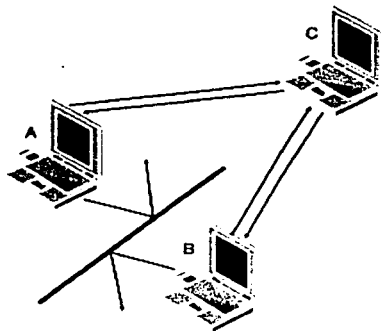
Esta dificultad se presenta cuando un dispositivo inalámbrico transmite con la potencia justa para que sea escuchado por un nodo receptor, pero no con la suficiente como para que otra estación, que se encuentra a la espera, sepa que hay otra unidad que está transmitiendo.

Otra manera en que se manifiesta este problema es cuando existe una obstrucción física entre dos terminales, y no con una tercera. Por ejemplo, en la



siguiente figura (4.5) la terminal C puede comunicarse con las terminales A y B, pero debido a que existe una obstrucción física entre las terminales A y B, que refleja totalmente la señal, no hay comunicación entre estas dos terminales. Además, no existe un punto de acceso que permita a A y B comunicarse por medio de la estación C.

Entonces, al no haber comunicación entre las terminales A y B, ninguna de las dos puede determinar cuando la otra está haciendo uso del medio de transmisión. De tal manera, que las terminales A y B, al no detectar que hay otra terminal usando el medio, pueden tratar de transmitir a la terminal C al mismo tiempo, lo cual ocasionaría una colisión.



**Figura 4.5. Ejemplo del problema de Terminal Oculta**

Este problema puede interrumpir 40% o más de las comunicaciones en un ambiente WLAN muy cargado.

Para resolver este conflicto, la norma 802.11 ha añadido, al protocolo de acceso CSMA/CA, un mecanismo de intercambio de mensajes con reconocimiento positivo, al que se le denomina RBP (Reservation – Based Protocol)

#### **4.8.2.2.2. Mecanismo de intercambio de mensajes con reconocimiento positivo (RBP)**

El mecanismo de intercambio de mensajes con reconocimiento positivo también conocido como RBP se utiliza para contrarrestar el problema de nodo oculto.

Cuando una estación está lista para transmitir, primero envía una solicitud RTS (Request to Send) al punto de acceso, para reservar el medio de transmisión. El paquete RTS o "Petición para Enviar" incluye las direcciones de origen y destino de los paquetes, y la longitud de la transmisión que seguirá.

Si el punto de acceso receptor, está libre y no encuentra problemas, difunde el Vector de Reserva de Red (Network Allocation Vector o NAV), que es un tiempo de retardo basado en el tamaño de la trama contenida en el paquete RTS de solicitud. Los demás nodos dejarán de transmitir durante el tiempo indicado por el NAV más un intervalo extra de backoff (tiempo de retroceso) aleatorio.

Si no encuentra problemas, el punto de acceso responde con una autorización CTS (Clear to Send) que permite al solicitante enviar sus datos. El paquete CTS o "Despejado para enviar", repite la dirección del remitente y la longitud de la transmisión. Las demás terminales también escuchan el paquete CTS y entonces registran que hay una transmisión de datos pendiente con una cierta estación y pueden evitar interferir con esa transmisión. La razón de anunciar la longitud de la próxima transmisión en el paquete CTS, es que esto permite a los

otros dispositivos en la red determinar el tiempo mínimo en que ellos deben aplazar su acceso al medio.

Cuando el dispositivo que está transmitiendo no recibe el paquete CTS, éste asume que ocurrió una colisión y manda el paquete RTS nuevamente. El dispositivo transmisor reenvía el paquete RTS hasta que recibe el paquete CTS en respuesta. Este esquema de retransmisión agrega gastos de fabricación, por lo que muchos proveedores implantan en sus modelos, el principio de "paquetes medidos", conocido como RTS/CTS, que permite al dispositivo hacer peticiones solo cuando intenta transmitir paquetes largos.

Cuando el dispositivo transmisor ha recibido el paquete CTS, entonces inicia su transmisión en el medio. Una vez que el punto de acceso ha recibido correctamente la información, envía una trama de reconocimiento conocida como "Paquete de Confirmación de Recepción" (Acknowledgement o ACK), notificando al transmisor el éxito de la transmisión.

Si el remitente no recibe el ACK, el remitente considera que la transmisión que envió fue fragmentada y reenvía el mensaje, después de esperar un periodo de tiempo determinado.

# **5. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE REDES LAN INALÁMBRICAS Y ALÁMBRICAS PARA PYMES**

## **5. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE REDES LAN INALÁMBRICAS Y ALÁMBRICAS PARA PyMEs**

A continuación se realiza un análisis comparativo de algunas de las características principales de las redes LAN y WLAN, orientado a las pequeñas y medianas empresas (PyMEs) mexicanas.

### **5.1. ANÁLISIS DE BENEFICIOS DE LAS REDES DE ÁREA LOCAL INALÁMBRICAS Y ALÁMBRICAS PARA PyMEs**

En la Tabla 5.1 se muestra un cuadro comparativo de los beneficios de las redes alámbricas e inalámbricas para pequeñas y medianas empresas en México.

<b>Redes Alámbricas</b>	<b>Redes Inalámbricas</b>
Altas velocidades de transmisión	Movilidad
Tecnología madura	Facilidad de Instalación
Fiabilidad	Buenas características de desempeño
Cumple con varios estándares de la industria	Facilidad en el mantenimiento y detección de fallos
	Útil en ciertas circunstancias geográficas
	Bajos costos de operación
	Escalabilidad
	Crecimiento
	Seguridad
	Menor tiempo de instalación
	Buen nivel de integración con redes tradicionales existentes
	Minima capacitación para la instalación

**Tabla 5.1. Análisis de beneficios de redes inalámbricas y alámbricas**

En síntesis, frente a las redes tradicionales, las redes inalámbricas tienen las siguientes ventajas en cuanto a productividad, comodidad y costos para las PyMEs:

- **Movilidad:** Las redes inalámbricas ofrecen información en tiempo real en cualquier lugar de la organización o empresa para todos los usuarios de la red. Esta capacidad de movilidad, que no ofrecen las redes alámbricas, supone mayor productividad y posibilidades de servicio para las PyMEs.
- **Facilidad de instalación:** Evita las obras necesarias para colocar el cableado por muros y techos, y es más rápida y fácil que la instalación de la red alámbrica.
- **Útil en ciertas circunstancias geográficas:** La tecnología inalámbrica permite que la red llegue a donde el cable no puede.
- **Bajos costos de operación:** Mientras que la inversión inicial en equipo que se necesita para una WLAN puede ser mayor que para una LAN alámbrica, los gastos generales de instalación y reinstalación durante su ciclo de vida son significativamente menores. Por lo tanto los beneficios económicos a largo plazo son mayores, sobretodo, cuando se dan cambios frecuentes o el entorno es muy dinámico, además de tener mayor tiempo de vida y menor gasto de instalación.
- **Crecimiento.** En una red alámbrica, al ir creciendo la PyME, es complicado ir modificando la red. Este problema no sólo se da en el diseño inicial, sino que surge cada vez que quiere ampliarse la red. La única solución posible es sobredimensionar la red, durante su diseño inicial, a partir de estimaciones de crecimiento. También

puede optarse por soluciones temporales que acaban siendo permanentes, con cables y *hubs* (concentradores) escondidos detrás de los escritorios y los muebles de oficina, fuera de las canaletas para cables contemplados inicialmente.

- ***Seguridad.*** Los sistemas inalámbricos pueden ser intrínsecamente más seguros que un sistema cableado normal, ya que inclusive el acceso al medio físico puede ser protegido con una clave que identifique la red, lo que no se puede efectuar en redes cableadas tradicionales en las que basta conectarse físicamente a un cable para tener acceso a la red.
- ***No requiere de conexión física de cable ni tomas de red.*** Las redes inalámbricas son muy útiles para proyectos en sitios temporales puesto que pueden establecerse sin incurrir en los gastos y las exigencias de colocar cables e instalar conectores en paredes. Además las redes inalámbricas son flexibles dado que las computadoras pueden cambiarse de lugar sin ningún trabajo de infraestructura.
- ***Buen nivel de integración con redes existentes.*** Las redes inalámbricas de área local han ido ganando popularidad en numerosos mercados, entre los que se encuentran la atención médica, las ventas al por menor, la industria manufacturera, el almacenamiento de productos y las instituciones educativas. Estos ramos han aprovechado las ganancias en productividad al utilizar terminales y computadoras portátiles para transmitir, en tiempo real, la información a centrales para que las procesen.

- **Escalabilidad:** Las LAN inalámbricas tienen la ventaja de que se pueden configurar con diversos tipos de topologías para satisfacer las necesidades específicas de la PyME. Las configuraciones y el cambio de topología de red son sencillos y se adaptan tanto a pequeñas redes para un número pequeño de usuarios así como para grandes redes de miles de usuarios.

Hoy en día, a las soluciones inalámbricas se les está reconociendo como una alternativa de conexión de uso general para una gama cada vez más amplia de clientes comerciales, ya que ofrecen una opción de adecuada velocidad a las redes LAN cableadas y es una solución rápida, sencilla, y económica, si se compara con otras alternativas, para formar, agrandar, o cambiar la red de una PyME.



## 5.2. LIMITACIONES DE LAS REDES LAN INALÁMBRICAS y ALÁMBRICAS PARA PyMEs.

A continuación se muestra un cuadro comparativo de las limitaciones de las redes alámbricas e inalámbricas. (Tabla 5.2)

Redes Alámbricas	Redes Inalámbricas
Requieren de un medio físico de transmisión de datos como el cable y/o la fibra óptica.	Potencia y distancias limitadas
La estación de trabajo requiere de una conexión física hasta la salida de la red.	Velocidad de transmisión limitada
Para mover una estación de un lado al otro, el usuario requiere reconexión física en el nuevo sitio.	Alto costo por unidad
Reparaciones costosas	Es una tecnología relativamente nueva
El tiempo medio entre fallos es menor	
Más del 85% de los problemas en las fallas de una red son producto del cableado.	
El tiempo de reparación es mayor	
Dificultad para el tendido del cableado, o la reutilización de éste.	
Mayor tiempo de instalación	

**Tabla 5.2 Análisis de limitaciones de redes inalámbricas y alámbricas**

Desafortunadamente, no se puede tener todo en la vida, pues a mayor velocidad de transmisión, menor área de cobertura de la señal y viceversa.

### 5.3. ANÁLISIS DE COSTOS DE REDES INALÁMBRICAS Y ALÁMBRICAS<sup>42</sup>

Muchos directores de Tecnologías de la Información (TI), a la hora de decidirse por implantar una red inalámbrica, apuntan que, en determinadas ocasiones, la instalación de cableado podría ser muy costosa, particularmente cuando se dispersa por lugares de difícil acceso.

Si bien el precio del hardware inalámbrico es ligeramente superior al del cableado Ethernet tradicional, hay que descontar los ahorros del costo del cableado y los beneficios que aportará de forma inmediata.

Incluso hay quien considera que, mirando al futuro y dado que la mayoría de las empresas se reorganizan de forma periódica, son costos que no pueden amortizarse si la empresa decide cambiar de sede o si la oficina es alquilada. Así, además de no modificar el aspecto del edificio, la red puede retirarse fácilmente y trasladarse a otro lugar.

Además del ahorro que la instalación de las redes inalámbricas suponen en comparación con las fijas, ofrecen cada vez mayores niveles de facilidad de operación y mantenimiento, lo que las hace aún más atractivas.

“En un estudio de las compañías Global 1000 que utilizan tecnología inalámbrica, Deloitte Consulting descubrió que las empresas a menudo terminan de cubrir sus gastos de inversión en cuestión de dos años o menos.”<sup>43</sup>

Una tarjeta de PC inalámbrica típica para una red 802.11b cuesta entre 1,000 y 1,500 pesos y el adaptador PCI (que se requiere para las computadoras de escritorios) le añade \$600 al costo.

---

<sup>42</sup> WORKSHOP. *Wire-free networking*. PC Advisor. Mayo 2002. Pp. 173-175

<sup>43</sup> GUNN, E. *Obreros Inalámbricos*. SmartBusiness en español. Pág.80

Los puntos de acceso (también conocidos como estación que conecta a la red inalámbrica a la red cableada cuestan entre \$ 1,800 y 10,000 pesos

Los precios dependen del nivel de seguridad requerido y si se quiere incluir un ruteador de banda ancha.

Los costos del cableado de la red son relativamente menores. Una tarjeta PCI de red cuesta alrededor de \$250 y una tarjeta de PC para una computadora portátil cuesta \$600 aproximadamente.

Los "hubs" para conectar la PC se pueden conseguir desde \$400 para un dispositivo de cinco puertos hasta \$1,200 para uno de ocho o doce unidades de puerto (port-units).

A primera vista, implementar una red inalámbrica parece más costosa que implementar una red alámbrica, pero cuando se le agregan los costos de instalación y la facilidad de reposicionamiento de una computadora dentro de la red inalámbrica, se empieza a balancear.

La instalación de la red inalámbrica será de alrededor de \$6,000, por lo que parece que la red alámbrica es una mejor opción, pero no lo es tanto como parece.

El costo del cableado de la red alámbrica varía según el largo, pero se puede calcular como \$7.50 el metro. Se debe agregar, el costo de un día de trabajo de un electricista y el de un consultor de redes, así como los gastos generados por las dificultades de trabajo de los empleados de la empresa en los días de instalación del cableado.

Por los \$3,000 extra, que cuesta en promedio, la red inalámbrica, se tiene la flexibilidad de mover las PCs sin ningún costo agregado por el recableado.

**Se puede concluir entonces, que el tiempo invertido en la instalación de una red alámbrica sobrepasa al tiempo necesario para la instalación de una red inalámbrica, y no se diga si el tendido del cable debe realizarse procurando reducir al máximo el impacto sobre la estética de la oficina.**

**Por lo tanto, puede afirmarse que la conectividad inalámbrica posibilita la reducción de costos al eliminar el cableado y facilita la movilidad, tanto de los equipos como de los empleados.**

#### 5.4. REDES HÍBRIDAS INALÁMBRICAS / ALÁMBRICAS

“La pacífica convivencia de las redes cableadas y las inalámbricas, da lugar a una nueva generación de redes híbridas que cubren por completo, según su configuración y diseño, las necesidades de conectividad tanto fija como móvil, que toda empresa moderna y competitiva requiere.”<sup>44</sup>

Las redes inalámbricas no necesariamente son una sustitución de las redes Ethernet fijas, sino que, pueden ser contempladas simplemente como una solución complementaria para determinadas zonas de trabajo, sirviendo de enlace a los sistemas de cableado. Por lo que, no pretende reemplazar al sistema tradicional con cable, sino complementar aquellas situaciones en que es difícil disponer de una conexión.

Es relativamente fácil el crear una red híbrida, porque seguiríamos teniendo las ventajas de la velocidad que nos brinda la parte cableada, y se expanden las posibilidades con la parte inalámbrica.

En una configuración híbrida, el primer componente es un punto de acceso que, conectado a la red cableada en un lugar fijo, transporta la información hasta una antena encargada de distribuirla a los diferentes equipos dotados con sistemas inalámbricos complementarios de acceso a la red.

El punto de acceso recibe la información, la almacena y la transmite entre la WLAN y la LAN alámbrica. Un único punto de acceso puede soportar un pequeño grupo de usuarios y puede funcionar en un rango desde treinta metros hasta varios cientos. Este punto de acceso, o la antena conectada al punto de acceso, se coloca normalmente en un lugar en el cual se obtenga la cobertura de radio deseada.

---

<sup>44</sup> *Op.Cit.* MARTINEZ. MTZ.

El usuario final accede a la red WLAN a través de adaptadores con sus correspondientes antenas. Estos adaptadores proporcionan la interfaz necesaria entre el sistema de red del cliente y las ondas.

A pesar de la aparente complejidad del proceso, éste pasa totalmente desapercibido al usuario final, ya que la naturaleza de la conexión sin cable es transparente al sistema del cliente.

En estos sistemas las antenas pueden ser de dos clases, omnidireccionales, que toman y envían señales hacia todos lados, y unidireccionales, dirigidas a un punto específico. Las primeras se usan para cubrir zonas con un radio variable, mientras que las segundas se emplean para enlazar dos puntos distanciados cientos de metros.

Si se piensa instalar una red híbrida, se tiene que incluir en el presupuesto los costos para el cableado de la red, tales como el cableado de cada oficina y el reposicionamiento de las computadoras.

# 6 . R E D E S I N A L Á M B R I C A S P A R A L A S P E Q U E Ñ A S Y M E D I A N A S E M P R E S A S ( P Y M M E S )

## **6. REDES INALÁMBRICAS PARA LAS PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS (PyMEs)**

"La evolución que se percibe en las comunicaciones inalámbricas está modificando rápidamente la manera en que se utilizan las computadoras por la sociedad. Las redes inalámbricas son tal vez la manifestación inmediata de estos cambios en el entorno laboral. Las empresas que han empleado esta tecnología en sus instalaciones como complemento o como alternativa a las redes locales basadas en cable, han encontrado en esta tecnología una ventaja competitiva basada en soluciones simples e ingeniosas.<sup>45</sup>"

### **6.1. LA CONECTIVIDAD INALÁMBRICA PARA LAS PyMEs**

El desarrollo de la conectividad inalámbrica abre una nueva etapa en las comunicaciones de las empresas. Para las PyMEs, las redes inalámbricas, eliminan la necesidad de cables físicos para conectar los diferentes dispositivos a la red empresarial existentes en la oficina. La primera consecuencia, convertida ya en ventaja, es una reducción significativa de los costos al eliminarse el cableado, a la vez que permite colocar cada uno de los dispositivos, en el lugar más apropiado según la ocasión.

La otra gran ventaja es la movilidad para los empleados, al darles la libertad de estar conectados allí donde lo requieran sus necesidades de trabajo. Esto les permite estar disponibles en cualquier tiempo y lugar, a la vez que facilita el acceso a la información y la utilización de las diferentes aplicaciones en red sin las restricciones impuestas por el cableado.

---

<sup>45</sup> OROPESA TALAVERA. *Op. Cit.*



Esto resulta particularmente útil al instalar entornos temporales o al trabajar en lugares "fijos" que cambian periódicamente de ubicación tales como empresas que se trasladan a otra oficina más grande cuando exceden la capacidad de sus instalaciones actuales.

Por ejemplo, en el caso de la conectividad inalámbrica, muchas empresas están mirando hacia Bluetooth y exigen que las soluciones que puedan implantar sean capaces de soportar esta tecnología.

En el año 2000, las computadoras portátiles constituyeron el 25% de las compras de computadoras en las empresas<sup>46</sup>. Este crecimiento en el uso de computadoras portátiles habilita a los empleados a transportar su trabajo libremente de un lugar a otro de la compañía.

"La tecnología inalámbrica ha comenzado a desempeñar un papel de primer orden en las comunicaciones empresariales, sobre todo teniendo en cuenta la idiosincrasia de la propia PyME, que necesita mantener conectados a los empleados que precisan de una gran movilidad pero, que al mismo tiempo, carece de la infraestructura de las grandes corporaciones"<sup>47</sup>

---

<sup>46</sup> 3COM AirConnect. Guía del producto. Ed. Progressive Strategies. P. 2.

<sup>47</sup> <http://www.aui.es/sinhilos/wifi.htm>

## 6.2. APLICACIONES DE LAS REDES INALÁMBRICAS PARA PyMEs

La tecnología de redes inalámbricas tiene muchas aplicaciones inmediatas para las PyMEs, contrario a lo que se pensaba antes, de que estaban diseñadas solo para grupos especializados o empresas muy grandes.

En la tabla 6.1 se esquematizan algunas aplicaciones de las redes inalámbricas.

### *Aplicaciones de las redes inalámbricas<sup>48</sup>*

*Profesionales de tecnologías de la información o ejecutivos de negocios que desean movilidad dentro de la empresa, quizás como complemento a la red con cables tradicional.*

*Propietarios de empresas o directores de informática que necesitan flexibilidad para cambios frecuentes en el cableado de la LAN, ya sea en toda la ubicación o en áreas específicas.*

*Cualquier empresa cuyo sitio no sea propicio para el cableado LAN a causa de limitaciones del edificio o del presupuesto, como por ejemplo edificios antiguos, espacios arrendados o proyectos temporales.*

*Cualquier empresa que necesite la flexibilidad y el ahorro de costos que ofrecen los puentes (Bridges) de edificio a edificio con línea visual para evitar el gasto en zanjas, alquiler de líneas o problemas de derecho de paso.*

**Tabla 6.1. Aplicaciones de las redes locales inalámbricas**

---

<sup>48</sup> ARNEDO

Las redes inalámbricas pueden usarse en multitud de lugares y situaciones, para la creación de redes temporales (exposiciones, ferias, certámenes, etc.) o para enlazar edificios cercanos permanentemente. Igualmente, son útiles en el control de procesos en compañías tales como actualizar inventarios desde la misma planta de producción o en la creación de puntos móviles de ventas y atención al cliente. Todos estos ejemplos pueden ser considerados proyectos temporales, que requieren la instalación de la red por un lapso de tiempo determinado y que pueden ser trasladados a otro sitio cuando sean requeridos.

A continuación, se desarrollará, con mayor detalle, las aplicaciones de las redes inalámbricas para PyMEs.

#### **6.2.1. Uso en aplicaciones móviles**

Para elevar la productividad de la empresa, es necesario que los empleados tengan acceso en tiempo real a los recursos de la red y al Internet con la mayor movilidad posible. Las empresas pueden permitir la movilidad entre oficinas, configurando células traslapadas de cobertura dentro de un edificio y usando puntos de acceso para conectar dispositivos entre edificios.

Las aplicaciones como el control de inventarios, el registro de datos en dispositivos de mano, las terminales portátiles de punto de venta y el registro móvil de pedidos requieren conectividad a la red, además de movilidad y flexibilidad. Existen en el mercado tarjetas que pueden integrarse fácilmente en los dispositivos de mano (como las computadoras de mano), ofreciendo poderosas plataformas de computación móvil.

Cabe hacer notar que el rendimiento de una inversión inalámbrica suele notarse en los niveles inferiores de la jerarquía corporativa.

Por ejemplo, en el registro de datos de una empresa de materiales para el hogar, en el 2000, los trabajadores de cada sucursal, anotaban las cantidades de brocas o picaportes en un anaquel, decidían cuántos debían ordenar e ingresaban los datos en una computadora de trastienda enlazada con la base de datos central. Actualmente (2002) los empleados utilizan PC inalámbricas equipadas con lectores para códigos de barras. El empleado sólo tiene que escanear el código de barras e ingresar la cantidad de existencias en anaquel para que una red inalámbrica 802.11b transmita la información al sistema de inventarios de la tienda y a una base de datos central. Según el administrador de sistemas de información de dicha compañía, James Gadsby, "el sistema recuperó la inversión a menos de un año de su instalación."<sup>49</sup>

Otra aplicación sería en el control de inventarios, por ejemplo en empresas con esquemas de "inventario cero". En este esquema se dice que "cuánto más reducido sea el inventario en el piso, menor será el espacio muerto en la bodega y también menor el tiempo en órdenes y tránsito."<sup>50</sup> Por lo que el objetivo es que los obreros dispongan de suficientes refacciones para un determinado número de horas de trabajo y soliciten más cuando quede suficiente material para 20 o 30 minutos.

Por ejemplo, WhereNet ([www.wherenet.com](http://www.wherenet.com)), que es un proveedor de soluciones para cadenas de suministro, desarrolló un sistema de comunicaciones inalámbricas, que permite a cualquiera de los obreros de una determinada empresa de refacciones para autos, que tenga sus piezas de trabajo en el momento en que las necesita. Cuando el trabajador está a punto de consumir sus reservas de refacciones para trabajar, presiona un botón que activa una etiqueta de radiofrecuencia (RF), enviando una señal particular que rebota en la antena del techo de la planta y llega a una computadora del almacén central a través de un servidor especializado. La señal indica la ubicación del trabajador, la refacción

<sup>49</sup> Cfr. SmartBusiness en español. Pág. 80

<sup>50</sup> Ibid

que requiere y la hora en que la solicitud quedó registrada en la línea de órdenes, y se le envían las refacciones del almacén, en un lapso menor a los 20 minutos que tardarán en acabársele sus reservas.

El sistema también ayuda a responsabilizarse a los empleados, pues marca las cajas que salen, con un sello en el que consta la hora, por lo que se puede saber cuando se cierra la línea de producción, el rendimiento de cada empleado y si hubo interrupciones largas en el trabajo.

### **6.2.2. Centros de trabajo con requisitos similares de configuración**

Las sucursales bancarias y las tiendas de ventas minoristas son ejemplos de lo que se conoce como aplicaciones "remotas similares".

Estos clientes, por lo general, tienen varios centros de trabajo con configuraciones de red parecidas. Por ejemplo, las sucursales bancarias usualmente tienen el mismo tamaño y necesitan más o menos el mismo número de terminales financieras. Las tiendas de ventas minoristas también tienden a ser similares en lo referente a tamaño y requisitos de red. Con el concepto de "paquete LAN", ofrecidos por algunas empresas, que trabajan con tecnología inalámbrica, los clientes pueden instalar de manera rápida y sencilla LAN inalámbricas preconfiguradas.

En estos centros remotos, el concepto de "paquete LAN" es muy simple. Los clientes preparan y configuran por anticipado una LAN inalámbrica para el centro remoto. Cuando el centro está listo, la LAN se coloca en cajas y se envía al lugar. Una vez allí, sólo hay que sacar las computadoras personales o las terminales de la caja y encenderlas y la WLAN estará funcionando. Ya no es necesario que los clientes se preocupen por largos períodos de instalación del cableado, contratistas externos o conexiones individuales.

En el caso de una tienda de departamentos estadounidense (con más de 2,500 terminales inalámbricas de punto de venta en más de 50 tiendas del medio oeste de dicho país), la compañía preparó por adelantado las WLAN de todas las tiendas de departamento, usando tarjetas inalámbricas, y pudo poner en marcha la solución completa con 2,500 terminales en menos de 6 meses.

Otro uso de las PC portátiles, para tiendas minoristas, es que pueden servir como cajeros ambulantes, cuando las filas de las cajas registradoras se vuelven muy largas o en temporadas altas como Navidad.

"Gracias a una versión a la medida de Unleashed, software de 360Commerce ([www.360commerce.com](http://www.360commerce.com)), las tabletas PC ahora transmiten transacciones inalámbricas a la caja registradora y cuando el cliente llega con el cajero, solo tiene que pagar y salir de la tienda."<sup>51</sup>

### **6.2.3. En edificios históricos**

Los edificios históricos, generalmente, están protegidos contra la reconstrucción o las remodelaciones, y además sus cimientos inestables pueden dificultar la instalación de redes cableadas. Como las tarjetas inalámbricas no requieren cableado, es fácil instalar la red.

Por ejemplo, el Observatorio de Sidney, en Australia, se encuentra en un edificio histórico con paredes de arenisca. Al instalar tarjetas inalámbricas, el observatorio pudo obtener las conexiones de red que necesitaba sin afectar las delicadas paredes del recinto.

---

<sup>51</sup> *Ibid*

#### **6.2.4. Lugares difíciles o imposibles de cablear**

Ejemplos de lugares difíciles o imposibles de cablear son edificios con paredes de mármol o de asbesto, donde se requiere mucho tiempo de inactividad para instalar las LAN cableadas.

#### **6.2.5. Acceso a la información desde cualquier lugar de un edificio**

Los dueños de negocios, directores de tecnología de información y organizaciones necesitan flexibilidad para frecuentes cambios en la instalación de la red y para poder moverse por todo el lugar o en áreas seleccionadas. Por lo que pueden beneficiarse de las redes inalámbricas al tener una red para sus computadoras y periféricos, y la posibilidad de agregar estaciones de trabajo, cambiar configuraciones y moverse.

Por ejemplo, en los Países Bajos, una compañía tiene un edificio de tres pisos "totalmente inalámbrico", donde se utilizan puntos de acceso en múltiples sitios del edificio. Dentro del edificio, los empleados pueden acceder la red desde su escritorio, las salas de conferencia o incluso la cafetería.

Las redes inalámbricas pueden tener mucho auge en nuestro país debido a la necesidad de movimiento que se requiere en la industria; esta tecnología puede ser utilizada junto con los lectores ópticos para acceder a la información desde las oficinas de la planta, controlar la producción y determinar exactamente en dónde hubo retrasos, de manera que se puedan corregir inmediatamente y de manera puntual, sin necesidad de detener la producción.

### **6.2.6. Utilización de redes inalámbricas para proyectos temporales**

Las redes inalámbricas encuentran su utilización ideal en entornos de oficinas temporales, cuando resulta muy costoso o se hace difícil instalar cables por las condiciones del edificio, o como extensión de una red fija ya existente, evitando tanto los costos como la complejidad de los cables.

Los proyectos temporales son aquellos que duran lo que se establece por contrato, son independientes entre sí, cumplen objetivos específicos y satisfacen sus necesidades por medio de requerimientos a servicios tanto internos, como externos. Son instalaciones temporales, realizadas para cubrir una necesidad específica en tiempo y espacio. Como ejemplos se pueden mencionar:

- Instalaciones de oficinas para consultores externos
- Salones acondicionados para juntas o ciclos de conferencia
- Instalaciones en edificios externos
- Equipos de venta
- Trabajo en obras temporales

Las exposiciones, las ventas al aire libre y la recuperación de desastres son casos en las que se requieren redes temporales y donde las LAN cableadas pueden ser difíciles de instalar o requerir demasiado tiempo.

### **6.2.7. Instalación de una red LAN rápidamente**

Bajo ciertas circunstancias, se ha visto la necesidad de implantar una red de datos rápidamente, como por ejemplo: redes temporales para oficinas en reparación, cuando la red misma es trasladada a otro lugar; en fin, las aplicaciones son muy diversas.



En el caso de una cadena de restaurantes, con locales abiertos las 24 horas del día, pudo minimizarse el tiempo de inactividad al instalar las nuevas cajas registradoras computarizadas, equipadas con tarjetas inalámbricas, en unas cuantas horas y fuera del período de máxima actividad.

Para una red inalámbrica, basta conectar la tarjeta inalámbrica en una ranura libre de la computadora, instalar el software de red y de configuración, conectar la antena, y la computadora estará lista para trabajar en red. Ya no es necesario instalar cables ni conectar físicamente cada computadora a una red cableada.

#### **6.2.8. Conectar dos lugares separados varios kilómetros**

En aquellos casos en los que hay que conectar dos LAN en edificios o sitios separados, una solución de antenas direccionales con amplificadores pueden ser una alternativa más confiable y económica que una red cableada.

#### **6.2.9. Necesidad de reconfigurar la red con frecuencia**

Los costos relacionados con movimientos, adiciones y modificaciones a las redes pueden ser muy altos. Gracias a la flexibilidad de las redes inalámbricas, las empresas pueden mover e instalar fácilmente terminales inalámbricas en sus sucursales, generando ahorros entre el 80 y el 90 por ciento en costos de reconfiguración.

### **6.3. EJEMPLO PRÁCTICO DE LA UTILIZACIÓN DE UNA RED INALÁMBRICA EN UNA MEDIANA EMPRESA**

Casi todas las redes locales tienen requisitos de flexibilidad. Esta situación es obvia en el caso de las computadoras y los dispositivos portátiles diseñados para aplicaciones móviles.

Sin embargo, este requisito de movilidad no es tan obvio al tratarse de computadoras de escritorio y terminales financieras o de ventas minoristas.

Por ejemplo, una computadora sobre el escritorio de una oficina, puede parecer "estacionaria", pero el hecho de que la computadora no tenga que moverse hoy, no quiere decir que no sea necesario moverla mañana.

Un estudio reciente indicó que la mayoría de los usuarios de LAN cableadas han considerado o están considerando el uso de LAN inalámbricas, simplemente porque las LAN inalámbricas, ofrecen los mismos niveles de rendimiento y confiabilidad que las LAN cableadas, pero con la flexibilidad, movilidad y eficacia de costos de la tecnología inalámbrica.

Para entender mejor la necesidad de este tipo de redes, se plantea un problema común a una mediana empresa provista de una infraestructura tecnológica de cierta dimensión.

Nuestra hipotética empresa está situada en una oficina rentada y sus correspondientes puestos de trabajo están acomodados según la estructura inicial del tendido de cable.

En los últimos dos años, ha crecido su volumen de operaciones en un 50% y necesita ampliar el número de sus empleados y en consecuencia su número de estaciones de trabajo. Para esto, tendrá que realizar una ampliación de su red.

Entre los muchos inconvenientes que surgen durante el tendido del cable, seguramente el menor de todos será el que tengan que soportar los empleados ante la incomodidad de las labores de reacondicionamiento del entorno de trabajo, ya que será necesario abrir muros, desechar cable si es demasiado corto para volver a ser utilizado en la nueva disposición y tener una gran cantidad de cables en el piso en lo que se ocultan tras las canaletas.

Por otra parte, existe la posibilidad, de que si siguen creciendo las ventas de la empresa contribuyendo a que haya mejores condiciones económicas, los directivos decidan comprar un edificio propio y cambiar la sede de la empresa, entonces, toda la inversión realizada en la adecuación de la infraestructura, se perderá.

"Según los informes realizados por compañías especializadas, un nodo de red, por norma general, se reubica por lo menos una vez cada dos años, sin considerar la gran cantidad de nodos que se agregan durante ese período. Esta reestructuración lleva consigo un considerable gasto que puede dividirse en un 40 por ciento de mano de obra, un 30 por ciento de cableado y conectores, y el otro 30 por ciento restante en pérdida de la productividad debido al tiempo en que estará inactivo el sistema"<sup>52</sup>.

---

<sup>52</sup> FERNÁNDEZ, R. *Op. Cit.*

# **7. FUTURO DE LAS REDES INALÁMBRICAS PARA LAS PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS (PYMES)**

---

## 7. FUTURO DE LAS REDES INALÁMBRICAS PARA LAS PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS (PyMEs)

La tecnología inalámbrica promete notables mejoras de productividad y mayores utilidades en algunas industrias.

Boston Consulting Group hizo un estimado de las ganancias totales pronosticadas para el año 2006 para empresas con tecnología inalámbrica y éstas superan los 129 mil millones de dólares.

En la tabla 7.1, se muestran las aproximaciones realizadas por BCG, para cada rubro comercial.

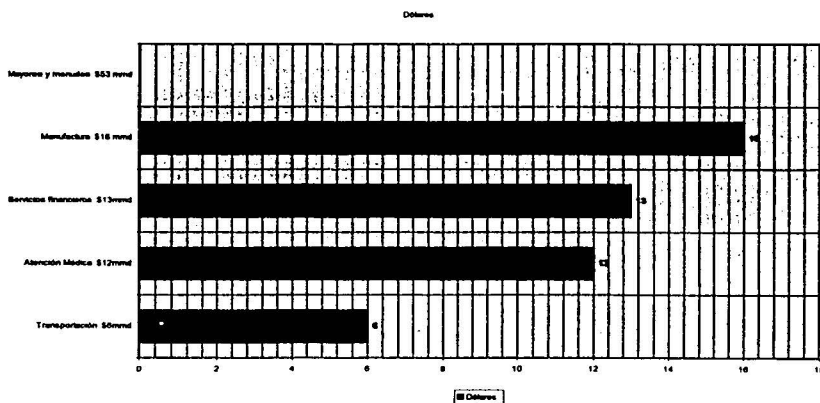


Tabla 7.1. Estimaciones de BCG para tecnología inalámbrica en 2006<sup>53</sup>

\*miles de millones de dólares ganados por rubro

<sup>53</sup> Fuente: *Boston Consulting Group*

La consultora Gartner estima que, "a finales de 2002, la tasa de penetración de las LAN inalámbricas basadas en el estándar IEEE 802.11b ascenderá a 50% de las redes corporativas"<sup>54</sup> y que para 2005, el 95 % de las computadoras portátiles estarán preparadas para trabajar en entornos sin cables.

Asimismo, según un estudio de Frost & Sullivan<sup>55</sup> el mercado de las WLAN para entornos de redes corporativas creció un 38% en 1998 hasta alcanzar 305.4 millones de dólares en ingresos y se prevé que crezca hasta más de 1,630 millones en 2005.

---

<sup>54</sup> <http://www.computerworld.com.x/redes-telecom/otras/laswlan802.htm>

<sup>55</sup> FROST & SULLIVAN. *Wireless LAN Technology Increases Mobility n the SOHO Market*. 1999

## 7.1. USO DUAL DE TECNOLOGÍAS IEEE 802.11a Y 802.11b.

Con el posible auge de las redes WPAN (Wireless Personal Area Networks) y siendo el estándar 802.11b el más extendido en la actualidad, la banda de frecuencias en las que se mueve se está saturando lentamente.

De momento, ya actúa en la misma frecuencia que los hornos microondas y los teléfonos inalámbricos, y estos aparatos pueden afectar al funcionamiento de una WLAN 802.11b.

Puede llegar el caso de que la banda de frecuencias de 2.4 GHz que utilizan las redes inalámbricas 802.11b quede totalmente saturada, de forma que, se relegue la aplicación de este tipo de redes a situaciones en las que no se tenga más remedio que hacerlo, dada la interferencia, puesto que el medio de transmisión es el aire, no existe la posibilidad de que un dispositivo adicional distribuya mejor el ancho de banda, como un *switch ethernet*.

Para solucionar este problema, actualmente está disponible el estándar IEEE 802.11a, que trabaja en una banda todavía sin saturación y a mayores velocidades. Evidentemente, tampoco está exento de problemas, ya que su banda no es libre en todo el mundo: en Japón cuenta con la mitad del ancho de banda y en Europa está restringido, aunque el IEEE está trabajando para poder adaptarlo.

A un nivel práctico todavía tiene que verse qué sucederá, ya que actualmente el 802.11b está mucho más implantado y es difícil que las empresas sencillamente tiren su inversión en la red 802.11b por un producto totalmente nuevo, con menos apoyo y más caro.

De momento quizás aún es pronto para hacer el gran cambio, aunque estos tiempos parece que serán decisivos para ver si las redes inalámbricas llegan a un

nuevo escalón con el paso progresivo al estándar 802.11a o si se quedarán ancladas en el 802.11b, que todavía funciona bien.

La clave estará seguramente en la utilización de componentes que permitan el uso dual de las dos tecnologías y actualmente hay muchas expectativas sobre aquellos productos que permitan la adaptación entre los dos estándares.



## **7.2. FUTURO DE LOS ESTÁNDARES IEEE 802.11**

El número de iniciativas que están en funcionamiento actualmente indica el esfuerzo que se está dedicando y la apuesta importante que se lleva a cabo para redes inalámbricas.

Poco a poco, el IEEE pone en marcha nuevas iniciativas sobre diferentes aspectos.

Algunos de los aspectos sobre los que el comité IEEE 802.11 está trabajando actualmente son:

- Calidad del servicio
- Operación de puentes
- Interoperabilidad entre puntos de acceso
- Extensiones a mayores anchos de banda
- Mejoras en seguridad

Aparte de las perfeccionamientos necesarios en cuanto a seguridad, uno de los puntos más esperados es el estándar sobre calidad de servicio (QoS), que será el 802.11e, de carácter esencial para aplicaciones multimedia tales como la videoconferencia o el servicio de pago por película.

### **7.3. TECNOLOGÍAS DE REDES EMERGENTES EN 2002**

En hardware, están surgiendo nuevos puntos de acceso (AP), como los que Cisco presentó en Mayo del 2002, que soportan la operación simultánea de radios dobles a una velocidad de 54 Mbps, protegen la inversión actual de los consumidores en redes IEEE 802.11b y ofrecen una ruta de migración hacia redes IEEE 802.11a (Wi-Fi 5) y hacia tecnologías emergentes como 802.11g.

Este tipo de puntos de acceso (AP) permiten configuraciones de señales de radio sencillas y dobles para operar a 2.4 y 5 GHz, las cuales pueden ajustarse a la medida de las necesidades de cada usuario.

Aunque de entrada, el equipo soporta un solo módulo de radio 802.11b, incorpora una ranura adicional para un módulo 802.11a. Estos módulos pueden ser mejorados para darle soporte a futuras tecnologías como el 802.11g, ya que esté disponible, puesto que, aunque el estándar IEEE 802.11g ofrece compatibilidad con el 802.11b, y altas velocidades tal como el 802.11a, actualmente sólo es una especificación en papel.

Por otra parte, en el área de software están saliendo nuevos productos para administración de redes inalámbricas y dispositivos móviles, que permiten identificar automáticamente los puntos de acceso inalámbricos y dispositivos LAN, recolectar datos de configuración, eventos, disponibilidad e información de rendimiento, detección de intrusos y visualización avanzada en topología LAN inalámbrica. También hay nuevos programas para configurar, asegurar y monitorear PalmOS y computadoras de bolsillo.

Pase lo que pase, lo que resulta evidente es que el uso de las redes locales inalámbricas continuarán incrementándose en los mercados que pueden favorecerse de la movilidad y demás características de este tipo de redes. Si así sucede, será indispensable incluir a las redes inalámbricas dentro de los

programas de formación en tecnología de redes, de igual modo que en la actualidad todo gira alrededor de la *ethernet* como punto de partida de una red local. Si realmente se convertirán en un punto de referencia, sólo el tiempo lo dirá.

# CONCLUSIONES

## **CONCLUSIONES**

La evolución que se percibe en las comunicaciones inalámbricas está modificando rápidamente los métodos de trabajo de muchas empresas y negocios. Las redes inalámbricas de área local son otra manifestación más de estos cambios en el entorno laboral. Las empresas que tengan en mente el empleo de esta tecnología en sus instalaciones deben considerarla como complemento o alternativa a las redes locales basadas en cable, cubriendo con ellas algunas de las lagunas de las actuales LAN.

A grandes rasgos, la flexibilidad y movilidad de las redes sin cable las hace muy efectivas para ciertas extensiones y una atractiva alternativa a las redes cableadas, puesto que proporcionan la misma funcionalidad sin las restricciones del cable. Sin duda alguna, la funcionalidad de las redes inalámbricas cubren satisfactoriamente muchas de las necesidades presentes en la PyMEs mexicanas.

Los criterios de selección de una red alámbrica y/o inalámbrica deberán estar basados en las necesidades que se desean satisfacer y en las características físicas y económicas del medio donde se desea implantar.

Si se opta por una red local inalámbrica, el responsable de seleccionar cuál es el sistema más conveniente a implantar, deberá poder identificar con claridad factores tales como ancho de banda y velocidad de transferencia necesarias, número de usuarios e intensidad de uso, limitaciones geográficas (radio de cobertura, existencia de paredes y ventanales, ubicación y alimentación de puntos de acceso, si esto es necesario, etc.), atención a dispositivos móviles con posibilidades de relevo entre puntos de acceso, presupuesto disponible, etc.

La principal aplicación de las redes inalámbricas se produce en entornos híbridos donde sus capacidades de conexión suplen al cable en segmentos puntuales de una red y que no tienen un intenso tráfico de información.

Las redes inalámbricas también pueden utilizarse en aquellas organizaciones que necesiten establecer entornos temporales de trabajo en grupo como, por ejemplo, dar cobertura a una convención o crear una sala de conferencias donde los participantes puedan compartir su información sin tener que estar uniendo los distintos equipos mediante marañas de cables entre la enorme cantidad de documentos que se extienden sobre la mesa.

Asimismo, cuando la legislación vigente o los accidentes geográficos impiden el tradicional tendido del cable, las posibilidades de esta clase de dispositivos son actualmente, por su adecuada relación costo / beneficio, una solución recomendable ya que cumplen satisfactoriamente las necesidades de conectividad planteadas en buena parte de las empresas que demandan esta clase de servicios.

En el futuro de las redes inalámbricas, lo ideal sería contar con una mayor velocidad de transmisión y, por supuesto, un mayor alcance, donde la influencia de la atenuación e interferencias sea mínimas.

La conclusión a la que se llega es que si bien una red local inalámbrica facilita tareas administrativas y de infraestructura, también implica un conjunto de premisas que hay que considerar muy seriamente y estudiar a fondo qué tan necesario es instalar una red totalmente inalámbrica en una PyME o si es posible utilizar la infraestructura alámbrica con la que cuenta la empresa actualmente y simplemente agregarle componentes inalámbricos donde se requiera para crear una red híbrida.

# BIBLIOGRAFÍA

## BIBLIOGRAFÍA

- COOPER, G. & MCGILLEN, C. Modern Communications and Spread Spectrum. Ed. McGraw-Hill, E.U.A., 1986, 436 pp.
- DIXON, R. Spread Spectrum Systems with commercial aplicaciones. Ed. Wiley-Interscience, E.U.A, 1994, 573 pp.
- FEHER, K. Wireless Digital Communications. Ed. Prentice-Hall, E.U.A., 1995, 524 pp.
- MENASCÉ, D. & SCHWABE, D. Redes de Computadores. Ed. Paraninfo, España 1988, 168 pp.
- RAYA, J.L., Redes Locales y TCP/IP. Ed. Alfaomega, México, 1997, 185 pp.
- TANENBAUM A., Computer Networks. Ed. Prentice Hall, E.U.A., 1989, 658 pp.
- YORK, D. Microsoft Certified Systems Engineer. Networking Essentials Exam Guide. Ed. Que. 826 pp.

## TESIS

- CASTAÑEDA, G. Reingeniería para la Implementación de Sistemas de Productividad. Facultad de Ingeniería, U.N.A.M., México, D.F., 2001.
- MIGUEL, S. Selección e Instalación de una Red de Área Local Inalámbrica. Facultad de Ingeniería, U.N.A.M., México, D.F., 2001.

## REVISTAS

- FERNÁNDEZ, RAMÓN. Redes Inalámbricas. Conectividad y funcionalidad sin ataduras. Dealer World, Abril 2000, Núm.80.
- GUNN, E. Obreros Inalámbricos. SmartBusiness para la Nueva Economía en Español. Año 9. Núm 6. Mayo 2002, p. 80
- JENTJENS, K. Microsoft adopta Bluetooth. SmartBusiness para la Nueva Economía en Español. Año 9. Núm 6, México, Mayo 2002. p. 69.
- MARTINEZ, E. Estándares de WLAN. RED. La Comunidad de Expertos en Redes. Año XI, Número 139, México, Junio 2002, p.12.



MOTOMOCHI BERMEA, B. La innovación tecnológica. Oportunidad o amenaza. Adminstrate hoy. México, Junio 2002

WORKSHOP. Wire-free networking. *PC Advisor.* Reino Unido. Núm. 80. Mayo 2002, pp. 173-175

## PERIÓDICOS

MARTIARENA & SALAZAR. Fracasa en 2 años el 50% de PyMES. REFORMA. Pág. A1. Año 9 #3114. 24/09/02

PEDRERO, F. Requieren PyMES más capacitación. REFORMA. Negocios. Pág. 9. 24/06/02

## GUÍAS DE PRODUCTO Y HOJAS DE DATOS

3COM AirConnect. Guía del producto. Ed. Progressive Strategies, E.U.A, 2000, 31 pp.

CISCO. Puente para trabajo en grupo de la serie Cisco Aironet 350. Ed. Cisco Systems, E.U.A, 2000, 9 pp.

INTEL. Wireless LAN Overview. OLC companion, E.U.A, 2000, 40 pp.

LUCENT TECHNOLOGIES. BELL LABORATORIES. ORINOCO Outdoor Router System. High Speed Fixed Wireless Data Networking. E.U.A., 2000. Núm. 7072.

## ESTÁNDARES

LAN MAN Standards Committee of the IEEE Computer Society, IEEE 802.11 Part 11. Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications. Ed. IEEE, E.U.A, 1999, 528 pp.

LAN MAN Standards Committee of the IEEE Computer Society, IEEE 802.11a Part 11. Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications. High – Speed Physical Layer in the 5 GHz Band. Ed. IEEE, E.U.A, 1999, 91 pp.

LAN MAN Standards Committee of the IEEE Computer Society, IEEE 802.11b Part 11. Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications. High – Speed Physical Layer Extension in the 2.4 GHz Band. Ed. IEEE, E.U.A., 1999, 96 pp.

**DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN.**

DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN. Clasificación de la micro, pequeña, mediana y gran empresa conforme al número de empleados. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. 30 de marzo de 1999

DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN, Sistemas de Radiocomunicación Que Emplean la Técnica de Espectro Disperso en las Bandas de 902-928 MHz, 2450-2483.5 MHz Y 5725-5850 MHz. México, D.F. a 16 de Septiembre de 1994, 27 pp.

## **INTERNET**

### **REDES INALÁMBRICAS**

ANDERSEN, B. *Wireless LAN note*

[http://softail.visi.com/robotics/Wireless\\_lan.html](http://softail.visi.com/robotics/Wireless_lan.html)

ARABAUGH, W. (30 de marzo de 2001). *Your 802.11 wireless network has no clothes* <http://www.cs.umd.edu/~waa/wireless.pdf>

ARNEDO, J. *Redes Locales Inalámbricas.*

<http://www.uoc.edu/web/esp/art/uoc/arnedo0202/arnedo0202.html>

CISCO (mayo de 2001) *Wireless LANs: Improving productivity and quality of life*  
[http://newsroom.cisco.com/dlls/sage\\_report.pdf](http://newsroom.cisco.com/dlls/sage_report.pdf)

HODGES, K. (2001). *Is your wireless network secure?*

[http://rr.sans.org/wireless/wireless\\_net2.php](http://rr.sans.org/wireless/wireless_net2.php)

LOUGH, D.L.; BLANKENSHIP, T.K.; KRIZMAN, K.J. *A short tutorial on Wireless LANs and IEEE 802.11*

<http://www.computer.org/students/looking/summer97/ieee802.htm>

TOURRILHES, J. (2000). *Wireless LAN technology overview*

[http://www.hpl.hp.com/personal/Jean\\_Tourrilhes/Linux/Linux.Wireless.Overview.html](http://www.hpl.hp.com/personal/Jean_Tourrilhes/Linux/Linux.Wireless.Overview.html)

<http://www.aui.es/sinhilos/wifi.htm>

<http://www.timagazine.net/magazine/0898/wireless2.cfm>

<http://www.computerworld.com.x/redes-telecom/otras/laswlan802.htm>

<http://www.speedlan.com.mx/tecnologia.htm>

<http://api.isciii.es/airmed/mobile3.htm>

**ESPECTRO EXTENDIDO (SS)**  
*REAS*

ROBERTS, R. *The ABCs of Spread Spectrum. A tutorial.*  
<http://www.sss-mag.com/ss.html>

<http://www.speedlan.com.mx/tecnología.htm>

**IEEE**

IEEE 802.11 Wireless Local Area Networks  
<http://grouper.ieee.org/groups/802/11>

**PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS (PyMEs)**

[http:// www.contactopyme.gob.mx](http://www.contactopyme.gob.mx)

**TUTORIALES**

**Cisco Networking Academy Program (CNAP)**  
<http://www.cisco.com/warp/public/779/edu/academy>

**INTEL. Wireless LAN Overview.**  
<http://www.intel.com>

# GLOSARIO

## GLOSARIO

<b>Adaptadores inalámbricos de red</b>	Proveen la interfaz entre el sistema operativo de red y la antena, creando un conexión transparente a la red. Proporcionan acceso a los usuarios a la red.
<b>Bit</b>	Dígito binario. Es un dígito simple de un número binario (1 ó 0) en el computador.
<b>Byte</b>	Grupo de bits adyacentes operados como una unidad (grupos de 8 bits).
<b>Ciente</b>	Cualquier estación de trabajo de una red o segmento de red que solicita servicios a un servidor de cualquier naturaleza.
<b>Concentrador (Hub)</b>	Dispositivo que centraliza la conexión de los cables procedentes de las estaciones de trabajo. Existen dos tipos de concentradores: pasivos y activos.
<b>Concentrador activo</b>	Es un concentrador que dispone de más puertos que un concentrador pasivo para la conexión de estaciones y que realiza más tareas, como puede ser la de amplificación de la señal recibida antes de su retransmisión. Permite mayor flexibilidad en la modificación de la red.
<b>Concentrador pasivo</b>	Son cuadros de uniones. Son cajas que disponen de unos puertos a los que se conectan las estaciones de trabajo dentro de una configuración en forma de estrella.
<b>CSMA/CA</b>	Protocolo de contención llamado acceso múltiple por detección de portadora con prevención de colisiones (CA).
<b>CSMA/CD</b>	Protocolo de contención llamado acceso múltiple por detección de portadora con detección de colisiones (CSMA/CD). Es usado en redes Ethernet.
<b>Dirección</b>	Todos los nodos de la red tienen una dirección que los identifica dentro de la red o segmento de red de forma única. La dirección de un nodo depende del protocolo IP (de la familia de protocolos TCP/IP) y codifican la red o segmento de red, y el nodo dentro de la red.
<b>DSSS</b>	Espectro extendido de secuencia directa, incluyendo CDMA (acceso múltiple por división de código).
<b>Estación de trabajo</b>	Cualquier computadora conectada a la red.
<b>FHSS</b>	Espectro extendido de salto de frecuencia, incluye los sistemas SFH (Salto de frecuencia lento) y FFH (Salto de frecuencia rápido).
<b>Hardware</b>	Es la parte tangible de la computadora.
<b>ISO</b>	International Organization for Standardization. Es la

	Organización Internacional para la Normalización. La ISO desarrolló el modelo OSI. Sus normas fomentan los entornos abiertos de conexión de red.
<b>Jam</b>	Señal de presencia de colisión
<b>KBPS</b>	Kilo bits por segundo.
<b>Kilo</b>	Un mil.
<b>LAN</b>	Red de área local. (Local Area Network)
<b>LLC</b>	Control de enlace lógico. (Logic Link Control)
<b>MAC</b>	Control de acceso al medio. (Medium Access Control)
<b>MAN</b>	Red de área metropolitana. (Metropolitan Area Network)
<b>MAU</b>	Medium Adapter Unit. Unidad Adaptadora Al Medio.
<b>MBPS</b>	Mega bits por sSegundo.
<b>MC</b>	Computadora portátil. (Mobile Computer.)
<b>MCU</b>	Unidad Convertidora Al Medio. (Medium Converter Unit.)
<b>Mega</b>	Un millón.
<b>Método de acceso al medio</b>	Es el método que los diferentes nodos de la red van a emplear para acceder al medio de transmisión. Los medios más comunes son: el paso de testigo, acceso múltiple por detección de portadora con y sin detección de colisiones, contención simple, etc. Se encuentran dentro del nivel de enlace del modelo OSI.
<b>Modulación</b>	Es la alteración sistemática de los parámetros de una onda llamada portadora en función del voltaje instantáneo de otra onda llamada mensaje o moduladora.
<b>Nodo</b>	Cualquier estación de trabajo, terminal, computadora personal, impresora o cualquier otro dispositivo conectado a la red o segmento de red a través de una computadora, o bien directamente, si éstos son capaces de soportar una tarjeta de red.
<b>OSI</b>	Interconexión de sistemas abiertos. (Open System Interconnection)
<b>OSI</b>	Open System Interconnection. Modelo elaborado por la ISO que define los procesos de comunicación en siete capas diferentes: aplicación, presentación, sesión, transporte, red, enlace y físico. Cada capa se encarga de una parte del proceso de transmisión, apoyándose en los servicios que le ofrece el nivel inferior y dando servicios a niveles superiores.
<b>Paquete</b>	Conjunto de información a transmitir entre dos nodos. Cuando se habla de empaquetamiento, se hace referencia al proceso de guardar dentro de un paquete la información que se quiere transmitir.

<b>Pasarelas (Gateways)</b>	Es el más potente de todos los dispositivos de interconexión de redes. Permite interconectar redes o segmentos de red de diferentes arquitecturas; es decir, de diferentes topologías y protocolos; además de realizar funciones de encaminamiento y conversiones de protocolos, modificando el empaquetamiento de la información para adaptarla a cada red o segmento de red.
<b>Periféricos</b>	Cualquier dispositivo de hardware conectado a una computadora
<b>PMA</b>	Conexión al medio físico. (Physical Medium Attachment)
<b>Protocolos de red</b>	Establecen las reglas que rigen el intercambio de información entre nodos de la red. Definen desde cómo acceder al medio, hasta cómo encaminar información desde el origen hasta su destino. Entre los más comunes están TCP/ IP y FTP (protocolo para transferencia de archivos).
<b>Puentes (Bridges)</b>	Son dispositivos que conectan dos o más redes o segmentos de red entre sí, aún teniendo diferentes topologías, siempre y cuando utilicen el mismo protocolo de red. Permiten segmentar una red en otras menores. Trabajan en el nivel de enlace del modelo OSI de la ISO. Existen dos tipos de puentes: locales y remotos. Los puentes locales sirven para segmentar una red y para interconectar redes que se encuentren en un espacio físico pequeño, mientras que los puentes remotos sirven para interconectar redes lejanas.
<b>Puntos de acceso inalámbricos (AP)</b>	Tienen funciones de concentradores y ruteadores, asociando clientes inalámbricos con puntos de acceso, y pueden grabar los movimientos de clientes a través de sus dominios y permitir o negar comunicación a clientes o tráfico específico.
<b>RAM</b>	Memoria de acceso aleatorio. (Random Access Memory)
<b>Ruteadores (Routers)</b>	Son dispositivos que interconectan redes o segmentos de red a nivel de red del modelo OSI de la ISO. Realizan funciones de control de tráfico y encaminamiento de paquetes por el camino más eficiente en cada momento. Son capaces de modificar el camino establecido entre dos nodos dependiendo del tráfico de la red y otros factores.
<b>SCT</b>	Secretaría de comunicaciones y transporte.
<b>Servidor</b>	Es una estación de trabajo que gestiona algún tipo de dispositivo de la red o segmento de red, tales como impresoras, faxes, modems, discos duros, etc., dando



	servicio al resto de las estaciones, no siendo necesario que dichos dispositivos estén conectados de forma directa a esta estación.
<b>Servidor dedicado</b>	Se llaman dedicados cuando no pueden utilizarse para otra cosa, por ejemplo: servidor de impresión, servidor de comunicaciones, servidor de archivos
<b>Servidor no dedicado</b>	Cuando funcionan como una computadora más de la red, además de prestar servicios como servidor de algún elemento.
<b>Software</b>	Es la parte intangible de la computadora. Conjunto de programas, documentos, procesamientos y rutinas asociadas con la operación de un sistema de computadora.
<b>Tarjetas BUS</b>	Tarjetas con compatibilidad para los puertos llamados bus de las computadoras.
<b>Tarjetas PCI</b>	Tarjetas con compatibilidad para las ranuras llamadas PCI de las computadoras.
<b>Tarjetas PCMCIA</b>	Tarjetas con compatibilidad para computadoras portátiles.
<b>Tarjetas USB</b>	Tarjetas con compatibilidad para los puertos llamados USB de las computadoras.
<b>TCP/IP</b>	Protocolo de control de transmisión /Protocolo Internet. (Transmission Control Protocol /Internet Protocol)