

**ESTADO TECNOLÓGICO DE LAS COMUNICACIONES**

**RAMIRO DE HOYOS ROLDÁN**  
**VICTOR HUGO DE LEÓN NAVARRO**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR**

**INGENIERÍA DE SISTEMAS**

**CARTAGENA**

**2004**

**ESTADO TECNOLÓGICO DE LAS COMUNICACIONES**

**RAMIRO DE HOYOS ROLDÁN  
VICTOR HUGO DE LEÓN NAVARRO**

**Monografía presentada para optar al  
Título de Ingeniero de Sistemas**

**Director, Gonzalo Garzón  
Ingeniero de sistemas**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR**

**INGENIERÍA DE SISTEMAS**

**CARTAGENA**

**2004**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

**Presidente del Jurado**

---

**Jurado**

---

**Jurado**

## AUTORIZACIÓN

Cartagena de indias D.T. y C.

Nosotros VICTOR HUGO DE LEÓN NAVARRO con cedula de ciudadanía 9.097.374 de Cartagena y RAMIRO DE HOYOS ROLDÁN, con Cedula de Ciudadanía 9.097.883 de Cartagena. Autorizamos a la Universidad Tecnológica De Bolívar para hacer uso de mi trabajo de grado y publicarlo en el catalogo online de la biblioteca.

---

VICTOR HUGO DE LEÓN NAVARRO  
C.C. 9.097.374 de Cartagena

---

RAMIRO DE HOYOS ROLDÁN  
C.C. 9.097.883 de Cartagena

Cartagena, 29 de junio del 2004

Señores

Comité de facultad de Ingeniería de Sistemas

Universidad Tecnológica de Bolívar

Ciudad

Apreciados Señores.

Cordialmente me permito informarles que he llevado a cabo la dirección del trabajo de grado de los estudiantes VICTOR HUGO DE LEÓN NAVARRO y RAMIRO DE HOYOS ROLDÁN, titulado: “ESTADO TECNOLÓGICO DE LAS COMUNICACIONES”

Cordialmente,

---

GONZALO GARZÓN

Cartagena, 28 de junio del 2004

Señores

Comité de facultad de Ingeniería de Sistemas

Universidad Tecnológica de Bolívar

Ciudad

De la manera más atenta nos permitimos presentar a su consideración y aprobación el trabajo de grado titulado “ESTADO TECNOLÓGICO DE LAS COMUNICACIONES”. Elaborado por VICTOR HUGO DE LEÓN NAVARRO y RAMIRO DE HOYOS ROLDÁN.

Esperamos que el presente trabajo se ajuste a las expectativas y criterios de la universidad para los trabajos de grado.

Cordialmente,

---

VICTOR HUGO DE LEÓN NAVARRO  
C.C. 9.097.374 de Cartagena

---

RAMIRO DE HOYOS ROLDÁN  
C.C. 9.097.883 de Cartagena

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	15
1. EVOLUCIÓN TECNOLÓGICA	17
2. TENDENCIAS FUTURAS	27
2.1. MASIFICACIÓN EN EL USO DE REDES IP	27
2.1.1. Ventajas fundamentales	30
2.1.2. Sistema PBX IP	31
2.1.3. Descripción de la telefonía IP	32
2.2. IP VERSIÓN 6	32
2.2.1. Características	33
2.2.2. Internet 2	34
2.2.2.1. Como conectarse	35
2.2.2.2. Red de Internet 2	35
2.3. CONVERGENCIA	36
2.3.1. Beneficios	37
2.3.2. Alcance	38
2.4. REDES LAN BASADAS EN TECNOLOGÍA ETHERNET	39
2.4.1. Ethernet es y será el futuro de las redes	41
2.5. GIGABIT ETHERNET	42
2.5.1. Topología	43

2.6. REDES PAN BASADAS EN BLUETOOTH	43
2.6.1. Características	44
2.6.2. Topología	46
2.7. BACKBONE DE FIBRA ÓPTICA	48
2.8. MASIFICACIÓN EN EL USO DE LAS REDES INALÁMBRICAS	48
2.9. SATÉLITE DE ORBITA BAJA	49
3. RED PRIVADA VIRTUAL (VPN)	52
3.1. Requerimientos básicos	53
3.2. Herramientas para implementar VPN	54
4. TECNOLOGÍA INALÁMBRICA	56
4.1. GENERACIONES DE LA TECNOLOGÍA INALÁMBRICA	57
4.1.1. Primera generación	57
4.1.2. Segunda generación	61
4.1.3. Generación 2.5	62
4.1.4. Tercera generación	62
4.1.5. Cuarta generación	63
4.2. CODE DIVISION MULTIPLE ACCESS (CDMA)	67
4.2.1. Ventajas fundamentales	68
4.3. WIDEBAND CDMA (WCDMA)	69
4.4. TELÉFONO CELULAR	70
4.4.1. Como funcionan	71
4.4.2. Tecnología de acceso	73
4.5. UMTS STANDARD	75

4.5.1. Como funciona	76
4.5.2. Ventajas con respecto al GSM	77
4.6. WIRELESS APLICATION PROTOCOL (WAP)	78
4.6.1. Arquitectura WAP	80
4.7. REDES AD HOC	84
4.8. NORMA IEEE 802.11	85
4.8.1. Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance (CSMA/CA)	86
4.8.2. Multi Access Collision Avoidance (MACA)	88
4.9. WIRELESS LAN	88
4.9.1. Configuraciones	90
4.9.2. Ventajas y desventajas	92
4.9.3. Comparación entre las tecnologías WLANs	93
4.10. OTRAS APLICACIONES	94
4.10.1. Wireless Local Loop (WLL)	94
4.10.1.1. Tecnologías disponibles	95
4.10.1.2. Arquitecturas y topologías	98
4.10.2. Multichannel Multipoint Distribution Service (MMDS)	100
4.10.3. Local Multipoint Distribution Service (LMDS)	101
4.10.3.1. Factores clave de viabilidad técnica	103
4.10.3.2. Topología de red	108
4.10.3.3. Principales ventajas respecto al cable y al MMDS	111
4.10.3.4. Ventajas y desventajas	112
5. CONCLUSIONES	114

6. RECOMENDACIONES	117
GLOSARIO DE TÉRMINOS	118
BIBLIOGRAFÍA	124

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Red IP	27
Figura 2. Sistema PBX IP	31
Figura 3. Evolución de Ethernet	40
Figura 4. Backbone de fibra óptica	48
Figura 5. Comunicación satelital	50
Figura 6. Red privada virtual	52
Figura 7. Teléfonos celulares	70
Figura 8. Celdas de sistema Celular	71
Figura 9. Modelo de funcionamiento de la WAP	79
Figura 10. Ejemplo de una Red WAP	80
Figura 11. Arquitectura de WAP	81
Figura 12. Ejemplo de capas de WAP	84
Figura 13. Red Wireless LAN	88
Figura 14. Sistema Wireless Local Loop	100
Figura 15. Tecnología MMDS	101
Figura 16. Servicios de LMDS	102
Figura 17. Sistema LMDS	108
Figura 18. Topología de la Red LMDS con infraestructura en fibra	111

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Evolución tecnológica	17
Tabla 2. Algunos sistemas de la primera generación	57
Tabla 3. UMTS vs GSM	77
Tabla 4. Terminología	85
Tabla 5. Comparación entre IEEE 802.11b y Bluetooth	86
Tabla 6. Comparación entre las tecnologías WLANs	93

## **RESUMEN**

Desde que el hombre descubrió la importancia de la comunicación; la tecnología de las comunicaciones ha tenido una gran evolución.

Gracias a estos avances hoy en día se puede recibir información importante en cuestión de segundos para los negocios, las tendencias que se están imponiendo son el uso de las redes IP, las cuales son muy importantes ya que hacen desaparecer esa barrera de los límites físicos; y por ser el protocolo IP independiente a la capa de enlace, esto permite a los usuarios finales elegir el formato de enlace que ellos deseen. Este impulso tecnológico de la integración de voz y de datos por el mismo medio físico traerá como consecuencia la convergencia en las redes.

Las redes LAN ethernet evolucionarán a la tecnología gigabit Ethernet debido a la alta velocidad, rendimiento y fiabilidad necesarios para soportar necesidades de las empresas.

Las redes privadas virtuales (VPN), se han ido implementando en las grandes empresas para dirigir negocios y comercios, ya que hace posible compartir y transmitir información de forma segura.

La tecnología que se esta imponiendo en todo el mundo es la tecnología inalámbrica, las cuales gracias a los adelantos tecnológicos están haciendo posible la conexión sin cables; aunque la tecnología inalámbrica no remplace las conexiones de cables por su altas transmisiones; si será una gran ventajas para aquellos usuarios que necesiten movilidad en la red.

En las comunicaciones la tecnológica inalámbrica no ha parado su evolución empezando con la primera generación de telefonía móvil y actualmente la tercera generación la cual permite la convergencia de voz y datos; aplicaciones multimedia y altas transmisiones de datos. El impulso de los estándares de esta tecnología esta siendo apoyado por la ITU (International Telecommunications Union) y a este esfuerzo se le conoce como IMT 2000 (International Mobile Telephone).

Aunque se esta hablando ya de la cuarta generación, la cual es 50 más rápida en velocidad que la tercera generación; la pruebas se llevaran a cabo en el año 2005 y se comercializara para el año 2010.

## INTRODUCCIÓN

El hombre siempre ha buscado la manera de comunicarse con sus semejantes; Remontémonos al año 3300 AC, cuando el hombre para comunicarse utilizaba las tablillas de arcilla, las cuales eran la forma de comunicación ideal de los sumerios; siguieron los mensajeros griegos y así sucesivamente, hasta nuestros días que se puede enviar y recibir por escrito en segundos información vital para los negocios.

Las comunicaciones siempre han sido y serán la base de todas las sociedades y actualmente se encuentran suficientemente implantadas y desarrolladas para dar servicios a la mayor parte de las necesidades existentes. La rápida evolución de los dispositivos electrónicos y en particular de la arquitectura de las computadoras y el desarrollo de software para control de procesos e interconexión de dispositivos, nos lleva a pensar que el futuro próximo traerá nuevas ideas, redes y posibilidades de utilización de las mismas. En principio, podemos decir que fundamentalmente la investigación actual va encaminada al desarrollo de una red única capaz de soportar simultáneamente todos los servicios de voz, datos y vídeo con suficientes garantías y que permita la conexión a ella de todas las redes ya existentes, tanto de área local como de área extensa.

Actualmente se están viendo cambios constantes en los mercados y las tecnologías, que han puesto a las empresas a reaccionar rápidamente para sacar ventajas de estas nuevas oportunidades; Internet y las tecnologías móviles se han convertido en la clave de esta revolución comercial y estratégica.

Esto traerá como consecuencia la convergencia de las redes, las cuales pueden incluir en una sola infraestructura sus redes de voz, datos y video.

## 1. EVOLUCIÓN TECNOLÓGICA

<b>AÑO</b>	<b>RECONOCIMIENTO</b>
<b>3500 AC</b>	Comunicación a partir de signos abstractos dibujados en papel hecho de hojas de árboles.
<b>490 AC</b>	Telégrafos de Tambor, la idea era transmitir la información a través de sonidos.
<b>360 AC</b>	Telégrafos de agua, que almacenaban información detallada y luego se transmitía por señales de humo o fuego.
<b>150 AC</b>	Telégrafo de humo, estos se usaban ampliamente para señalización militar.
<b>500 DC</b>	El astrónomo Arya-Bhatta de India, desarrollo el sistema de NUMERACIÓN DECIMAL con el cual logró encontrar la facilidad de representar números largos con la adición de ceros decimales.
<b>1794</b>	Telégrafo óptico, este dispositivo consistía de una columna con un 2 brazos movibles y un rayo de luz atravesada la estructura.
<b>1729</b>	Stephan Gray descubre que la electricidad puede ser transmitida.
<b>1809</b>	El Alemán Samuel Thomas Soemmerring (1755-1830) inventó el telégrafo electro-químico cuyo principio se basaba en convertir

	agua en hidrógeno y oxígeno con electricidad.
<b>1833 - 1837</b>	Weber realiza una conexión entre Göttinger Sternwarte y la Universidad con dos alambres.
<b>1844</b>	Samuel Findley Breese Morse, realiza la primera transmisión telegráfica entre Washington y Baltimore el 14 de mayo, el mensaje fue un pasaje bíblico que decía "What hath God wrought".
<b>1849</b>	Fue construida la primera línea de larga distancia para transmisión telegráfica entre Berlin y Frankfurt. Parte del cableado se hizo bajo tierra y el resto aéreo.
<b>1850</b>	A través del cable marino se logra enlazar Inglaterra y Francia.
<b>1853</b>	Se inventa el Telégrafo por cable para transmisión simultánea en ambas direcciones (modo dúplex), se usa el método de compensación, propuesto por el físico austriaco Julius Wilhelm Gintl.
<b>1858</b>	Hay comunicación eléctrica entre Norteamérica y Europa.
<b>1861</b>	Philip Reis demostró su invento, el primer teléfono con posibilidad de transmisión de 90 metros, el uso una membrana animal excitada por un contacto eléctrico para producir sonidos, la recepción se lograba con un inductor galvánico oscilando de la misma forma que la membrana.

<b>1866</b>	Se instala el telégrafo trasatlántico gracias al cable submarino existente entre EEUU- Francia.
<b>1874</b>	Se inventa el Código de Emil Baudot utilizado en la primera transmisión telegráfica y radioeléctrica.
<b>1876</b>	El 14 de febrero Alexander Graham Bell patenta el primer teléfono, este sistema estaba compuesto de micrófono y parlante.
<b>1877</b>	Se instala la primera Línea telefónica en Boston Somerville.
<b>1878</b>	Se instala la primera central Telefónica en New Haven, EEUU, constaba de un cuadro controlador manual de 21 abonados.
<b>1892</b>	Se logra el primer intercambio telefónico automático usando marcación sin operadora.
<b>1894</b>	Marconi efectúa la transmisión de señales inalámbricas a través de una distancia de 2 millas. El inglés LODGE, utilizando un excitador HERTZ y un cohesor Branly, establece la primera comunicación en morse a 36 metros de distancia.
<b>1896</b>	MARCONI patenta un dispositivo de perfeccionamiento en las transmisiones de impulsos y señales eléctricas; con lo que se evoluciona a la radiotelegrafía.
<b>1898</b>	MARCONI inaugura el primer servicio radiotelegráfico regular entre Wight y Bournemouth, de 23 km. de distancia.
<b>1899</b>	El día 28 de marzo MARCONI asombra con la primera

	comunicación por radio entre Inglaterra y Francia a través del Canal de la Mancha.
<b>1901</b>	En diciembre MARCONI asombra con la primera comunicación inalámbrica a través del Atlántico, desde Inglaterra a EE.UU. y viceversa.
<b>1902</b>	POUSULEN inventa su generador de arco que durante muchos años se utilizó en las emisoras de telegrafía sin hilos. Comunicaciones radioeléctricas para embarcaciones que navegaban alrededor del mundo usando código Morse.
<b>1903</b>	Se produce la primera comunicación con un buque de pasajeros, el "LUCIANA", desde las bases de Poldhu y Grace Bay.
<b>1906</b>	Se construye en América el primer sistema para transmisión de voz a través de ondas electromagnéticas. Comienzo de la era Electrónica: rectificadores, triodos, válvulas termoiónicas, amplificadores, etc.
<b>1909</b>	Intercambio telefónico automático entre Berlín y Munich (Alemania).
<b>1910</b>	Se inventa el tubo de Vacuum, dispositivo que permite transmitir voz a través de largas distancias y más de una conversación sobre el mismo cable.
<b>1917</b>	Nace la transmisión AM, usando una frecuencia portadora

	modulada por una señal de voz.
<b>1923</b>	Se instala la primera central telefónica de larga distancia (Bavaria, Alemania). Vladimir Zworykin patenta su invento el tubo de rayos catódicos usado mas adelante como el principal elemento para la televisión.
<b>1923</b>	Se descubre la Modulación en frecuencia (FM) con lo que se logra alta calidad del sonido para la radiodifusión.
<b>1928</b>	El físico alemán Paul Nipkow, inventor de la televisión realiza la primera transmisión inalámbrica de imágenes.
<b>1930</b>	El físico alemán Fritz Schoter patento un sistema que mejoraba la calidad de video. BLAIR hace demostraciones del primer sistema de radar.
<b>1931</b>	Primera transmisión electrónica de imágenes de televisión en Berlín. ALLEN DUMONT inventa el osciloscopio.
<b>1935</b>	Se construyen los primeros cables coaxiales y múltipar para propósitos de comunicación.
<b>1936</b>	El ingeniero norteamericano ARMSTRONG desarrolla los estudios técnicos para la puesta en práctica de la FM.
<b>1937</b>	Es desarrollado el tubo Klyston Reflex para generación de señales de microondas.
<b>1939</b>	La NBC comienza la difusión de señales de televisión comercial.

<b>1944</b>	En Estados Unidos Howard H. Aiken's diseñó el primer computador programable llamado MARK1.
<b>1946</b>	Eckert y Mauchly desarrollaron la primera computadora totalmente electrónica conocida como ENAC, la cual contenía 1500 relés y acerca de 18000 tubos.
<b>1951</b>	Howard H. Aiken desarrolla el gran computador electromagnético.
<b>1954</b>	Se crea el primer radio-telescopio de 76 metros en Inglaterra.
<b>1955</b>	Se instala el primer sistema de marcación telefónica a larga distancia en Basel Suiza. Se descubre el diodo varactor.
<b>1956</b>	Bell y Howel desarrollan la cámara de video electrónica.
<b>1958</b>	Desarrollo del circuito integrado. Primeras transmisiones de radio estereofónicas.
<b>1960</b>	La NASA de EEUU puso en orbita a "Echo 1 A", el primer satélite de comunicaciones era una gran esfera metálica localizada a una altitud de 1600 Km. que reflejaba las señales radioeléctricas que recibía.
<b>1961</b>	IBM Alemania introduce el concepto de Tele-Procesamiento. Los datos transmitidos serial o paralelamente a través de una línea telefónica pueden ser reprocesados directamente en un computador. En el mes de Diciembre es puesto en orbita el primer satélite artificial "OSCAR I" para el uso de los radioaficionados.

<b>1962</b>	El 20 de mayo el satélite "TELSTAR 1" puesto en orbita por 10 días, permite la primera transmisión de imágenes de televisión entre USA y Francia. Desarrollado el Diodo Emisor de luz (LED).
<b>1964</b>	En USA el hospital de la Universidad de Nebraska, el Instituto Psiquiátrico de Omaha y el Hospital de Norfolk fueron enlazados por un canal de radio satelital empezando así la Telemedicina.
<b>1965</b>	Se logran las primeras fotografías del planeta Marte transmitidas desde el satélite Mariner 4.
<b>1966</b>	El científico Charles Kao de USA fue el primero en usar la luz a través de un conductor de fibra de vidrio para transmitir llamadas telefónicas.
<b>1968</b>	La firma electrónica alemana Grundig introduce el concepto de Foto-telegrafía al permitir la transmisión de imágenes a través de líneas telefónicas.
<b>1969</b>	Nacimiento de Internet, gracias al desarrollo de la red de computadores ARPANET por VP Algora.
<b>1970</b>	Se uso oficialmente el método de Multiplexación por división de tiempo (TDM) para intercambio telefónico.
<b>1976</b>	SIEMENS desarrolla el teletipo, Motorola introduce la tecnología TTL para desarrollos de nuevos microprocesadores.
<b>1977</b>	Fue el año con la mas alta rata de lanzamientos de satélites de

	comunicación (SIRIO I, CS , INTELSAT4), Siemens empezó la producción en masa de las centrales telefónicas EWS.
<b>1979</b>	Se introduce el servicio de Telefax en Frankfurt. SONY desarrolla el primer radio cassette. El 16 de julio se funda INMARSAT. Japanese Matsushita Inc. patenta la pantalla de televisión de cristal líquido.
<b>1980</b>	Varias firmas japonesas lanzan al mercado los primeros receptores de radio sin condensador variable de sintonía, que es sustituido por un sintetizador PLL y un teclado numérico para marcar las frecuencias.
<b>1982</b>	El nuevo sistema de teletipo llamado Telefax se introduce en Alemania, Suiza y Gran Bretaña, tiene capacidad de procesamiento digital y velocidad de transmisión 1200 bit/s.
<b>1984</b>	Por primera vez, imágenes de un cometa son transmitidas a la tierra por un satélite.
<b>1985</b>	Se lanzan satélites para aplicaciones militares, aviones, misiles etc....
<b>1989</b>	Sistemas de radiodifusión satelital digital en Alemania. Hay entonces TV de alta definición. Con el Voyager 2 se capturan datos de 4.4 billones de kilómetros más allá del planeta Neptuno.
<b>1990</b>	La comisión europea Rocket Ariane“localiza uno de los mas

	grandes satélites de comunicación en el Eutelsat IIF1 con un peso de 1.8 tons y 16 canales que pueden soportar 17000 llamadas telefónicas o 16 canales de TV a color en el tráfico de datos.
<b>1992</b>	Nace Internet comercialmente.
<b>1996</b>	Terry Wynne da la idea del más grande proyecto en cuanto a redes a nivel mundial el WWW; Se desarrolla el software para transmitir voz telefónica y música de alta calidad a través de Internet.
<b>1998</b>	Sistemas de redes Ópticas pueden transmitir 3.2 Tera bits por Segundo (equivale a 90.000 volúmenes de una enciclopedia). Crean el Chip DSL (Suscriptor de Línea Digital) que puede bajar datos a 1.5 mega bits por segundo, 30 veces más rápido que los módems análogos.
<b>1999</b>	Se declara en quiebra IRIDIUM el Primer sistema de comunicaciones Móviles de Tercera Generación, que iba a implantarse en el mundo.
<b>2001</b>	La compañía DoCoMo lanza comercialmente la telefonía UMTS o de tercera generación en Europa
<b>Actualmente</b>	En Telecomunicaciones se tiende al abaratamiento de la utilización de las redes, así como a nuevas posibilidades de

	transmisión proporcionada por las Redes Digitales de Banda Ancha que operan a gran velocidad (del orden de 155 millones de bit por segundos).
--	---

Tabla 1. Evolución tecnológica

## 2. TENDENCIAS FUTURAS

### 2.1. MASIFICACIÓN EN EL USO DE REDES IP

El impulso tecnológico que hará posible la integración de las redes de voz y de datos es el crecimiento y la difusión de las redes IP, tanto a nivel LAN (Local Area Network) como a nivel WAN (Wide Area Network). En la actualidad no es poco común encontrar en las empresas un número mayor de puertas ethernet que de puertas telefónicas. La expansión de las puertas ethernet continuará a medida que la WAN evolucione hacia un backbone IP y tecnologías tales como ADSL/XDSL y módems de cable permitan la llegada de IP al hogar. En la siguiente década, la conectividad IP alcanzará un grado de penetración similar al enchufe de electricidad en el hogar o la empresa.

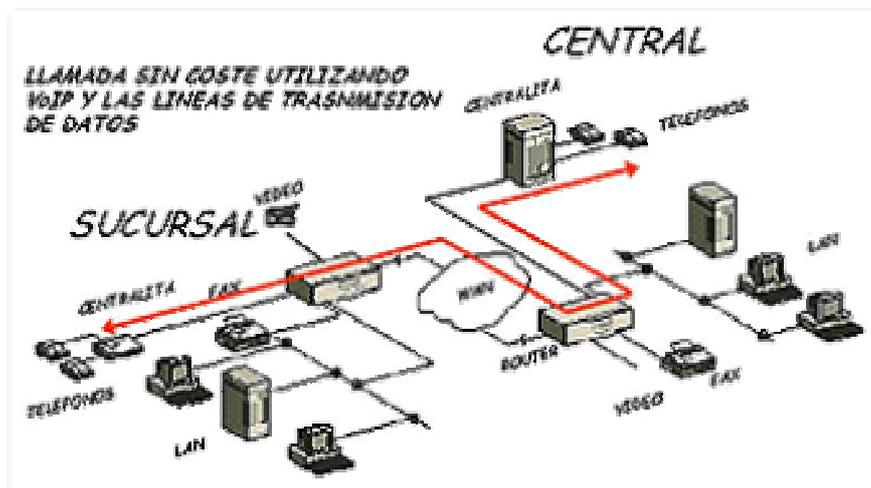


Figura 1. Red IP

Con la expansión de los servicios de datos, los usuarios finales requerirán un incremento en la confiabilidad de las redes y el hardware. Los principales proveedores de soluciones LAN/WAN están ya en estos momentos integrando nuevos desarrollos de hardware y software orientados a mejorar la calidad de servicio y confiabilidad. A medida que la telefonía y otros servicios en tiempo real comiencen a ser parte de esta infraestructura, los diseñadores de hardware y software de red incorporarán las restricciones de estas aplicaciones a la confiabilidad y uptime del sistema.

La convergencia de las redes de datos y las redes telefónicas será un detonante decisivo para la evolución de la industria de PBX's. La tendencia más importante prevista será la migración desde una estructura predominantemente compuesta por sistemas propietarios a una industria más abierta y con sistemas compatibles sobre el formato IP. La nueva industria PBX IP incluirá cuatro grandes áreas de negocio:

**Infraestructura IP:** Básicamente compuesta por la conectividad IP provista principalmente por los proveedores de equipamiento LAN/WAN.

**Control de llamada (sistemas operativos y servidores):** Sistemas operativos LAN con la capacidad de proveer servicios y funcionalidades telefónicas tradicionales. Los servidores serán provistos por los principales proveedores actuales, agregando características de confiabilidad y uptime para alcanzar los niveles de las PBX actuales.

**Dispositivos de usuario:** Softwares (capaces de conferir a un computador personal todas las capacidades de un teléfono) y teléfonos IP, capaces de ser conectados a redes IP directamente con niveles de calidad similares a la red telefónica tradicional.

**Aplicaciones avanzadas:** Aprovechando la natural integración de los sistemas telefónicos y de datos, surgirán aplicaciones de mayor sofisticación que los servicios telefónicos clásicos tales como IVR (respuesta de voz interactiva) y call centers (centro de llamadas).

Es importante tener en cuenta que la calidad y confiabilidad de la infraestructura de red IP y de la arquitectura PBX IP son aspectos claves en la penetración de esta nueva tecnología, ya que dichos atributos deben ser comparables con los niveles de la red telefónica. Una red IP dimensionada adecuadamente a la demanda de tráfico y la inclusión de PBX IP de Selsius permiten obtener niveles de servicio similares a una red telefónica tradicional. Algunas de las funcionalidades incluidas en la PBX IP son:

- Resistencia a cortes de abastecimiento de energía.
- Configuración redundante en el servidor para aumentar la confiabilidad en el control de llamada.

Enrutamiento de llamada alternativo cuando los enlaces IP o los enlaces telefónicos no están disponibles.

### **2.1.1. Ventajas fundamentales**

El networking IP entrega algunas ventajas fundamentales que impactan en los servicios telefónicos y que es conveniente identificar:

- Las redes IP hacen desaparecer los límites físicos asociados a los teléfonos y funcionalidades telefónicas tradicionales. Dentro de poco será posible acceder simultáneamente a todos los servicios tradicionales y a la capacidad de responder llamadas desde cualquier lugar del mundo, sin que la parte originadora dependa de su posición geográfica. Esto permite ofrecer un servicio flexible para viajeros frecuentes y sitios remotos.
  
- El protocolo IP es independiente de la capa de enlace, permitiendo que los usuarios finales elijan el formato de enlace más adecuado a las restricciones de costo y localización. IP puede viajar sobre ATM, ethernet, frame relay, ISDN o incluso mediante líneas análogas.
  
- Un conjunto de estándares universales relacionados a las redes IP permitirá a muchos proveedores ofrecer productos compatibles. Estos estándares harán posible la competencia entre múltiples fuentes de servicios de red y hardware. La competencia minimizará los costos y maximizará los nuevos servicios para el usuario final.

### 2.1.2. Sistema PBX IP

Una PBX IP es un sistema capaz de proveer todas las capacidades de una PBX tradicional sobre redes IP a nivel LAN y WAN. No requiere de una matriz de conmutación de circuitos para hacer conexiones.

El sistema PBX IP se encuentra constituido por tres grandes componentes: dispositivo de usuario, centro de procesamiento de llamada y gateways IP/PSTN. Estos tres subsistemas hacen uso de la infraestructura LAN/WAN existente para intercomunicarse entre sí. En la siguiente figura se muestra un esquema del sistema PBX IP.

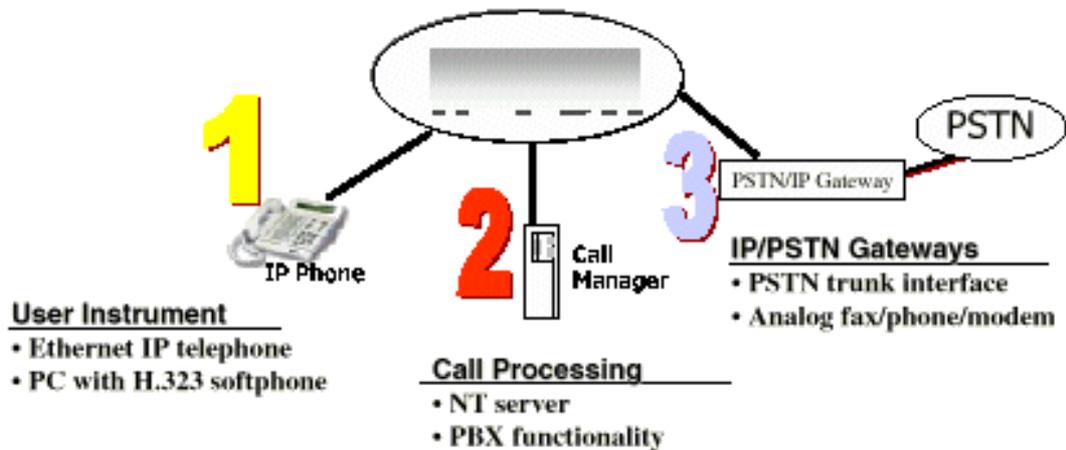


Figura 2. Sistema PBX IP

### **2.1.3. Descripción de la telefonía IP**

La demanda para eficacias operacionales y los servicios reforzados están manejando la convergencia de cambio de circuito a las redes a base de paquetes. Afortunadamente, la telefonía de IP ahora entrega la calidad de servicio que antes sólo podría ser alcanzado con sistemas propietarios.

- La telefonía IP usa mucho menos amplitud de banda que la telefonía cambiada por circuito, generalmente por un factor de ocho o más. Un circuito de voz estándar usa 64 kilobytes por segundo (el Kilobyte/s), pero la telefonía IP usa 6 a 8 kilobytes/s, y a veces así poco como 2.4 kilobytes/s.
- Puesto que la telefonía IP envía comunicaciones en paquetes, los títulos de paquete pueden contener valiosa información de control que se transmitida simultáneamente, considerablemente mejorando la posibilidad de gestión.
- La telefonía de IP habilita nuevos servicios contra una infraestructura existente, proporcionado un flujo de ingreso reforzado y los costos de transporte más bajos.

### **2.2. IP VERSIÓN 6**

En principio, IP v6 conserva la mayor parte de las características y conceptos de operación de IP v4. Sin embargo, agrega nuevas capacidades y funcionalidades que permiten no sólo flexibilizar, sino que modelar nuevos conceptos de operación.

La falta de direcciones IP, hizo que los visionarios de las redes insistieran en un nuevo estándar IP, que utiliza direcciones de 128 bits. Esto se divide en 16 bits, por eso el nuevo estándar se conoce como IP v6.

### **2.2.1. Características**

#### **Expansión de direcciones:**

El incremento del rango de direcciones desde 32 a 128 bits, significa disponer sobre  $3,4 \times 10$  elevado a 38 números posibles, es decir, una cantidad virtualmente ilimitada de direcciones IP. Esto significa que se podrá dar cabida no sólo a todos los nodos y computadores que lo requieran, sino también a dispositivos que en un futuro puedan entrar a la red, como por ejemplo, los televisores.

#### **Simplificación del encabezamiento:**

IP v6 utiliza encabezamientos adicionales, de forma que provee opciones adicionales de operación, y proporciona un sistema más flexible para agregar capacidades y mecanismos adicionales a los datagramas, o paquetes de datos.

#### **Mejoría de la calidad de servicios:**

IP v6 provee capacidades para administrar flujos de datagramas relativos a servicios particulares, los cuales pueden recibir un tratamiento diferenciado o preferencial, lo que garantiza un mejor nivel de comunicación para estos servicios.

**Mejoría de los mecanismos de seguridad:**

IP v6 mejora la capacidad para la habilitación de servicios seguros, mediante la ampliación y optimización de los mecanismos de identificación de datagramas y confidencialidad.

**2.2.2. Internet 2**

El uso de Internet como herramienta educativa y de investigación científica ha crecido aceleradamente debido a la ventaja que representa el poder acceder a grandes bases de datos, la capacidad de compartir información entre colegas y facilitar la coordinación de grupos de trabajo.

Internet 2 es una red de cómputo con capacidades avanzadas separada de la Internet comercial actual. Su origen se basa en el espíritu de colaboración entre las universidades del país y su objetivo principal es desarrollar la próxima generación de aplicaciones telemáticas para facilitar las misiones de investigación y educación de las universidades, además de ayudar en la formación de personal capacitado en el uso y manejo de redes avanzadas de cómputo.

Algunas de las aplicaciones en desarrollo dentro del proyecto de Internet 2 a nivel internacional son: telemedicina, bibliotecas digitales, laboratorios virtuales, manipulación a distancia y visualización de modelos 3D.

### **2.2.2.1. Como conectarse**

Si formas parte de una universidad, una organización sin ánimo de lucro relacionado con el trabajo en red, o una empresa interesada en estar relacionada con Internet2, deberás revisar la documentación disponible en Internet2 como primer paso.

Internet2 es una red de investigación y educación que une equipos en las instituciones miembros. Conectándote a Internet2 en el modo de que una persona se conecta con Internet a través de un proveedor de Internet o a través de la red de una empresa no es posible. Internet2 no es simplemente una red separada o privada que requiere una conexión especial. No proporcionará enlaces como la WWW o el correo electrónico. Los desarrollos harán posible hacerlo, de cualquier manera, pronto se encontrará la manera de introducir cualquier red de ordenadores, incluyendo Internet. Las aplicaciones y equipos proporcionado por Internet2 transformarán la manera que tiene la gente de trabajar con los ordenadores.

### **2.2.2.2. Red de Internet 2**

La red de Internet2 está compuesta por redes principales o backbones en USA, a los cuales se conectan los llamados gigaPoPs y backbones internacionales a los cuales a su vez se conectan gigaPoPs o nodos en particular tales como Universidades. Un gigaPoP es una red regional (con ancho de banda del orden de los gigabits por segundo) conectada a Internet2.

Actualmente existen dos grandes backbones en USA (aunque hoy en día el backbone Abilene es mucho mayor en ancho de banda, 2.4 Gbps), de los cuales se distribuyen enlaces hacia backbones en otros países. Uno de estos backbones internacionales es REUNA (Red Universitaria Nacional).

Para la conexión a Internet2 no es necesario nuevo equipamiento ni nuevas conexiones por el lado de los usuarios de las respectivas Universidades conectadas a Internet2. Los backbones son los responsables de encaminar el flujo de datos por Internet2 o Internet comercial según corresponda.

### **2.3. CONVERGENCIA**

“La Convergencia puede visualizarse como un proceso evolutivo, que como tal varía con el tiempo, en el que se produce la aproximación entre sectores distintos, la mezcla e integración de los mismos y eventualmente, se produce la creación de elementos nuevos que no existían previamente. Este proceso puede llegar a crear el llamado Hipersector de la Información y las Comunicaciones, que agrupa a los sectores que existían previamente pero ahora entendidos desde la Convergencia, con objetivos y características y elementos comunes”<sup>1</sup>.

Se ha definido como convergencia la utilización de comunicaciones de voz, datos, fax, etc. por el mismo medio físico.

---

<sup>1</sup> Convergencia, Competencia y Regulación en los Mercados de Telecomunicaciones, el Audiovisual e Internet. Gretel 2000, Volumen II, Pág. 641.

Hay aplicaciones fáciles de entender como la posibilidad de recibir los faxes de manera electrónica en un sistema que pueda clasificar la imagen y distribuirla mediante el correo electrónico a los destinatarios finales del mismo. Aplicaciones como la de éste ejemplo, implican que debe haber cierto tipo de comunicación, transparente para el usuario, entre el sistema telefónico convencional, y la red de datos de la compañía.

Esta convergencia tiene beneficios palpables, como la reducción de costos tanto de operación como de implementación, el aprovechamiento de una infraestructura de redes de datos ya existentes y la mejora en la administración de la misma red.

### **2.3.1. Beneficios**

La convergencia favorece la competitividad de empleados y empresas, así como la comunicación de los negocios con sus proveedores, permitiendo ofrecer mayor valor agregado a sus clientes. Una red unificada tiene muchos beneficios. Entre ellos:

- Ahorro y reducción en los costos al no utilizar diferentes equipos o equipos independientes.
- Reducción en los costos de propiedad.
- Mejora en la productividad de los clientes, con aplicaciones automatizadas de atención a clientes.
- Aumento en la productividad empresarial con comunicaciones unificadas.

- Necesidad de sólo un sistema de equipamiento y un medio para el transporte de la información, aprovechando el ancho de banda disponible.
- Ahorros en larga distancia al utilizar la red convergente para realizar llamadas entre sucursales del mismo corporativo, en lugar de la red de telefonía tradicional.
- Una única consola de administración para todos los servicios, que puede centralizarse para toda la red.
- Modularidad en los servicios y aplicaciones de las redes convergentes, lo que permite hacer inversiones cuando se requiere de mayor capacidad o nuevos servicios en la red.
- Posibilidad de implantar aprendizaje a distancia a través de una solución de video sobre la red IP.

### **2.3.2. Alcances**

La red unificada (que integra datos, voz y video) abrirá las puertas hacia una gran cantidad de aplicaciones y servicios que mejorarán la productividad y aumentarán la competitividad de las empresas.

Las redes de datos basadas en IP ampliaron su capacidad y ahora sobre esas mismas transportamos voz (telefonía analógica, digital e IP –truncal y de usuario en los tres casos, telefonía inalámbrica, operadora automática, IVR, mensajería unificada, servidor de fax, centros de llamadas multimedia, teléfonos digitales, etc.)

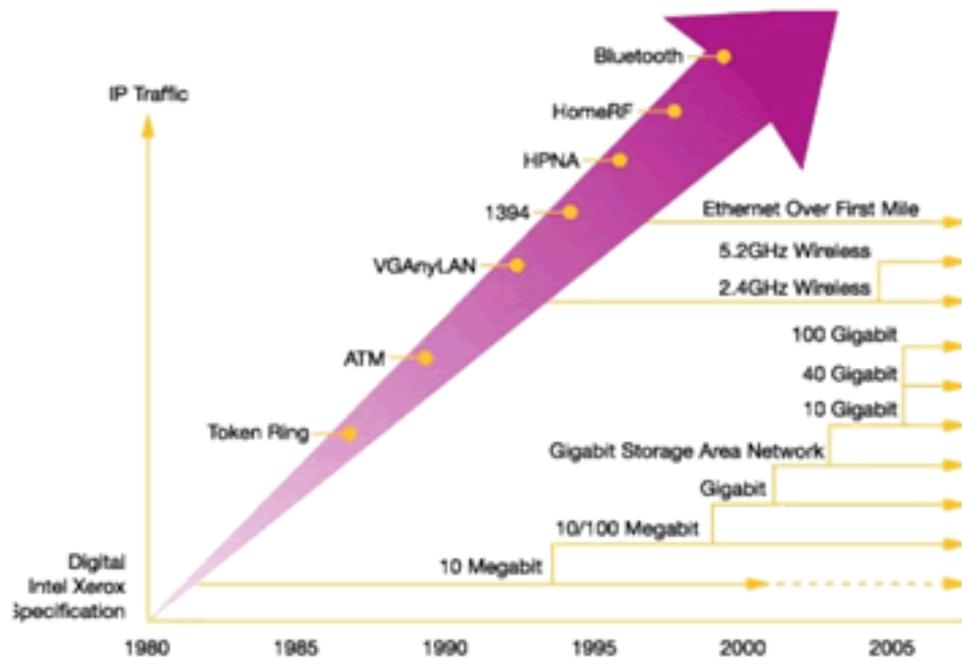
y, al mismo tiempo, datos (firewall, DHCP Server, ruteo de tráfico IP/IPX, DNS Cache Server, WEB Proxy, Acceso WAN y administración basada en SNMP).

Casi sin darnos cuenta, hemos visto cómo los fabricantes de teléfonos celulares han modificado sus dispositivos, hasta el punto de que ya tenemos disponibles teléfonos que integran cámara fotográfica y de video digitales, grabadora de sonidos, radiorreceptor para escuchar noticias y música, reproductor de archivos MP3, calendario, libreta de direcciones.

La variedad de aplicaciones y servicios que se pueden tener en una red convergente es muy amplia, y su crecimiento será aún más sorprendente a medida que estas redes sean más una necesidad que un capricho.

#### **2.4. REDES LAN BASADAS EN TECNOLOGÍA ETHERNET**

Ethernet es la tecnología de red local más utilizada de todo el mundo. Según International Data Corporation (IDC 2000), más del 85% de todas las redes de área local se basan en Ethernet. Las tecnologías Ethernet actuales se derivan en última instancia de la especificación inventada por el Dr. Robert Metcalfe y desarrollada de forma conjunta por Digital, Intel y Xerox PARC en 1980.



**Figura 3. Evolución de Ethernet**

Ethernet es una tecnología de broadcast de medios compartidos. El método de acceso CSMA/CD que se usa en Ethernet ejecuta tres funciones:

- Transmitir y recibir paquetes de datos.
- Decodificar paquetes de datos y verificar que las direcciones sean válidas antes de transferirlos a las capas superiores del modelo OSI.
- Detectar errores dentro de los paquetes de datos o en la red.

### **2.4.1. Ethernet es y será el futuro de las redes**

“Desde sus 10 Mbps iniciales, Ethernet ha sido capaz de evolucionar a 100, 1.000 y ahora 10.000 Mbps. Presente en la inmensa mayoría de las redes corporativas de todo el mundo, esta tecnología ofrece hoy la velocidad, rendimiento y fiabilidad necesarios para soportar las nuevas necesidades de las empresas con el mejor coste total de propiedad. “Todo ello hace que pensar que, además del presente, Ethernet será también el futuro de las red es de alta velocidad”<sup>2</sup>.

Ethernet es una tecnología ampliamente aceptada que surgió como la opción más popular de la industria del networking debido a su sencilla utilización y bajo costo, generalmente, al menos un 50% inferior al de otras alternativas. Desde su aparición en el puesto de trabajo, su evolución ha sido imparable.

Los primeros estándares a 1.000 Mbps fueron de fibra, limitando en cierta medida su crecimiento a un determinado tipo de cable de alto coste, pero, después de dos años de estudios y desarrollos en el seno del comité IEEE 802.3, se aprobó el estándar 1000Base-T para hacer funcionar transmisiones en Gigabit Ethernet sobre cables de cobre de 100 metros. Este hecho es una de las cuestiones que han hecho que Ethernet en general y Gigabit Ethernet en particular hayan ganado terreno a otras alternativas que, como ATM, tuvieron su momento, pero que se

---

<sup>2</sup> Néstor Carralero, director de Marketing para el Sur de Europa de 3Com.

vieron superadas por las ventajas de esta tecnología, entre las que cabe destacar el coste y disponibilidad de los productos.

## **2.5. GIGABIT ETHERNET**

Gigabit surge de la necesidad de manejar más datos y transmitirlos en forma más rápida. Los poderosos procesadores y los enormes volúmenes de archivos usados para acceder a multimedia y aplicaciones de entretenimiento devoran ancho de banda. Pero los negocios no están al margen de este alto consumo de recursos.

La velocidad de una red de área local (LAN) de una empresa afecta la experiencia de los empleados al acceder y utilizar las aplicaciones de Internet. Por otra parte, bancos y otras empresas se enfrentan al intenso uso de sus bases de datos y redes por parte de los clientes.

El estándar Gigabit Ethernet es compatible completamente con las instalaciones existentes de redes Ethernet. Reteniendo el mismo método de acceso CSMA/CD, soportará modos de operaciones como Full-Duplex y Half-Duplex. Inicialmente, soportará fibra mono-modo y multi-modo y cable coaxial short-haul.

Gigabit Ethernet es aceptada para ser empleada como backbone en redes existentes. Estas pueden ser usadas para agregar tráfico entre clientes y "server farms" e interconectando switches Fast Ethernet, estos pueden ser usados para

interconectar workstation y servidores de aplicaciones de alto ancho de banda tales como imágenes médicas.

### **2.5.1. Topología**

Gigabit Ethernet es esencialmente un "campo de tecnología", que es para usar como un backbone en una red de campo ancho, también puede ser usado entre routers, switches y concentradores o hub. Además puede ser usado para conectar servidores, servers farms y workstation de alto poder.

Esencialmente 4 tipos de hardware son necesarios para actualizar una red existente Ethernet/Fast Ethernet en una red Gigabit Ethernet:

- Una tarjeta de interfaz Gigabit Ethernet (NICs).
- Agregar switches que conecten un número de segmentos Fast Ethernet a Gigabit Ethernet.
- Switches Gigabit Ethernet.
- Repetidores Gigabit Ethernet (Buffered Distributor)

### **2.6. REDES PAN BASADAS EN BLUETOOTH**

El Bluetooth es una iniciativa para conseguir intercomunicaciones inalámbricas entre dispositivos de uso personal: teléfonos, móviles, ordenadores portátiles, etc.

Bluetooth utiliza una potencia de transmisión muy baja, por lo que su alcance (50 metros en interiores y 100 en exteriores) queda limitado a redes domésticas bajo penalización de la velocidad de transmisión.

Bluetooth permite una mayor movilidad, gran comodidad, posibilidad de interconectar entre sí distintos tipos de aparatos... Todavía no existen demasiados dispositivos con esta tecnología, pero en un futuro muy cercano la gran mayoría la traerán de serie.

Según IDC, a finales de 2003 las tres cuartas partes de los ordenadores serán compatibles con Bluetooth y para 2005 habrá más de 670 millones de dispositivos en el mundo utilizando esta tecnología, no sólo de un perfil informático, sino también aparatos de electrónica de consumo como lectores de CD portátiles, reproductores de DVD, televisores o incluso aparatos microondas.

### **2.6.1. Características**

- Los dispositivos en una picocelda comparten un canal de comunicación de datos común. El canal tiene una capacidad total de 1 Mbps. Los encabezados y el control de llamada consumen cerca del 20% de esta capacidad; motivo por el cual el máximo caudal eficaz es de 780 Kbps.
  
- En los Estados Unidos y Europa, el intervalo de frecuencia de operación es de 2,400 a 2,483.5 MHz, con 79 canales de RF de 1 MHz. En la práctica, el intervalo de frecuencias es de 2,402 a 2,480 MHz. En México el intervalo de frecuencias va de 2,450 MHz a 2,485.5 MHz. En Japón, el intervalo de frecuencia es de 2,472 a 2,497 MHz con 23 canales de RF de 1 MHz.

- Un canal de datos salta aleatoriamente 1,600 veces por segundo los 79 (o 23) canales de RF.
- Cada canal está dividido en ranuras de tiempo de 625 microsegundos cada una.
- Una picocelda tiene un dispositivo maestro y hasta siete dispositivos esclavos. Un dispositivo maestro transmite en ranuras de tiempo pares, los esclavos en ranuras de tiempo impares.
- Los paquetes pueden tener una magnitud de hasta 5 ranuras de tiempo.
- Los datos en un paquete pueden ser de hasta 2,745 bits de longitud.
- Existen actualmente dos tipos de transferencia de datos entre dispositivos: Los orientados a conexión de tipo síncrono (SCO, Synchronous Connection Oriented) y los orientados a no-conexión de tipo asíncrono (ACL, Asynchronous Connectionless).
- En una picocelda, puede hacer hasta tres enlaces SCO de 64,000 bits cada uno. Para evitar problemas de sincronización y colisión, los enlaces SCO utilizan ranuras de tiempo reservadas asignadas por la estación maestra.
- Un dispositivo maestro puede soportar hasta tres enlaces SCO con uno, dos o tres dispositivos esclavos.

- Las ranuras no reservadas para los enlaces SCO pueden ser usadas para enlaces ACL.
- Un maestro y un esclavo pueden compartir un enlace ACL.
- Un enlace ACL puede ser punto-punto (maestro a un esclavo) o multipunto (maestro a todos los esclavos).
- Un ACL esclavo puede sólo transmitir cuando se lo solicite un maestro.

Bluetooth permite manipular simultáneamente transmisiones de voz y datos. Es capaz de soportar un canal de datos asíncrono y hasta tres canales de voz asíncronos o un canal que soporte ambos, voz y datos. La capacidad combinada con los dispositivos del tipo "ad hoc" permite soluciones superiores para dispositivos móviles y aplicaciones de Internet. Esta combinación permite soluciones innovativas como un dispositivo de manos libres para llamadas de voz, impresión a máquinas de fax y sincronización automática a PDAs, laptops y aplicaciones de libreta de direcciones de teléfonos celulares.

### **2.6.2. Topología**

Los dispositivos Bluetooth son generalmente organizados en grupos de 2 a 8 llamados picoceldas o picoredes, consistente de un dispositivo maestro y uno o más dispositivos esclavos. Un dispositivo puede pertenecer a más de una

picocelda y comportarse como un esclavo en ambas o un maestro en una picocelda y como esclavo en otra.

Como Bluetooth opera en una banda de uso libre conocida como ISM (Industrial, Scientific, and Medical) donde otros dispositivos de uso común la utilizan como es el caso de puertas de cocheras, teléfonos inalámbricos, hornos de microondas, sólo por nombrar algunos. Para que los dispositivos Bluetooth puedan coexistir y operar confiablemente con los otros dispositivos, cada picocelda es sincronizada a una frecuencia específica del patrón de salto por frecuencia. Este patrón, que salta a 1,600 frecuencias diferentes por segundo, es único para una picocelda en particular. Cada "salto" de frecuencia es una ranura de tiempo durante la cual los paquetes de datos son transferidos. Un paquete puede abarcar hasta 5 ranuras de tiempo, en la cual la frecuencia permanece constante durante la duración de esa transferencia.

Si los dispositivos van a saltar a las nuevas frecuencias después de cada paquete, ellos deben ponerse de acuerdo en la secuencia de las frecuencias que utilizarán. Como los dispositivos Bluetooth operan en 2 modos: como maestro y como esclavo. Si el maestro asigna la secuencia de salto de frecuencia. Los esclavos sincronizan al dispositivo maestro en tiempo y frecuencia seguido de la secuencia de salto del dispositivo maestro.

## 2.7. BACKBONE DE FIBRAS ÓPTICAS

La era Gigabit Ethernet ha provocado un nuevo ciclo de vida de las fibras multimodo (GIMM) hacia la nueva generación de los sistemas de comunicaciones. La rápida demanda de mayores velocidades de transmisión ha provocado la necesidad de aplicaciones troncales (backbone) con tasas de transmisión de 1 Gbps o superiores.

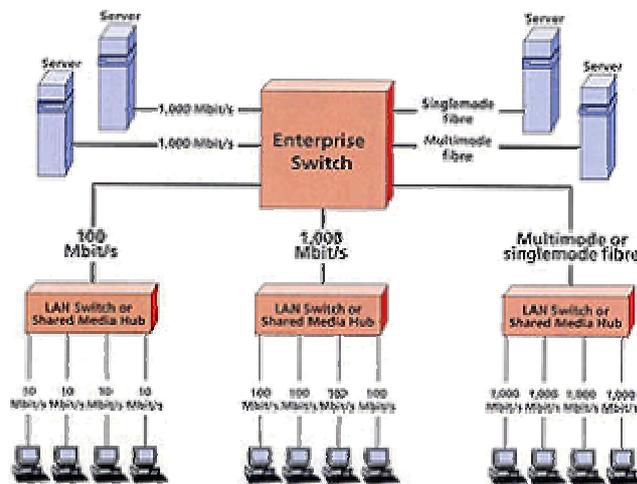


Figura 4. Backbone de fibra óptica

## 2.8. MASIFICACIÓN EN EL USO DE LAS REDES INALÁMBRICA

Unas de las tecnologías más prometedoras y aunque no se esperan que remplace a las redes cableadas (ya que estas redes ofrecen mayor velocidades). Las Redes Inalámbricas facilitan la operación en lugares donde la computadora no puede

permanecer en un solo lugar, como en almacenes o en oficinas que se encuentren en varios pisos.

Las tecnologías que se están imponiendo actualmente sobre este tipo de redes serán tratados en el capítulo 4 de este trabajo.

## **2.9. SATÉLITE DE ORBITA BAJA**

Hay lugares donde la telefonía no llega, o la infraestructura es insuficiente para permitir el transporte de datos. Para estos casos existe la solución satelital. Más allá de su uso para las transmisiones televisivas, las comunicaciones vía satélite son hoy utilizadas por variadas empresas como bancos, petroleras y empresas de logística, que necesitan estar permanentemente conectadas, pese a su gran dispersión geográfica.

Normalmente, el término órbita baja suele usarse generalmente para órbitas circulares de altitud baja. En satélites de comunicaciones operativos, las altitudes entre 500 y 2000 Km resultan atractivas. Los ángulos de inclinación pueden variar entre 30° y 90°. Durante el lanzamiento, la órbita de aparcamiento baja se ubica tan sólo a 300 ó 400 Km de distancia a la Tierra.

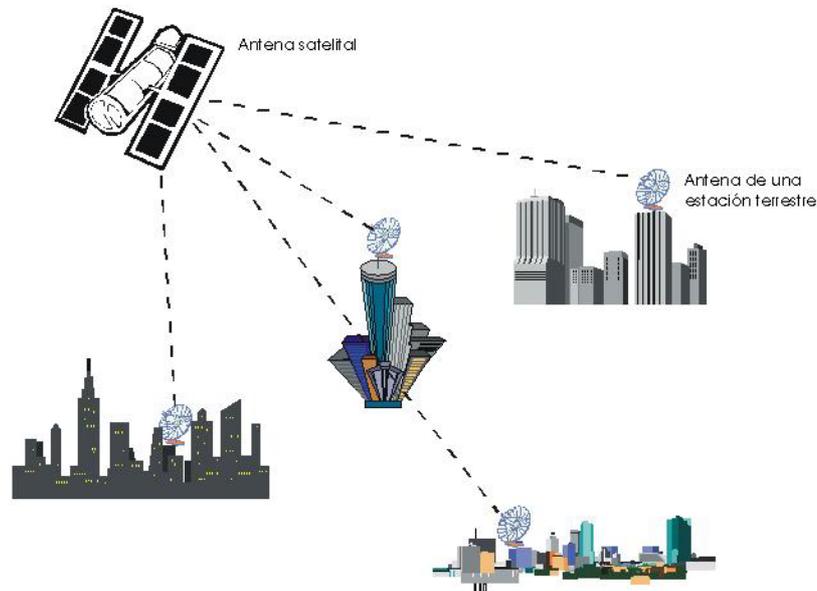


Figura 5. Comunicación satelital

La mayor ventaja de una órbita baja respecto a otras es que la colocación del satélite resulta mucho más cercana a la Tierra que en cualquier otro caso. Debido a esto, pueden utilizarse satélites más pequeños y sencillos. Se necesitan pocos transpondedores y las antenas pueden ser también pequeñas. Otra ventaja muy interesante viene dada por el hecho de que como la distancia que tiene que recorrer la señal es mucho más pequeña, el tiempo de retardo que se obtiene en una comunicación es también mucho menor. Así el retardo de una conexión mediante satélite entre dos estaciones terrenas pasa de ser 0.5 segundos, que puede resultar excesivo para muchas aplicaciones, a ser 0.02 segundos, bastante aceptable para casos en los que no lo sería el retardo de 0.5. El ejemplo más importante de este caso es la conexión telefónica.

Sin embargo, este tipo de órbita también tiene un problema importante: el periodo orbital es de apenas unas pocas horas. Como el satélite se encuentra en movimiento, se hace necesario el uso de antenas de rastreo o bien antenas omnidireccionales. Para mantener la continuidad del servicio se hace necesario el empleo de varios satélites de forma que cuando un satélite pase el horizonte se pueda tener otro a la vista. La cobertura de la Tierra también resulta limitada debido a la menor distancia del satélite a ésta. Este problema, sin embargo, puede ser subsanado mediante el uso de enlaces inter-satélite (ISLs), de forma que con varios satélites se pueden llegar a hacer comunicaciones a grandes distancias. Esto puede hacerse de forma continua o bien mediante un sistema de almacenamiento y posterior envío.

En un sistema de comunicaciones en órbita baja la distancia entre los satélites puede ser aleatoria o bien diseñada en fase. En un sistema aleatorio no se realiza ningún tipo de esfuerzo para controlar la ubicación de los satélites. Con un número suficiente de satélites la probabilidad de encontrar uno disponible puede ser cercana a la unidad. Sin embargo, si el sistema es en fase, de forma que los satélites estén sincronizados, podemos asegurar que siempre habrá al menos un satélite disponible. Los sistemas en fase pueden ser diseñados de forma que proporcionen la cobertura del cien por cien de la superficie terrestre, o bien, si se quiere economizar, proporcionar una cobertura completa hasta latitudes determinadas.

### 3. RED PRIVADA VIRTUAL (VPN)

Una Red Privada Virtual o VPN (Virtual Private Network) es un servicio que transforma la Internet en una red global segura para dirigir negocios y comercios, ya que hace posible conectar los recursos y componentes de una red a otra, con el fin de compartir y transmitir la información de forma segura y confidencial entre la empresa y sus sucursales, socios, proveedores, distribuidores, empleados y clientes utilizando una red pública como canal para comunicar los datos privados.

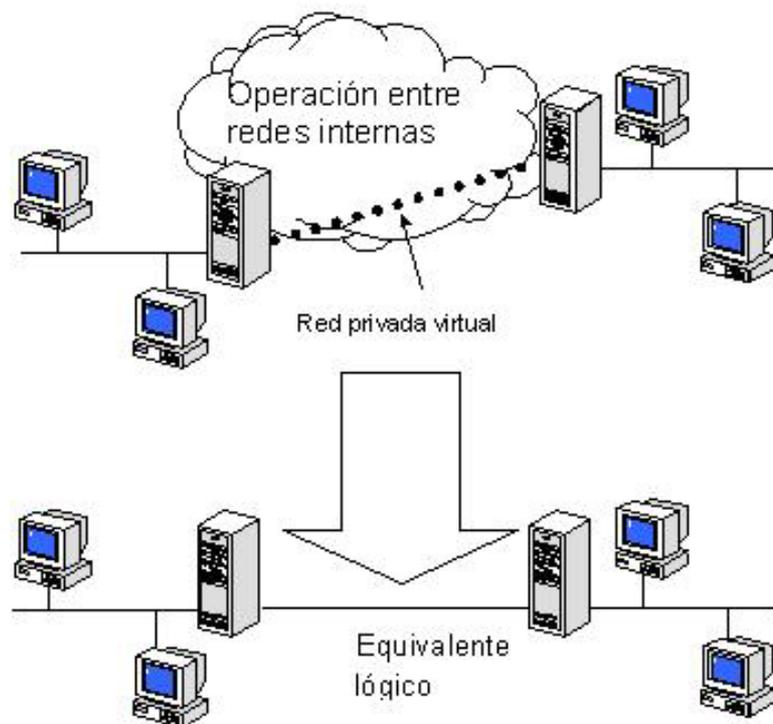


Figura 6. Red Privada Virtual

### **3.1. Requerimientos Básicos**

Por lo general, cuando se desea implantar una VPN hay que asegurarse de que esta proporcione lo siguiente:

**Autenticación del usuario:** La VPN debe ser capaz de verificar la identidad de los usuarios y restringir el acceso a la VPN a aquellos usuarios que no estén autorizados. Asimismo, debe proporcionar registros de auditoría y contabilidad que muestren quién acceso, qué información y cuándo.

**Administración de direcciones:** La VPN debe establecer una dirección de cliente en la red privada y debe cerciorarse que las direcciones privadas se conserven así.

**Codificación de datos:** Los datos que se van a transmitir a través de la red pública deben ser previamente encriptados para que no puedan ser leídos por clientes no autorizados de la red.

**Administración de claves:** La VPN debe generar y renovar las claves de codificación para el cliente y el servidor.

**Soporte a protocolos múltiples:** La VPN debe ser capaz de manejar los protocolos comunes que se utilizan en la red pública. Estos incluyen el protocolo de Internet (IP), el intercambio de paquete de Internet (IPX), entre otros.

### **3.2. Herramientas para implementar una VPN**

VPN gateway: Dispositivos con un software y hardware especial para proveer capacidad a la VPN.

Varias funciones son optimizadas sobre varios componentes de software y hardware.

Algunos ejemplos de esto tenemos Altiga C10, VPN-1 Gateway, Lucent VPN Gateway, Intel Shiva Lan Rover VPN Gateway Plus, TimeStep Permit/Gate 4620 y VPNet VPNware VSU-1010, las cuales incluyen el software y hardware necesario para realizar y administra VPN.

Sólo Software: El software está sobre una plataforma PC o Workstation, el software desempeña todas las funciones de la VPN. Algunos ejemplos de esto el Sistema Operativo Windows 9x, ME, NT, 2000 y XP.

Basado en Firewall: Funciones adicionales son agregadas al firewall para habilitar capacidades de VPN. Algunos ejemplos de esto son los modelos PIX de Cisco como 506, 515, 525 y 535.

Basado en Router: Funciones adicionales son agregadas al router para habilitar capacidades de VPN, las cuales se encuentran en el IOS de los router de Cisco

como los modelos 804, 806, 827, 905, 1710, 1720, 1750, 2611, 2621, 2651, 3620, 3640, 3660, 7120, 7140 y 7200.

Aunque los router son mejores que los concentradores, existen algunos capaces de realizar VPN como los modelos 3005, 3015, 3030, 3060

#### **4. TECNOLOGÍA INALÁMBRICA**

Martin Cooper fue el pionero en esta tecnología, a él se le considera como “el padre de la telefonía celular” al introducir el primer radioteléfono, en 1973, en Estados Unidos, mientras trabajaba para Motorola; pero no fue hasta 1979 cuando aparecieron los primeros sistemas comerciales en Tokio, Japón por la compañía NTT.

En 1981, los países nórdicos introdujeron un sistema celular similar a AMPS (Advanced Mobile Phone System). Por otro lado, en Estados Unidos, gracias a que la entidad reguladora de ese país adoptó reglas para la creación de un servicio comercial de telefonía celular, en 1983 se puso en operación el primer sistema comercial en la ciudad de Chicago.

Con ese punto de partida, en varios países se diseminó la telefonía celular como una alternativa a la telefonía convencional inalámbrica. La tecnología tuvo gran aceptación, por lo que a los pocos años de implantarse se empezó a saturar el servicio. En ese sentido, hubo la necesidad de desarrollar e implantar otras formas de acceso múltiple al canal y transformar los sistemas analógicos a digitales, con el objeto de darles cabida a más usuarios. Para separar una etapa de la otra, la telefonía celular se ha caracterizado por contar con diferentes generaciones.

## 4.1. GENERACIONES DE LA TECNOLOGÍA INALÁMBRICA

### 4.1.1. Primera generación

La 1G de la telefonía móvil hizo su aparición en 1979, se caracterizó por ser analógica y estrictamente para voz. La calidad de los enlaces de voz era muy baja, baja velocidad (2400 bauds), la transferencia entre celdas era muy imprecisa, tenían baja capacidad (basadas en FDMA, Frequency Division Multiple Access) y la seguridad no existía. La tecnología predominante de esta generación es AMPS (Advanced Mobile Phone System).

Sistema	País	No. de canales	Espaciado (KHz)
AMPS	EE.UU.	832	30
C-450	Alemania	573	10
ETACS	Reino Unido	1240	25
JTACS	Japón	800	12.5
NMT-900	Escandinavia	1999	12.5
NMT-450	Escandinavia	180	25
NTT	Japón	2400	6.25
Radiocom-2000	Francia	560	12.5
RTMS	Italia	200	25
TACS	Reino Unido	1000	125

Tabla 2. Algunos Sistemas de la primera generación

**AMPS:** Desarrollado por los Laboratorios Bell AT&T. Funciona en la banda de los 800 MHz.

**EAMPS:** “Extended AMPS” (AMPS extendido). Aumenta la capacidad del AMPS y aun hoy en día continúa siendo el sistema mas extendido en EE.UU. y su entorno de influencia.

**NAMPS:** “Narrowband AMPS” (AMPS de banda estrecha). Desarrollado por Motorola a partir del EAMPS, siendo un sistema a medio camino entre el analógico y el digital.

**C-450:** Sistema sudafricano (nada menos) ahora conocido por “Motorphone System 512”. Y aún sigue en funcionamiento, solo en Sudáfrica.

**C-Netz:** Antiguo sistema que funcionaba en la banda de 450 MHz usado en Alemania y Austria.

**Comvik:** Otra víctima de la estandarización con la llegada del GSM, nació en Suecia en 1981 y pasó a mejor vida en 1996.

**NMT 450:** “Nordic Mobile Telephones” Sistema Nórdico de Telefonía Móvil, desarrollado por Nokia y Ericsson para entornos nórdicos, funcionaba a 450 MHz: También se implanto en España, durante los '80, por la operadora MoviLine.

**NMT 900:** El sistema NMT “Nordic Mobile Telephony” surgió en los países escandinavos en 1981, es ideal para cubrir la mayor extensión de terreno con la menor inversión. Esta versión NMT 900 permite un mayor número de canales. Heredero del anterior, empleaba la banda de 900 MHz, para permitir mayor capacidad y terminales más pequeñas.

**NMT-F:** Versión francesa del anterior.

**NTT:** “Nippon Telegraph & Telephone”. Desarrollado por la empresa telefónica japonesa, ha sido el estándar analógico en esta zona. Apareció una versión de alta capacidad llamada HICAP.

**RC2000: Radiocom 2000.** Sistema francés que entró en funcionamiento a finales de 1985.

**TACS:** “Total Access Communications System”. Se desarrolló en Inglaterra el año 1985 por parte de Motorola, operando en la banda de 900 MHz. El sistema TACS 900 adaptado, deriva del sistema analógico AMPS americano desarrollado por los laboratorios Bell y comercializado en EE.UU en 1984. Con este sistema se obtiene una mejor calidad del servicio, al mismo tiempo que mejora la relación señal/ruido por tener una mayor anchura de canal. Además precisa de equipos más pequeños y baratos.

El sistema TACS (Total Access Communications System) 900 conocido como TMA 900, es del mismo tipo que el anterior, analógico multicanalizado en frecuencia, pero diferente por utilizar una tecnología mucho más avanzada y barata, dando mejor calidad de audio, así como una mejor conmutación al pasar de una a otra célula, ya que la señalización se realiza fuera de banda, al contrario que NMT, que lo hace dentro de ella, resultando casi imperceptible el ruido para el

usuario, sin embargo sus estaciones base cubren un intervalo menor. Emplea la banda de frecuencia de los 900 MHz y cada MHz se divide en 40 semicanales de 25 kHz, por lo que resulta extremadamente útil, por su gran disponibilidad de canales, para cubrir áreas urbanas. Dispone de 1320 canales duplex, de los que 21 se dedican exclusivamente a control (señal digital) y el resto para voz (señal analógica).

**ITACS:** “International TACS”. Versión mejorada del TACS con un sistema de control mejorado.

**ETACS:** “Extended TACS”. Sustituto del TACS.

**JTACS:** “Japan TACS”. Es una versión del TACS desarrollada especialmente para Japon.

**IETACS:** “International ETACS”. Una variación menor del ETACS, que aporta más flexibilidad.

**NTACS:** “Narrowband TACS”, TACS de banda estrecha. Triplica la capacidad del ETACS sin pérdida de calidad de la señal.

#### **4.1.2. Segunda generación**

La 2G arribó hasta 1990 y a diferencia de la primera se caracterizó por ser digital.

El sistema 2G utiliza protocolos de codificación más sofisticados y son los sistemas de telefonía celular usados en la actualidad. Las tecnologías predominantes son:

GSM (Global System for Mobile Communications). “Sistema Global para comunicaciones móviles”.

IS-136 (conocido también como TIA/EIA-136 o ANSI-136). Estos dos primeros basados en TDMA.

IS-95 basado en CDMA Código de división múltiple de acceso “Code Division Multiple Access”.

PDC (Personal Digital Communications). “Comunicaciones Digitales Personales”. Éste último utilizado en Japón.

Los protocolos empleados en los sistemas 2G soportan velocidades de información más altas para voz pero limitados en comunicaciones de datos. Se pueden ofrecer servicios auxiliares tales como datos, fax y SMS (Short Message Service). La mayoría de los protocolos de 2G ofrecen diferentes niveles de encriptación. En los Estados Unidos y otros países se le conoce a 2G como PCS (Personal Communications Services).

La principal ventaja de los teléfonos de segunda generación sobre sus precesores analógicos son su gran capacidad y menor necesidad de carga de batería.

#### **4.1.3. Generación 2.5**

La generación 2.5G ofrece características extendidas para ofrecer capacidades adicionales que los sistemas 2G tales como GPRS (General Packet Radio System), HSCSD (High Speed Circuit Switched Data), EDGE (Enhanced Data Rates for Global Evolution), IS-136B, IS-95B, entre otros. La tecnología 2.5G es más rápida y más económica para actualizarse a los sistemas de tercera generación.

#### **4.1.4. Tercera generación**

La 3G es tipificada por la convergencia de la voz y datos con acceso inalámbrico a Internet, aplicaciones multimedia y altas transmisiones de datos. Los protocolos empleados en los sistemas 3G soportan más altas velocidades de información enfocados para aplicaciones mas allá de la voz tales como audio (MP3), video en movimiento, video conferencia y acceso rápido a Internet, sólo por nombrar algunos.

Los sistemas 3G alcanzaran velocidades de hasta 384 Kbps permitiendo una movilidad total a usuarios viajando a 120 kilómetros por hora en ambientes exteriores y alcanzará una velocidad máxima de 2 Mbps permitiendo una movilidad limitada a usuarios caminando a menos de 10 kilómetros por hora en ambientes estacionarios de corto alcance o en interiores. Entre las tecnologías contendientes de la tercera generación se encuentran UMTS (Universal Mobile Telephone Service), cdma2000, IMT-2000, ARIB[3GPP], UWC-136, entre otras.

El impulso de los estándares de la 3G está siendo apoyado por la ITU (International Telecommunications Union) y a este esfuerzo se le conoce como IMT-2000 (International Mobile Telephone).

#### **4.1.5. Cuarta generación**

“La cuarta generación es un proyecto a largo plazo que será 50 veces más rápida en velocidad que la tercera generación. Se planean hacer pruebas de esta tecnología hasta el 2005 y se espera que se empiecen a comercializar la mayoría de los servicios hasta el 2010”<sup>3</sup>.

Ya se tienen establecidos la mayoría de los requisitos que debería cumplir:

- Alta tasa de transmisión: La tasa de transmisión de las futuras generaciones deberá alcanzar rangos de 2-600 Mbits/s dependiendo del sistema.
- Gran movilidad: Esta característica es de las más difíciles de llevar a cabo, especialmente en las tasas de transmisión que se requieren. No obstante será la base para los sistemas de transporte inteligentes (ITS), que operarán en su primera etapa en la banda de frecuencia de los 5.8 Gigahertz.
- Gran cobertura y simplicidad del “roaming” entre sistemas: Al tener altas tasas de transmisión el tamaño de las células se decrementa, para poder afrontar este problema se plantea el uso de sistemas de estaciones (HAPS, “high altitude platform station”) colocadas en aeronaves a 20 kms del suelo que retransmitan la señal. Además se contará con una gran variedad de sistemas,

---

<sup>3</sup> Evelio Martínez Publicado en la Revista RED.

como son redes LAN inalámbricas, ITS's, entre otros, que serán imprescindibles en el futuro, los cuales deberán convivir con las comunicaciones móviles. El primer paso para llevar a cabo esta compatibilidad, llamada "roaming" entre sistemas, es el soporte de redes IP.

- Alta capacidad y bajos costos: La capacidad por unidad área de la 4G deberá ser 10 veces mayor que la de su predecesora, además los costos deberán ser mucho más bajos para que estén al alcance de todos.
- Calidad de servicio y control sobre esta: Al usar los sistemas inalámbricos recursos limitados (ancho de banda, potencia), se requiere que los organismos estandarizadores controlen adecuadamente el mercado para evitar abusos.

Debido a la gran variedad de servicios que plantea la siguiente generación de comunicaciones móviles, hace necesario la existencia de varios tipos de sistemas enfocados a proporcionar un servicio en específico, de esta manera tenemos:

- Sistema de Acceso a las Comunicaciones Móviles Multimedia (MMAC): Este sistema está enfocado a proveer acceso a las redes inalámbricas de alta velocidad. El MMAC provee dos categorías de acceso a las redes inalámbricas. La primera de ellas que operará en interiores y exteriores proveerá tasas de transmisión superiores a los 30 Mbits/s en una frecuencia de 5.2 GigaHertz y empezará a funcionar a partir del 2001. La segunda proveerá tasas aún más altas en interiores (600 Mbits/s), en ondas milimétricas (60 GHz). Estos sistemas están limitados a una pequeña área de cobertura, y no son capaces

de proveer ningún servicio dentro de las comunicaciones móviles, su principal uso es el de crear el red dorsal donde se conectarán el resto de los sistemas.

- Sistemas de Transporte Inteligentes (“ITS”). Por medio de los ITS’s se espera resolver los problemas de accidentes y congestión en las grandes ciudades. Los ITS’s son considerados como el negocio más prometedor dentro de las telecomunicaciones en los próximos años, se estima un mercado potencial de superior a los 53 trillones de yenes. Los sistemas de telecomunicaciones relacionados con ITS’s se dividen en sistemas de comunicación vehículo base y comunicación entre vehículos.
- Sistemas de Estaciones en Plataformas de Alta Altitud (HAPS). Este tipo de sistema es muy atractivo para las comunicaciones multimedia, ya que puede soportar gran variedad de servicios, acceso altas tasas de transmisión, además de aumentar el área de cobertura.

Para poder llevar a cabo la implantación de los sistemas planteados en la próxima generación es necesario un desarrollo tecnológico impresionante en varias áreas de las telecomunicaciones.

- Modulación y transmisión de las señales: Los sistemas móviles que trabajan a altas frecuencias sufren mucho de interferencia, por lo que son necesarios esquemas de modulación y demodulación que resuelvan estos problemas. Esquemas de modulación multiportadora, incluyendo a OFDM (“orthogonal frequency-division multiplex”) son los candidatos. Otro problema que se tiene en

estos sistemas es bajo valor de la razón señal a ruido requerido. Para ello es necesario implantar códigos de detección y corrección de errores.

- Propagación: La propagación de las señales se llevará a cabo a través de sistemas de microondas y ondas milimétricas, los cuales tienen grandes problemas ocasionados por el medio ambiente.
- Desarrollo de Software: Para poder llevar a cabo la integración de los diversos sistemas es necesario el desarrollo de estándares dentro de la industria del software, además si consideramos la gran importancia que tiene el procesamiento digital de las señales para adecuarlas al medio de transmisión y para poder recibirlas adecuadamente, es claro que disponer de mejores algoritmos y aplicaciones será básico dentro del nuevo mercado.
- Antenas inteligentes: Las nuevas antenas deberán ser capaces de suprimir las señales no deseadas, autoajustar la ganancia, e incorporar algoritmos de procesamiento de señales. Y todo esto dentro de tamaños de unos centímetros.
- Transmisiones sobre fibra: Este tipo de transmisión es muy importante dentro de los ITS's
- Arquitectura de las redes y protocolos: El principal reto de las redes de datos es el establecer interacción con los sistemas de comunicación inalámbricos a través de pila de protocolos como IP, conmutación por paquetes, Calidad de servicios, y escalabilidad.
- Dispositivos: Se requiere el desarrollo de elementos que trabajen en altas frecuencias, que representan un reto para la electrónica actual.

## **4.2. CODE DIVISIÓN MULTIPLE ACCESS (CDMA)**

Es radicalmente un nuevo concepto en comunicaciones sin hilos. Ha ganado la aceptación internacional extensa por los operadores de sistema de radio celulares como mejora que aumentará dramáticamente su capacidad del sistema y la calidad del servicio.

CDMA emplea una técnica de modulación para separar el espectro, según la cual una amplia gama de la frecuencia se utiliza para la transmisión y la señal de baja potencia del sistema se separa a través de frecuencia de banda ancha. Asimismo ofrece mayor capacidad que los otros estándares digitales (celulares 10 a 15 veces mayor que analógicos), voz relativamente de alta calidad y un alto nivel de aislamiento.

Fue propuesto teóricamente en los últimos años 40, pero el uso práctico en el mercado civil no ocurrió hasta 40 años más tarde. Los usos comerciales llegaron a ser posibles debido a dos progresos evolutivos. Uno era la disponibilidad del costo muy bajo, los circuitos integrados digitales de alta densidad, que reducen el tamaño, el peso, y el coste de las estaciones del suscriptor a un nivel aceptable bajo. La otra era la realización que la comunicación múltiple óptima del acceso requiere que todas las estaciones del usuario regulen sus energías del transmisor al más bajo que alcanzará calidad adecuada de la señal.

CDMA cambia la naturaleza de la estación del suscriptor de un dispositivo predominantemente análogo a un dispositivo predominantemente digital. Los receptores de radio pasados de moda separan estaciones o los canales filtrándose en el dominio de la frecuencia. Los receptores de CDMA no eliminan el análogo que procesa enteramente, sino que separan los canales de comunicaciones por medio de una modulación pseudo-random que se aplique y se quite en el dominio digital, no en base de frecuencia. Los usuarios múltiples ocupan la misma banda de frecuencia. Esta reutilización universal de la frecuencia no es fortuita. En el contrario, es crucial a la eficacia espectral muy alta que es el sello de CDMA.

#### **4.2.1. Ventajas fundamentales**

- Mejora del tráfico telefónico.
- Mejora de la calidad de la transmisión de voz y eliminación de los efectos audibles del “fading” (atenuación) multitrayecto.
- Reducción del número de lugares necesarios para soportar cualquier nivel de tráfico telefónico.
- Simplificación de la selección de lugares.
- Disminución de las necesidades en despliegue y costes de funcionamiento debido a que se necesitan muy pocas ubicaciones de células.
- Disminución de la potencia media transmitida.
- Reducción de la interferencia con otros sistemas electrónicos.

### **4.3. WIDEBAND CDMA (WCDMA)**

El CDMA de banda ancha (W-CDMA) es el sistema que elige la mayoría de los operadores capaces de lograr espectro nuevo. Se ha diseñado para permitir el handover<sup>4</sup> a GSM, pero es en otros aspectos totalmente diferente. Las redes GSM no se pueden actualizar a W-CDMA, aunque algunos componentes, como el GPRS backbone, se pueden reutilizar.

La designación de banda ancha se refiere al canal de banda ancha de 5 MHz. Este es cuatro veces el de cdmaOne y 25 veces el del GSM. Se eligió un ancho de banda más grande para permitir velocidades de datos más altas, aunque sólo en áreas despobladas con recepción muy clara. Al contrario que cdmaOne, que envía automáticamente información 64 veces, W-CDMA ajusta la ganancia dependiendo de la fuerza de la señal. Cada bit se envía entre 4 y 128 veces, lo que significa que hay un ancho de banda mayor disponible para las áreas con una señal más fuerte.

La otra gran diferencia entre W-CDMA y cdmaOne es la necesidad de sincronización. W-CDMA fue diseñado para operar sin señales de reloj GPS y por eso necesita una técnica de codificación ligeramente distinta, llamada códigos Gold. Combinada con la misma modulación QPSK que cdmaOne, estos códigos

---

<sup>4</sup> Uno de los rasgos más importantes de las redes móviles es la posibilidad de que un usuario se mueva de una celda a otra mientras se produce la llamada.

dan velocidad de datos máxima de alrededor de 4 Mbps por canal por celda, superando los requisitos de IMT-2000.

Cada canal es reutilizado por cada celda, aumentando la eficacia de espectro comparado con los sistemas TDMA y permitiendo handovers suaves. Pero los handovers a GSM son aun duros, pues el GSM no permite un handover suave.

#### **4.4. TELÉFONO CELULAR**



**Figura 7. Teléfonos celulares**

Desde sus inicios a finales de los 70 ha revolucionado enormemente las actividades que realizamos diariamente. Los teléfonos celulares se han convertido en una herramienta primordial para la gente común y de negocios; las hace sentir más seguras y más productivas.

A pesar de que la telefonía celular fue concebida estrictamente para la voz, la tecnología celular de hoy es capaz de brindar otro tipo de servicios, como datos, audio y video con algunas limitaciones.

#### 4.4.1. Como funcionan

La gran idea del sistema celular es la división de la ciudad en pequeñas células o celdas. Esta idea permite la re-utilización de frecuencias a través de la ciudad, con lo que miles de personas pueden usar los teléfonos al mismo tiempo. En un sistema típico de telefonía análoga de los Estados Unidos, la compañía recibe alrededor de 800 frecuencias para usar en cada ciudad. La compañía divide la ciudad en celdas. Cada celda generalmente tiene un tamaño de 26 kilómetros cuadrados. Las celdas son normalmente diseñadas como hexágonos (figuras de seis lados), en una gran rejilla de hexágonos.

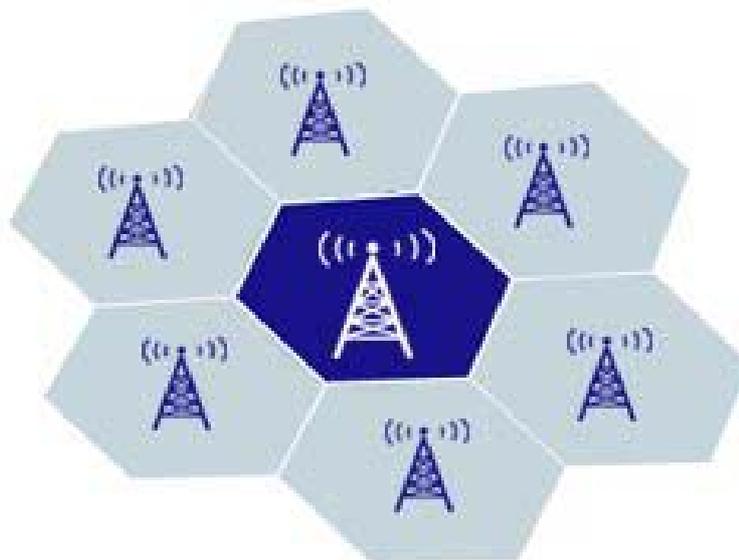


Figura 8. Celdas del sistema celular

Cada celda tiene una estación base que consiste de una torre y un pequeño edificio que contiene el equipo de radio.

Cada celda en un sistema análogo utiliza un séptimo de los canales de voz disponibles. Eso es, una celda, más las seis celdas que la rodean en un arreglo hexagonal, cada una utilizando un séptimo de los canales disponibles para que cada celda tenga un grupo único de frecuencias y no haya colisiones:

- Un proveedor de servicio celular típicamente recibe 832 radio frecuencias para utilizar en una ciudad.
- Cada teléfono celular utiliza dos frecuencias por llamada, por lo que típicamente hay 395 canales de voz por portador de señal. (Las 42 frecuencias restantes son utilizadas como canales de control).
- Por lo tanto, cada celda tiene alrededor de 56 canales de voz disponibles.

En otras palabras, en cualquier celda, pueden hablar 56 personas en sus teléfonos celulares al mismo tiempo. Con la transmisión digital, el número de canales disponibles aumenta. Por ejemplo el sistema digital TDMA puede acarrear el triple de llamadas en cada celda, alrededor de 168 canales disponibles simultáneamente.

Los teléfonos celulares tienen adentro transmisores de bajo poder. Muchos teléfonos celulares tienen dos intensidades de señal: 0.6 watts y 3.0 watts (en comparación, la mayoría de los radios de banda civil transmiten a 4 watts.) La

estación central también transmite a bajo poder. Los transmisores de bajo poder tienen dos ventajas:

- Las transmisiones de la base central y de los teléfonos en la misma celda no salen de ésta. Por lo tanto, cada celda puede re-utilizar las mismas 56 frecuencias a través de la ciudad.
- El consumo de energía del teléfono celular, que generalmente funciona con baterías, es relativamente bajo. Una baja energía significa baterías más pequeñas, lo cual hace posibles los teléfonos celulares.

La tecnología celular requiere un gran número de bases o estaciones en una ciudad de cualquier tamaño. Una ciudad grande puede llegar a tener cientos de torres. Cada ciudad necesita tener una oficina central la cual maneja todas las conexiones telefónicas a teléfonos convencionales, y controla todas las estaciones de la región.

#### **4.4.2. Tecnologías de acceso**

En la actualidad existen tres tecnologías comúnmente usadas para transmitir información en las redes:

- **Acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA, por sus siglas en inglés)**  
La tecnología FDMA separa el espectro en distintos canales de voz, al separar el ancho de banda en pedazos (frecuencias) uniformes. La tecnología FDMA es mayormente utilizada para la transmisión analógica. Esta tecnología no es

recomendada para transmisiones digitales, aun cuando es capaz de llevar información digital.

➤ **Acceso múltiple por división de tiempo (TDMA, por sus siglas en inglés)** La tecnología TDMA comprime las conversaciones (digitales), y las envía cada una utilizando la señal de radio por un tercio de tiempo solamente. La compresión de la señal de voz es posible debido a que la información digital puede ser reducida de tamaño por ser información binaria (unos y ceros). Debido a esta compresión, la tecnología TDMA tiene tres veces la capacidad de un sistema analógico que utilice el mismo número de canales.

➤ **Acceso múltiple por división de código (CDMA, por sus siglas en inglés)**  
La **tecnología CDMA** es muy diferente a la tecnología TDMA. La CDMA, después de digitalizar la información, la transmite a través de todo el ancho de banda disponible. Varias llamadas son sobrepuestas en el canal, y cada una tiene un código de secuencia único. Usando la tecnología CDMA, es posible comprimir entre 8 y 10 llamadas digitales para que estas ocupen el mismo espacio que ocuparía una llamada en el sistema analógico.

En teoría, las tecnologías TDMA y CDMA deben de ser transparentes entre sí (no deben interferirse o degradar la calidad), sin embargo en la práctica se presentan algunos problemas menores, como diferencias en el volumen y calidad, entre ambas tecnologías

#### **4.5. UMTS STANDARD (Universal Mobile Telecommunications System)**

El estándar UMTS nace gracias al impulso de la ITU (Internacional Telecommunications Union) y la Comisión Europea para unificar los distintos sistemas de telefonía móvil empleados en todo el mundo. Se le denomina sistema de tercera generación porque mejora las funcionalidades de los sistemas actuales, ofreciendo mayor ancho de banda de transmisión de datos, capacidades multimedia, etcétera. Es previsible además que introduzca un nuevo modo de tarificación, basado en tarifas mensuales fijas o en el volumen de datos transmitidos, en lugar de en el tiempo de conexión.

Hasta la implantación del estándar digital GSM (Global System for Mobile Communications) –de segunda generación–, las comunicaciones celulares se realizaban a través de sistemas analógicos, susceptibles de sufrir continuas interferencias. De hecho, en Estados Unidos sigue predominando el sistema analógico AMPS (Advanced Mobile Phone System), aunque conviva ya con otros digitales.

En la actualidad hay más de 339 redes GSM en todo el mundo, operando en bandas de frecuencia diferentes, lo que las convierte en incompatibles. El sistema GSM sirve a más de 165 millones de usuarios, repartidos en 133 países.

Sin embargo, la necesidad de crear un estándar que funcionase a nivel mundial, la falta de capacidad del GSM ante el crecimiento del número de usuarios, y las

posibilidades de los últimos desarrollos tecnológicos en materia de transmisión de datos, impulsaron a la ETSI (Instituto Europeo de Estándares de Telecomunicaciones) a desarrollar un sistema que unificara todos los existentes. Esta organización, presente en 58 países y formada por gobiernos, empresas de telecomunicaciones, etcétera, desarrolló el UMTS.

#### **4.5.1. Cómo funciona**

Este sistema se basa en un uso combinado de componentes terrestres y de satélites. Dado que las frecuencias de transmisión son limitadas, es imposible asignar una diferente a cada operadora o a cada país.

El UMTS emplea el Acceso Múltiple de División de Código (CDMA, Code Division Multiple Access), una tecnología digital que distribuye las llamadas según su código entre las distintas frecuencias. Es una técnica inventada durante la Segunda Guerra Mundial para evitar la interceptación de llamadas. La comunicación se divide en paquetes de información, que viajan mezclados por la red. Al llegar a la torre de distribución, el análisis del código que 'marca' los paquetes permite reunir los datos de cada llamada.

La división en paquetes hace posible además otra de las grandes ventajas del UMTS: la tarificación de las llamadas por el volumen de tráfico, en lugar de por el tiempo de conexión. Este esquema de pago ya funciona con el sistema GPRS, una evolución de GSM, a medio camino entre éste y el UMTS.

#### 4.5.2. Ventajas con respecto al GSM

UMTS	GSM
Operará en frecuencias estándar unificadas	Frente a las tres bandas del GSM
Alcanza tasas de transferencia de hasta 2 Mbps.	Velocidad máxima de transmisión de datos es de 9.800 bps.
Con la velocidad de transmisión del UMTS será posible una conexión a Internet como la que se realiza a través del PC pero a mucha mayor velocidad. Además, el UMTS permitirá realizar videoconferencias y otras aplicaciones multimedia (escuchar canciones a través de la red, ver vídeos).	Sólo es posible transmitir voz y datos 'ligeros'. El acceso a Internet debe realizarse mediante el protocolo WAP, que sólo permite descargar pequeñas cantidades de datos en el terminal telefónico.

**Tabla 3. UMTS VS GSM**

Está previsto que el desarrollo del UMTS se lleve a cabo en distintas fases. Tras la concesión de licencias que se está realizando paulatinamente en todo el mundo, las compañías operadoras tendrán que desarrollar las redes, mientras los

fabricantes lanzan al mercado terminales capaces de aprovechar las funcionalidades del nuevo sistema.

Esta organización ha previsto que en 2010 habrá 2 billones de usuarios en todo el mundo, todos ellos operando con un sistema común y compatible.

#### **4.6. PROTOCOLO INALÁMBRICO DE APLICACIONES (WAP)**

El Protocolo de Aplicaciones Inalámbricas surge como la combinación de dos tecnologías de amplio crecimiento y difusión durante los últimos años:

Las Comunicaciones Inalámbricas e Internet. Mas allá de la posibilidad de acceder a los servicios de información contenidos en Internet, el protocolo pretende proveer de servicios avanzados adicionales como, por ejemplo, el desvío de llamadas inteligente, en el cual se proporcione una interfaz al usuario en el cual se le pregunte la acción que desea realizar: aceptar la llamada, desviarla a otra persona, desviarla a un buzón vocal, etc.

Para ello, se parte de una arquitectura basada en la arquitectura definida para el World Wide Web (WWW), pero adaptada a los nuevos requisitos del sistema.

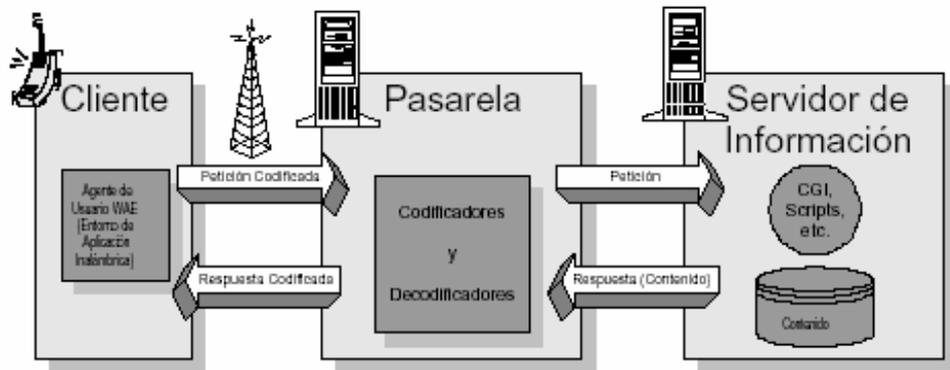


Figura 9. Modelo de funcionamiento de la WAP

De esta forma, en el terminal inalámbrico existiría un “micro navegador<sup>5</sup>” encargado de la coordinación con la pasarela, a la cual la realiza peticiones de información que son adecuadamente tratadas y redirigidas al servidor de información adecuado. Una vez procesada la petición de información en el servidor, se envía esta información a la pasarela que de nuevo procesa adecuadamente para enviarlo al terminal inalámbrico.

Para conseguir consistencia en la comunicación entre el terminal móvil y los servidores de red que proporcionan la información, WAP define un conjunto de componentes estándar:

- Un modelo de nombres estándar. Se utilizan las URIs definidas en WWW para identificar los recursos locales del dispositivo (tales como funciones de control

<sup>5</sup> Se pretende que este micro navegador actúe de interfaz con el usuario de la misma forma que lo hacen los navegadores estándar.

de llamada) y las URLs (también definidas en el WWW) para identificar el contenido WAP en los servidores de información.

- Un formato de contenido estándar, basado en la tecnología WWW.
- Unos protocolos de comunicación estándares, que permitan la comunicación del micro navegador del terminal móvil con el servidor Web en red.

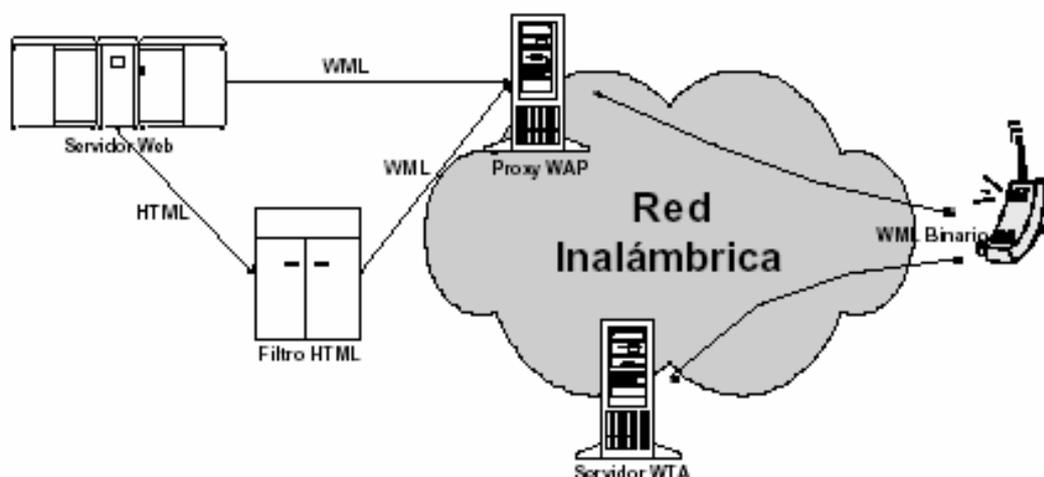


Figura 10. Ejemplo de una Red WAP

#### 4.6.1. Arquitectura WAP

La arquitectura WAP está pensada para proporcionar un “entorno escalable y extensible para el desarrollo de aplicaciones para dispositivos de comunicación móvil”. Para ello, se define una estructura en capas, en la cual cada capa es accesible por la capa superior así como por otros servicios y aplicaciones a través de un conjunto de interfaces muy bien definidos y especificados.

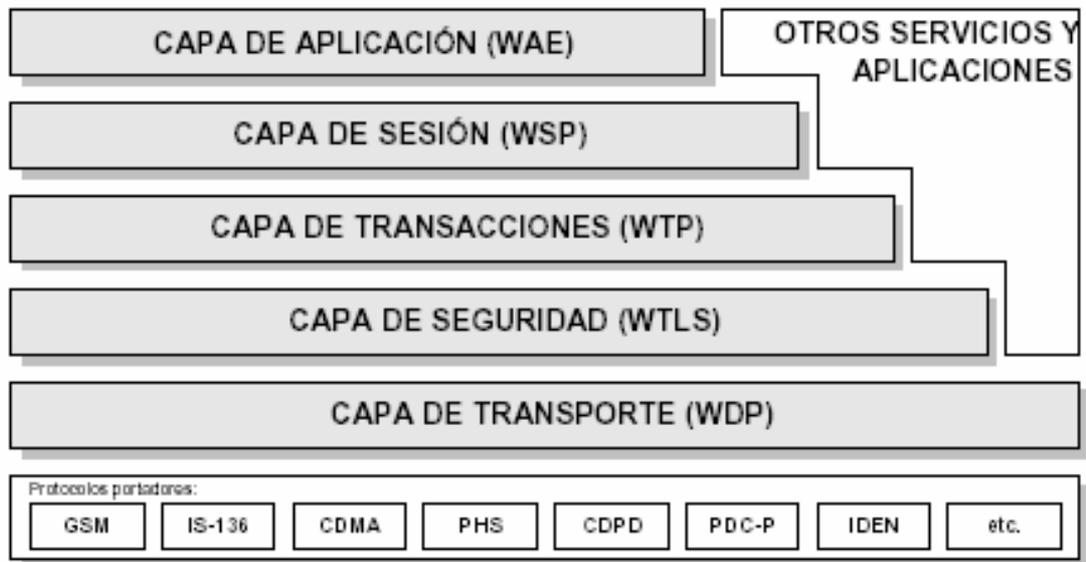


Figura 11. Arquitectura WAP

**Capa de aplicación (WAE):** El Entorno Inalámbrico de Aplicación (WAE) es un entorno de aplicación de propósito general basado en la combinación del World Wide Web y tecnologías de Comunicaciones Móviles.

Este entorno incluye un micro navegador, del cual ya hemos hablado anteriormente, que posee las siguientes funcionalidades:

- Un lenguaje denominado WML similar al HTML, pero optimizado para su uso en terminales móviles.
- Un lenguaje denominado WMLScript, similar al JavaScript (esto es, un lenguaje para su uso en forma de Script).
- Un conjunto de formatos de contenido, que son un conjunto de formatos de datos bien definidos entre los que se encuentran imágenes, entradas en la agenda de teléfonos e información de calendario.

**Capa de sesión (WSP):** El Protocolo Inalámbrico de Sesión (WSP) proporciona a la Capa de Aplicación de WAP interfaz con dos servicios de sesión: Un servicio orientado a conexión que funciona por encima de la Capa de Transacciones y un servicio no orientado a conexión que funciona por encima de la Capa de Transporte (y que proporciona servicio de datagramas seguro o servicio de datagramas no seguro).

Actualmente, esta capa consiste en servicios adaptados a aplicaciones basadas en la navegación Web, proporcionando las siguientes funcionalidades:

- Semántica y funcionalidades del http/1.1 en una codificación compacta.
- Negociación de las características del Protocolo.
- Suspensión de la Sesión y reanudación de la misma con cambio de sesión.

**Capa de transacciones (WTP):** El Protocolo Inalámbrico de Transacción (WTP) funciona por encima de un servicio de datagramas, tanto seguros como no seguros, proporcionando las siguientes funcionalidades:

- Tres clases de servicio de transacciones:
  - Peticiones inseguras de un solo camino.
  - Peticiones seguras de un solo camino.
  - Transacciones seguras de dos caminos (petición – respuesta).
- Seguridad usuario-a-usuario opcional.
- Transacciones asíncronas.

**Capa de seguridad (WTLS):** La Capa Inalámbrica de Seguridad de Transporte (WTLS) es un protocolo basado en el estándar SSL, utilizado en el entorno Web para la proporción de seguridad en la realización de transferencias de datos. Este protocolo ha sido especialmente diseñado para los protocolos de transporte de WAP y optimizado para ser utilizado en canales de comunicación de banda estrecha. Para este protocolo se han definido las siguientes características:

- Integridad de los datos. Este protocolo asegura que los datos intercambiados entre el terminal y un servidor de aplicaciones no ha sido modificada y no es información corrupta.
- Privacidad de los datos. Este protocolo asegura que la información intercambiada entre el terminal y un servidor de aplicaciones no puede ser entendida por terceras partes que puedan interceptar el flujo de datos.
- Autenticación. Este protocolo contiene servicios para establecer la autenticidad del terminal y del servidor de aplicaciones.

Adicionalmente, el WTLS puede ser utilizado para la realización de comunicación segura entre terminales, por ejemplo en el caso de operaciones de comercio electrónico entre terminales móviles.

**Capa de transporte (WDP):** El Protocolo Inalámbrico de Datagramas (WDP) proporciona un servicio fiable a los protocolos de las capas superiores de WAP y permite la comunicación de forma transparente sobre los protocolos portadores válidos.

Debido a que este protocolo proporciona un interfaz común a los protocolos de las capas superiores, las capas de Seguridad, Sesión y Aplicación pueden trabajar independientemente de la red inalámbrica que dé soporte al sistema.

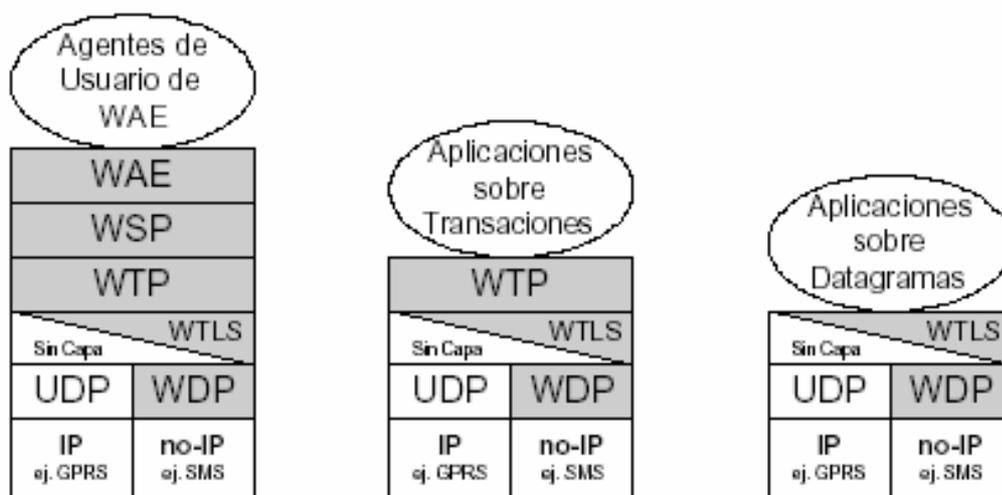


Figura 12. Ejemplos de capas en WAP

#### 4.7. Redes AD HOC

Una red móvil ad-hoc es una colección de nodos móviles autónomos que se comunican entre sí mediante enlaces wireless, donde no existe una infraestructura de red fija y la administración se realiza de forma descentralizada. En este nuevo entorno, los nodos participan en la toma de decisiones, realizando las funciones propias del mantenimiento de la red y tomando parte en los algoritmos de encaminamiento.

#### 4.8. NORMAS IEEE 802.11

En 1997 el IEEE adoptó IEEE Std. 802.11-1997, el primer LAN inalámbrico (WLAN) estándar. Este estándar define el control de acceso de medios de comunicación (MAC) y físico. Esto dirige la interconexión de área local donde los dispositivos unidos (conectados) se comunican sobre el aire a otros dispositivos que son dentro de la proximidad cercana el uno al otro. Proporcionaremos una descripción de la 802.11 arquitectura y la topología diferente incorporada, las características únicas del IEEE 802.11 estándar de LAN inalámbrico.

<b>IEEE 802.11</b>	Especificaciones para 1-2 Mbps en la banda de los 2.4 GHz. usando salto de frecuencias (FHSS) o secuencia directa (DSSS).
<b>IEEE 802.11b</b>	Extensión de 802.11 para proporcionar 11 Mbps usando DSSS.
<b>Wi-Fi</b>	Termino registrado promulgado por la WECA para certificar productos IEEE 802.11b capaces de interoperar con los de otros fabricantes.
<b>IEEE 802.11a</b>	Extensión de 802.11 para proporcionar 54 Mbps usando OFDM.
<b>IEEE 802.11g</b>	Extensión de 802.11 para proporcionar 20-54 Mbps usando DSSS y OFDM. Es compatible hacia atrás con 802.11b. Tiene mayor alcance y menor consumo de potencia que 802.11a.

Tabla 4. Terminología

Existen más redes inalámbricas que las recomendadas por el estándar IEEE 802.11 b<sup>6</sup>, por ejemplo las Bluetooth.

	<b>IEEE 802.11b</b>	<b>Bluetooth</b>
<b>Velocidad</b>	11 Mbps	3 a 400 Kbps
<b>Ámbito</b>	Redes empresariales	Redes personales
<b>Alcance</b>	100 metros	100 metros
<b>Soporte</b>	Cisco, Lucent, 3Com, Consortio WECA	Bluetooth Special Interest Group, Ericsson, Motorola, Nokia
<b>URL</b>	<a href="http://www.wirelessethernet.com">www.wirelessethernet.com</a>	<a href="http://www.bluetooth.com">www.bluetooth.com</a>

**Tabla 5. Comparación entre IEEE 802.11b y Bluetooth**

#### **4.8.1. Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance (CSMA/CA)**

El método de acceso fundamental de 802.11 es el Sentido de Portador Múltiple Acceso con la Anulación de Colisión o CSMA/CA. Esto quiere decir que una estación que desea transmitir debe en primer sentido explorar la red para determinar si otra estación transmite. Si el medio no está ocupado, la transmisión puede continuar.

---

<sup>6</sup> Actualmente se están popularizando una variedad de red inalámbrica especialmente adecuadas para muy pequeños entornos de trabajo. Se trata de las redes de área personal, PAN (Personal Area Network), que se extiende en un entorno de pocos metros, útiles para comunicación de PC, teléfono móvil u otros dispositivos periféricos.

El protocolo CSMA/CA evita colisiones entre estaciones que comparten el medio por utilizando un tiempo arbitrario backoff si el mecanismo de sentir físico o lógico de la estación indica un medio ocupado. El período de tiempo inmediatamente después de un medio ocupado es la probabilidad más alta de ocurrir de colisiones, sobre todo en la alta utilización.

El esquema CSMA/CA pone en práctica un hueco de tiempo mínimo entre marcos de un usuario dado. Una vez que un marco ha sido enviado de una estación de transmisión dada, aquella estación debe esperar hasta que el hueco de tiempo aumente para tratar de transmitir otra vez. Una vez que el tiempo ha pasado, la estación selecciona una cantidad de tiempo arbitraria (el intervalo backoff) para esperar antes "de la audiencia" otra vez para verificar un canal claro para transmitir. Si el canal está todavía ocupado, otro intervalo backoff es seleccionado que es menos que el primero. Este proceso es repetido hasta que permitan al cero de accesos de tiempo que espera y la estación para transmitir. Este tipo de múltiple acceso asegura el canal juicioso que comparte evitando colisiones.

Problemas de CSMA/CA:

- Nodos ocultos: Una estación cree que el canal esta libre, pero en realidad esta ocupado por otro nodo al que no oye.
- Nodos expuestos: Una estación cree que el canal esta ocupado, pero en realidad esta libre pues el nodo al que oye no le interferiría.

#### 4.8.2. Multi Access Collision Avoidance (MACA)

- Antes de transmitir el emisor envía una trama RTS (RequestToSend), indicando la longitud de datos que quiere enviar.
- El receptor le contesta con una trama CTS (ClearToSend), repitiendo la longitud.
- Al recibir el CTS, el emisor envía sus datos.

Reglas para evitar los nodos ocultos y expuestos:

- Al ver un RTS, hay que esperar un tiempo por el CTS.
- Al ver un CTS, hay que esperar según la longitud.

802.11: MACA con CSMA/CA para enviar los RTS.

#### 4.9. WIRELESS LAN

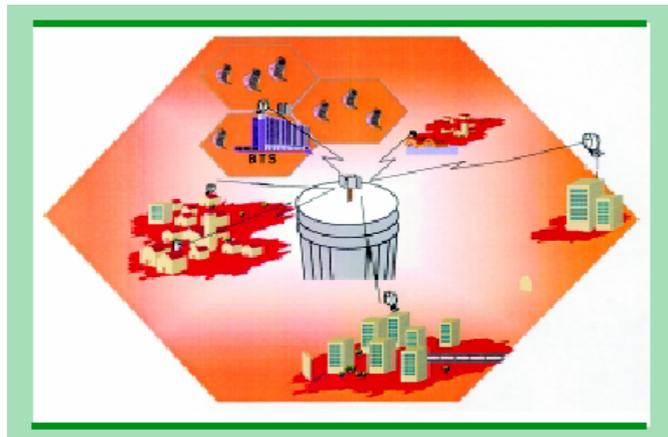


Figura 13. Red Wireless LAN

Una red de área local por radio frecuencia o WLAN (Wireless LAN) puede definirse como una red local que utiliza tecnología de radiofrecuencia para enlazar los equipos conectados a la red, en lugar de los cables coaxiales o de fibra óptica que se utilizan en las LAN convencionales cableadas, y que proporciona conectividad inalámbrica de igual a igual (*peer to peer*), dentro de un edificio, de una pequeña área residencial/urbana o de un campus universitario.

Las WLAN se encuadran dentro de los estándares desarrollados por el IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos) para redes locales inalámbricas. Otro aspecto a destacar es la integración de las WLAN en entornos de redes móviles de 3G (UMTS) para cubrir las zonas de alta concentración de usuarios (los denominados hot spots), como solución de acceso público a la red de comunicaciones móviles.

Como todos los estándares 802 para redes locales del IEEE, en el caso de las WLAN, también se centran en los dos niveles inferiores del modelo OSI, el físico y el de enlace, por lo que es posible correr por encima cualquier protocolo (TCP/IP o cualquier otro) o aplicación, soportando los sistemas operativos de red habituales, lo que supone una gran ventaja para los usuarios que pueden seguir utilizando sus aplicaciones habituales, con independencia del medio empleado, sea por red de cable o por radio.

Las WLAN tienen su campo de aplicación específico, igual que Bluetooth, y ambas tecnologías pueden coexistir en un mismo entorno sin interferirse gracias a los métodos de salto de frecuencia que emplean, Sus aplicaciones van en aumento.

Las redes WLAN se componen fundamentalmente de dos tipos de elementos, los puntos de acceso y los dispositivos de cliente. Los puntos de acceso actúan como un concentrador o hub que reciben y envían información vía radio a los dispositivos de clientes, que pueden ser de cualquier tipo, habitualmente, un PC o PDA con una tarjeta de red inalámbrica, con o sin antena, que se instala en uno de los slots libres o bien se enlazan a los puertos USB de los equipos.

#### **4.9.1. Configuraciones**

**Red peer-to-peer:** Instalando un Punto de Acceso (APs) se puede doblar el rango al cuál los dispositivos pueden comunicarse, pues actúan como repetidores. Desde que el punto de acceso se conecta a la red cableada cualquier cliente tiene acceso a los recursos del servidor y además actúan como mediadores en el tráfico de la red en la vecindad más inmediata. 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 con entre 15 y 50 dispositivos cliente en un solo punto de acceso.

**Cliente y punto de acceso:** Los puntos de acceso tienen un rango finito, del orden de 150m en lugares cerrados y 300m en zonas abiertas. En zonas grandes como por ejemplo un campus universitario o un edificio es probablemente

necesario más de un punto de acceso. La meta es cubrir el área con células que solapen sus áreas de modo que los clientes puedan moverse sin cortes entre un grupo de puntos de acceso. Esto es llamado "roaming".

**Múltiples puntos de acceso y "roaming":** Para resolver problemas particulares de topología, el diseñador de la red puede elegir usar un Punto de Extensión (EPs) para aumentar el número de puntos de acceso a la red, de modo que funcionan como tales pero no están enganchados a la red cableada como los puntos de acceso. Los puntos de extensión funcionan como su nombre indica: extienden el rango 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 modo que se construye un "puente" entre ambos.

**Uso de un punto de extensión:** Uno de los últimos componentes a considerar en el equipo de una WLAN es la antena direccional. Por ejemplo: se quiere una Lan sin cable a otro edificio a 1Km de distancia. Una solución puede ser instalar 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. Igualmente en el segundo edificio se conecta un punto de acceso, lo cuál permite una conexión sin cable en esta aplicación.

#### **4.9.2. Ventajas y desventajas**

La principal ventaja de este tipo de redes (WLAN), que no necesitan licencia para su instalación, es la libertad de movimientos que permite a sus usuarios, ya que la posibilidad de conexión sin hilos entre diferentes dispositivos elimina la necesidad de compartir un espacio físico común y soluciona las necesidades de los usuarios que requieren tener disponible la información en todos los lugares por donde puedan estar trabajando. Además, a esto se añade la ventaja de que son mucho más sencillas de instalar que las redes de cable y permiten la fácil reubicación de los terminales en caso necesario.

También, presentan alguna desventaja, o más bien inconveniente, que es el hecho de la "baja" velocidad que alcanzan, por lo que su éxito comercial es más bien escaso y, hasta que los nuevos estándares no permitan un incremento significativo, no es de prever su uso masivo, ya que por ahora no pueden competir con las LAN basadas en cable.

El uso más popular de las WLAN implica la utilización de tarjetas de red inalámbricas, cuya función es permitir al usuario conectarse a la LAN empresarial sin la necesidad de una interfaz física.

### 4.9.3. Comparación entre las tecnologías WLANs

Característica	802.11	802.11b	802.11a	HiperLAN2
Espectro	2.4 GHz	2.4 GHz	5 GHz	5 GHz
Máxima tasa de transmisión	2 Mbps	11 Mbps	54 Mbps	54 Mbps
Conexión	No-orientado a conexión	No-orientado a conexión	No-orientado a conexión	orientado a conexión
Encriptación	RC4 de 40 bits	RC4 de 40 bits	RC4 de 40 bits	DES, 3DES
Multicast	Si	Si	Si	Si
Soporte de redes fijas	Ethernet	Ethernet	Ethernet	Ethernet, IP, ATM, UMTS, FireWire, PPP
Selección de frecuencias	FHSS o DSSS	DSSS	portadora única	portadora única con selección dinámica de frecuencias

Tabla 6. Comparación entre las tecnologías WLANs

## **4.10. OTRAS APLICACIONES**

### **4.10.1. Wireless Local Loop (WLL)**

Wireless Local Loop es un sistema en el cual la central de comunicaciones local y los suscriptores, se conectan usando la tecnología de radio bases en lugar de hacerlo a través de cables. Los servicios de acceso de WLL generalmente están basados en tipos diferentes de tecnologías: análogas o digitales, LMDS, o distintos sistemas desarrollados para aumentar las capacidades de la telefonía inalámbrica.

El sistema WLL fijo tiene cuatro usos potenciales: para llevar los servicios de telefonía a las áreas desatendidas en el mundo; para proveer de servicios avanzados a las áreas de negocios; para reemplazar los sistemas cableados en las zonas comerciales y residenciales; y como una alternativa de tecnología de bucle local para mercados nuevos o liberalizados. De manera que WLL ofrece las ventajas de una instalación y configuración rápida, lo cual elimina los altos costos asociados al tendido de cables. La tecnología WLL es particularmente atractiva en lugares donde la topología del terreno hace que la instalación de cables sea problemática. WLL también puede satisfacer la necesidad de expandir el número de usuarios conectados a la red, rápidamente.

El término Wireless Local Loop, también es usado para referirse a sistemas móviles de bajo poder. Semejantes sistemas están típicamente basados en microteléfonos de uso dual que pueden ser operados a través de estaciones bases de la red de la oficina o del hogar para uso de telefonía inalámbrica y a

través de la red pública cuando los usuarios están fuera del alcance de la estación base matriz. La movilidad de tales sistemas tiende a ser limitada ya que las celdas son más pequeñas y están restringidas a un área geográfica específica. Ejemplo de este tipo de sistemas, son el Personal Access Communications System (PACS) y Personal Wireless Telecommunications (PWT), ambos implementados en los Estados Unidos de Norteamérica; Digital Enhanced Cordless Telephone (DECT), intensamente utilizado en Europa; Cordless Telephony Generation 2 (CT2) y CT2Plus, usados en Singapur, Hong Kong, Canadá y algunos países europeos; y el Personal Handyphone System (PHS), usado principalmente en Japón.

#### **4.10.1.1. Tecnologías disponibles**

WLL puede ser puesto en ejecución a través de cinco categorías de tecnologías inalámbricas:

**Digital celular:** Estos sistemas, que han visto un crecimiento bastante rápido, desplazarán a los analógicos en muy poco tiempo.

Se espera que el sistema celular digital desempeñe un papel importante en proporcionar WLL, ya que pueden soportar mayor cantidad de suscriptores que los sistemas analógicos, y también ofrecen funciones que satisfacen mejor la necesidad de emular las capacidades de las redes cableadas avanzadas. Su desventaja es que no es tan escalable como celular analógico.

Aunque el GSM domina actualmente el mercado celular digital móvil (domina el mercado celular digital con 71% de suscriptores y está concentrado en Europa), poco se ha hecho para usarlo como plataforma WLL. Puesto que la configuración de GSM fue diseñada para manejar roaming internacional, lleva implícito una gran cantidad de gastos indirectos que lo hacen poco manejable y costoso para aplicaciones WLL.

**Celular analógico:** El celular analógico posee una amplia disponibilidad, resultado de su participación en mercados de la alta movilidad. Actualmente existen tres tipos principales de sistemas analógicos celulares:

AMPS, sistema de telefonía móvil avanzada.

NMT, telefonía móvil (para los países) nórdicos.

TACS, sistemas de comunicaciones del acceso total.

Los tres tienen su nicho de participación en el mercado. Como plataforma WLL, el sistema celular analógico tiene algunas limitaciones con respecto a capacidad y funciones. Debido a su extenso despliegue, se espera que los sistemas celulares analógicos sean una plataforma sin hilos importante para WLL, por lo menos en corto plazo.

**Servicios de Comunicaciones personales (PCS):** Su propósito es ofrecer a baja movilidad, servicios inalámbricos usando antenas de baja potencia y microteléfonos ligeros y baratos. PCS es un sistema de comunicaciones para

ciudad, con rango menor que el celular. Tiene una amplia gama de servicios de telecomunicaciones individualizados que dejan a la gente o los dispositivos comunicarse sin importar dónde se encuentren.

No está claro qué estándar dominará la opción WLL en PCS. Los candidatos son CMDA, TDMA, GSM, sistemas de comunicación personales del acceso (PACS), omnipoint CDMA, upbanded CDMA, el sistema japonés PHS, y el teléfono sin hilos digital (DCT-U, en Estados Unidos). Estos estándares serán utilizados probablemente en combinación para proporcionar WLL y servicios de la radio de la alta movilidad.

**Telefonía sin cables de segunda generación (CT-2):** La telefonía sin hilos fue desarrollada originalmente para proporcionar acceso inalámbrico dentro de una residencia o de un negocio, entre un teléfono y una estación PBX. Puesto que la estación sigue estando atada por cable a la red telefónica fija, no se considera WLL.

DECT se considera WLL cuando un operador de red pública proporciona servicio sin hilos directamente al utilizar esta tecnología.

Aunque DECT no parece satisfacer plenamente las aplicaciones rurales o de baja densidad, tiene algunas ventajas significativas en áreas de media y alta densidad. La telefonía sin hilos tiene ventajas en términos de escalabilidad y funcionalidad.

Con respecto a tecnología celular, DECT es capaz de llevar el tráfico a niveles más altos, proporciona mejor calidad de voz y puede transmitir datos a tasas más altas. La configuración de las microcelda en DECT, permite que sea desplegado en incrementos más pequeños hasta que se logra emparejar la demanda de suscriptores, con requisitos de capital inicial reducidos.

**Los Sistemas Propietarios:** Las puestas en práctica de Sistemas Propietarios WLL abarcan una variedad de tecnologías y de configuraciones. Estos sistemas se consideran propietarios porque no están disponibles en redes inalámbricas públicas y son modificadas según los requisitos particulares de una aplicación específica. Generalmente no proporcionan movilidad. Esto hace que la tecnología propietaria sea la más eficaz para aplicaciones que no se pueden desarrollar - por rentabilidad y tiempo - con alternativas cableadas.

#### **4.10.1.2. Arquitecturas y topologías**

Los sistemas WLL deben optimizar el uso de los canales radio, proporcionando la mayor capacidad posible al máximo número de abonados, para un ancho de banda dado. Para ello utilizan técnicas de acceso múltiple TDM/TDMA o TDMA/TDMA. Desde el punto de vista topológico, presentan un despliegue multicelular que permite el rehuso de frecuencia en cada celda, con estructuras punto a multipunto (PMP) o multipunto a multipunto.

Las estructuras punto multipunto se adaptan de modo natural a una colectividad de usuarios distribuidos geográficamente conectada a las redes troncales a través de un nodo de acceso. Este nodo controla la red de acceso y las interfaces de conexión hacia las redes troncales (RPTC, RDSI o IP).

Por razones de fiabilidad se necesitan unidades redundantes, que representan un coste inevitable de abordar desde el primer momento, aun cuando el número de abonados equipados en el sistema sea muy pequeño (situación típica en los primeros meses de despliegue del producto en el campo).

Las estructuras multipunto, aunque con algunas ventajas sobre las anteriores, presentan una complejidad que las ha relegado a un segundo plano.

Una de las características más importantes de los sistemas WLL avanzados es la asignación dinámica de los recursos radio en tiempo real, en función de las interferencias presentes en cada momento, lo que facilita en gran medida la planificación de la red a lo largo del ciclo de despliegue del producto.

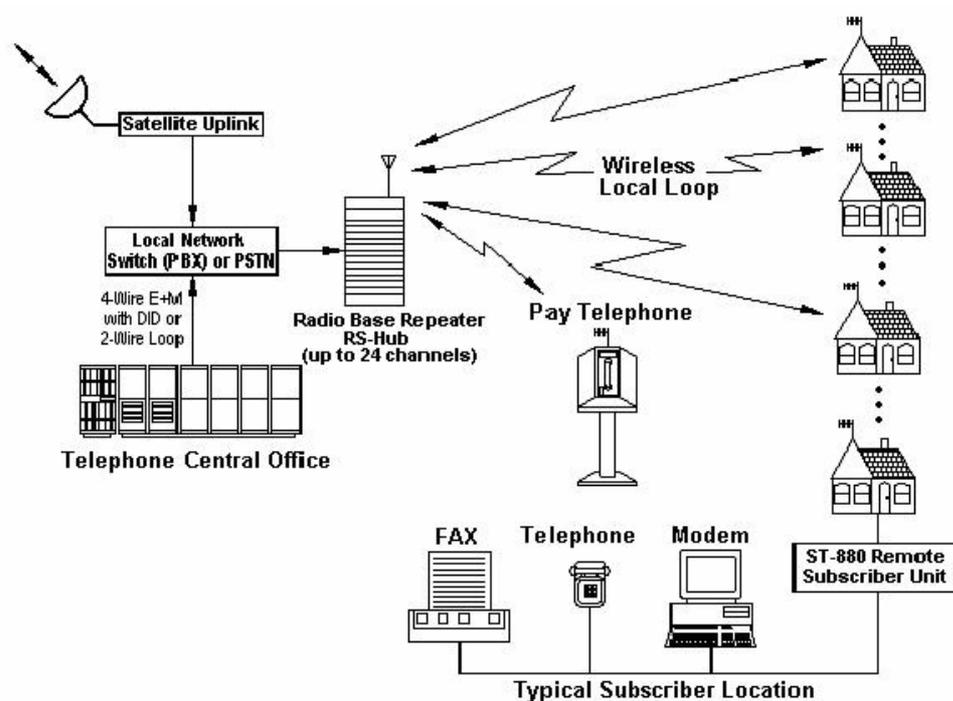


Figura 4. Sistema Wireless Local Loop

#### 4.10.2. Multichannel multipoint Distributed Service (MMDS)

Es una tecnología inalámbrica originalmente concebida para la distribución de vídeo en aquellas zonas en las que no es factible realizar un cableado convencional. En los Estados Unidos MMDS opera en la banda de 2150 a 2686 MHz, mientras que en otros países se le ha asignado a este servicio un rango que va de 2 a 3 GHz. El sistema transmite vídeo en formato digital; de esta manera, es posible acomodar 5 canales de vídeo con la técnica de compresión MPEG2 y con resolución NTSC (la calidad de video asociada a un canal convencional de televisión) en un canal de 6 MHz.

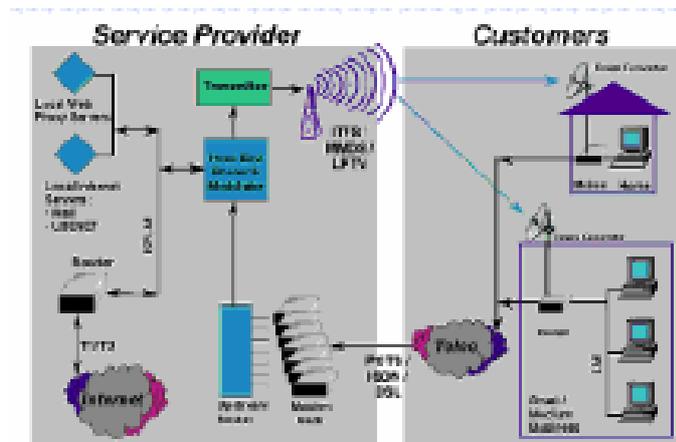


Figura 15. Tecnología MMDS

Los últimos movimientos en torno a los sistemas MMDS vienen representados por las recientes adquisiciones de empresas poseedoras del espectro por parte de grandes operadores de larga distancia como Sprint y MCI WorldCom, para dar servicios interactivos de voz, datos y acceso a Internet en competencia con los operadores locales. En este caso el concepto de MMDS original se difumina y queda reducido a una porción de espectro que puede ser utilizado por cualquier sistema de acceso múltiple, siempre que se respete la canalización básica de 6 MHz.

#### 4.10.3. Local Multipoint Distribution Service (LMDS)

Es un sistema de comunicación de punto a multipunto que utiliza ondas radioeléctricas a altas frecuencias, en torno a 28 ó 40 GHz, en las que existen bandas de frecuencia de unos 2 GHz con atenuación mínima (conocidas como "ventanas espectrales") ante los agentes atmosféricos. Dada la anchura de banda disponible, el LMDS puede ser el soporte de una gran variedad de servicios

simultáneos: televisión multicanal (difusión, PPV, video on demand), telefonía, datos, servicios interactivos multimedia (tele educación, telemedicina, acceso a Internet en banda ancha, etc.).

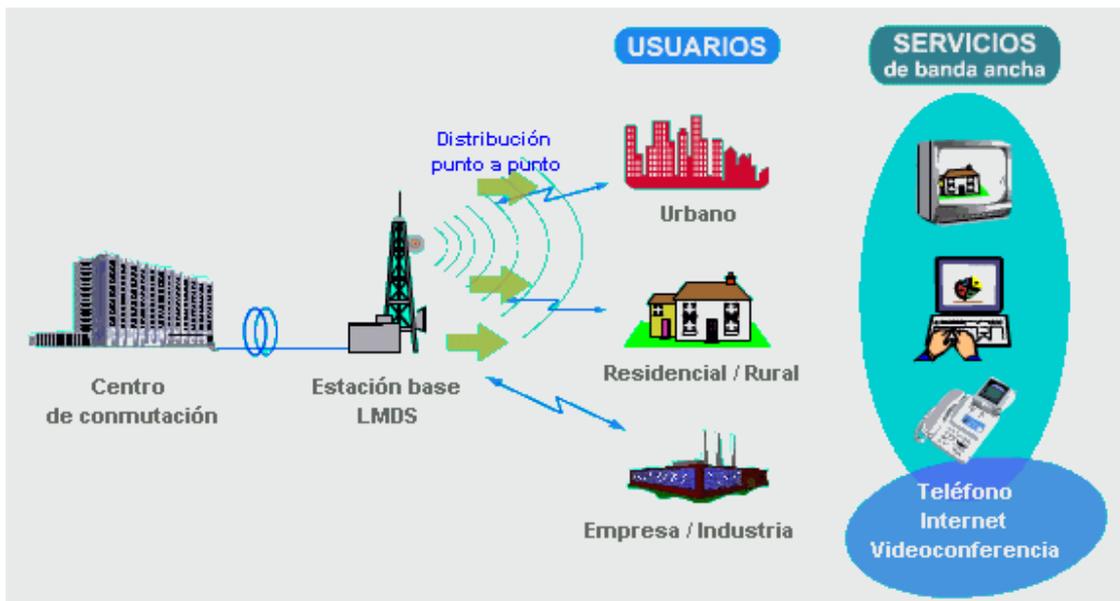


Figura 16. Servicios de LMDS

El territorio a cubrir se divide en células de varios kilómetros de radio (3-9 Km en la banda de 28 GHz, 1-3 Km en la banda de 40 GHz). El abonado al sistema recibe la señal mediante una de tres vías: desde el emisor principal de la célula, si existe visibilidad directa entre éste y el receptor; desde un repetidor, en zonas de sombra; mediante un rayo reflejado en alguna superficie plana (paredes de edificios, reflectores / repetidores pasivos, etc.). La antena receptora puede ser de dimensiones muy reducidas antenas planas de 16 x 16 cm con capacidad de emisión en banda ancha señal de TV o datos a alta velocidad o estrecha telefonía o datos de baja velocidad.

#### **4.10.3.1. Factores clave de viabilidad técnica**

A la hora de realizar la planificación y despliegue de un sistema inalámbrico punto a multipunto existen varios factores que deben tenerse en cuenta: zona geográfica y orografía del terreno, densidad de abonados y consumo de tráfico, calidad de servicio requerida, balance de potencias del enlace radio, tamaño y número de celdas, emplazamiento de estaciones base, reutilización de frecuencias, coste del sistema, etc.

En bajas frecuencias, el espectro es un recurso particularmente escaso que se ha ido saturando a medida que han surgido nuevos servicios de telecomunicación, por lo que se debía recurrir a emisiones de alta potencia para compensar la limitación de ancho de banda. Es algo parecido a lo que sucede en una habitación con mucho ruido de fondo: hablamos más alto para aumentar la relación señal a ruido. En LMDS se utiliza la táctica contraria: como el ancho de banda espectral es un recurso menos escaso (se dispone de 1, 2 o 3 GHz), se utilizan sistemas de modulación en banda ancha para transmitir la señal (por ejemplo, modulación FM). Esto permite utilizar potencias mucho más bajas que en sistemas como la TV convencional o el MMDS (multipoint multichannel distribution system, que dispone de "sólo" 200 MHz de ancho de banda), que emplean modulación AM.

En LMDS, cuando se establece una transmisión, esa "llamada" no puede transferirse desde una célula a otra como ocurre en el caso de la telefonía celular convencional; es por lo que LMDS se inscribe en el contexto de las

comunicaciones fijas. En definitiva, el sistema LMDS se puede contemplar, desde un punto de vista global, como un conjunto de estaciones base (también conocidas como hubs) interconectadas entre sí y emplazamientos de usuario, donde las señales son de alta frecuencia (en la banda Ka) y donde el transporte de esas señales tiene lugar en los dos sentidos (two-way) desde/hacia un único punto (el hub) hacia/desde múltiples puntos (los emplazamientos de usuario), en base siempre a distancias cortas. En consecuencia, se puede decir que LMDS es celular debido a su propia filosofía; en efecto, la distancia entre el hub y el emplazamiento de usuario viene limitada por la elevada frecuencia de la señal y por la estructura punto-multipunto, lo cual genera de forma automática una estructura basada en células.

En la banda Ka. El carácter innovador fundamental de la tecnología LMDS consiste en que trabaja en el margen superior del espectro electromagnético, en la banda Ka de 28 GHz, concretamente en el intervalo 27,5 GHz-29,5GHz, y en la banda de 31 GHz utilizada habitualmente para control de tráfico y vigilancia meteorológica, concretamente en el intervalo 31,0 GHz-31,3 GHz.

LMDS se considera un sistema line-of-sight óptico en el sentido de que el camino entre los dos puntos entre los que se establece la transmisión debe aparecer libre de obstáculos.

Esta exigencia genera inevitablemente la aparición de zonas de sombra hasta el extremo de que en una zona urbana la sombra puede llegar a afectar a un 40 por

ciento de los usuarios que existen en una célula. Para tratar de optimizar la solución a este problema se utilizan estrategias basadas en el solapamiento de células, de forma que las zonas resultantes de la intersección de esas células puedan tener acceso a más de una estación base y así disminuir la probabilidad de que se produzcan rupturas del line-of-sight. La eficacia de este método viene dada en términos del porcentaje de usuarios de la célula a los que la señal les llega o la emiten sin problemas y que se estima en torno a un 85-90 por ciento. Otros métodos para tratar de disminuir el nivel de sombra en una determinada zona se basan en la utilización de reflectores y amplificadores.

La comunicación en LMDS se establece de acuerdo con el concepto de radiodifusión (en este aspecto aparece como una tecnología similar a MMDS o Multichannel Multipoint Distribution System), en concreto punto-multipunto donde las señales viajan desde o hacia la estación central hacia o desde los diferentes puntos de recepción (hogares y oficinas) diseminados por toda la célula. La particularidad aparece aquí, como se puede observar en la aseveración anterior, en que la comunicación se puede establecer en los dos sentidos simultáneamente (two-way) desde la estación central a los diferentes puntos de emplazamiento de usuario y viceversa. Esto es posible gracias a la tecnología digital, que ha sido en realidad lo que ha conferido toda la importante potencia tecnológica y estratégica que presenta los sistemas LMDS actuales, a los que se ha dado en llamar LMDS de segunda generación para distinguirlos de los primeros desarrollos que utilizaban tecnología analógica y un esquema de modulación FM.

La tecnología LMDS utiliza el método de modulación QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) que permite reducir las interferencias y aumentar casi hasta el cien por cien la reutilización del espectro. El ancho de banda conseguido gracias a estas características se acerca a 1 Gbps. Por otra parte, en lo que respecta al contexto de protocolos, LMDS aparece como un sistema especialmente neutro, lo cual aumenta su potencial integrador. LMDS puede trabajar en entornos ATM, TCP/IP y MPEG-2.

Viabilidad tecnológica. A grandes rasgos, entre los elementos técnicos fundamentales necesarios para evaluar la viabilidad de un proyecto LMDS se encuentra el número de usuarios/abonados, que a su vez aparece como una función del tamaño de la célula, de la densidad de células y de la potencia de la estación base. Paralelamente, el tamaño de la célula se establece en función de las zonas de sombra, condiciones meteorológicas relativas a lluvia, nivel de solapamiento de las células y tecnología utilizada en los equipos.

Básicamente, la infraestructura asociada a LMDS consiste en el segmento de la estación base o hub y el segmento de usuario. Este último está conformado por una serie de antenas/transceivers de baja potencia situadas en cada emplazamiento de usuario; en cada hogar para el caso residencial y en cada oficina/emplazamiento industrial para el caso de negocios. El tamaño de estas antenas, que se pueden instalar en tan sólo dos horas, es muy pequeño. Las antenas reciben las señales emitidas por la estación base/hub al mismo tiempo que emiten señales hacia esa estación base/hub. Mediante un down-converter la

señal en la banda de 28 GHz se pasa a una frecuencia intermedia IF (Intermediate Frequency) para que la señal sea compatible con los equipos del usuario; recíprocamente, mediante un up-converter, esta señal de frecuencia intermedia se convierte en una señal de frecuencia en 28 GHz para generar la transmisión desde el emplazamiento de usuario hacia el hub. El segmento de usuario comprende también el set-top-box, basado tradicionalmente en tecnología analógica, aunque se está trabajando activamente en incorporar tecnología digital, con lo cual se mejora considerablemente la recepción de señales de vídeo en formato MPEG-2.

**Modo de funcionamiento:** Su modo de funcionamiento se basa en dividir el diagrama de radiación de la antena en sectores, de forma que se puedan crear diferentes nodos de área de servicio. Así, si se dispone de un determinado margen de frecuencias  $X$  en la antena para cubrir una zona en la que se encuentran  $Y$  abonados, según el principio de sectorización de la antena, esta zona se podría dividir en, por ejemplo,  $Z$  sectores, de modo que cada uno de ellos, donde habría  $Y/Z$  abonados, utilizaría la frecuencia  $X$  completa para su propio servicio, con lo cual se obtiene una multiplicación de la capacidad del sistema en términos del número de abonados al que se puede dar servicio, al mismo tiempo que cada sector presenta un conjunto de servicios previamente determinado. Este tipo de antenas aparece habitualmente en el ámbito de las comunicaciones celulares.

En LMDS la sectorización se realiza en cuadrantes, normalmente utilizando polaridades alternadas horizontal y vertical en cada sector. Esta diversidad en la polarización permite optimizar la reutilización de frecuencia; en el caso de 4 sectores se obtiene una ventaja de 4:1 con respecto a otros sistemas que no emplean técnicas de reutilización de frecuencia, lo cual proporciona una importante ventaja competitiva en términos de costes. Los niveles de reutilización del espectro obtenidos se acercan al cien por cien.

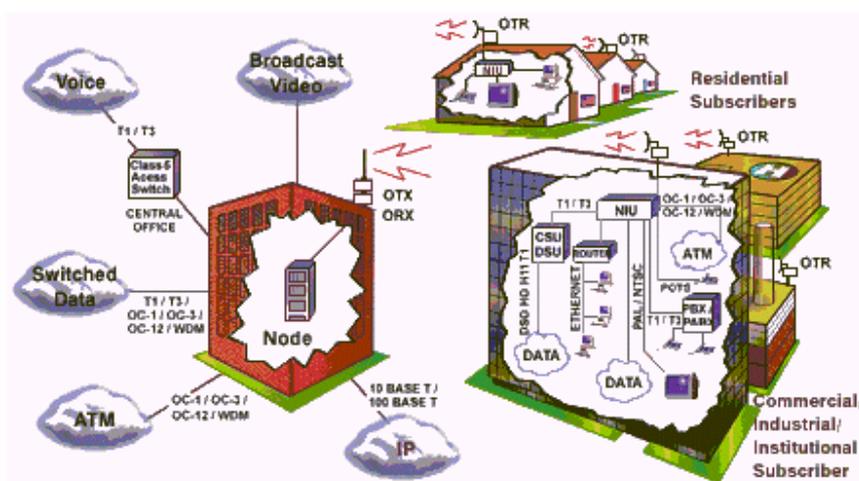


Figura 17. Sistema LMDS

#### 4.10.3.2. Topología de red

En el diseño de sistemas LMDS son posibles varias arquitecturas de red distintas. La mayoría de los operadores de sistemas utilizarán diseños de acceso inalámbrico punto – multipunto, a pesar de que se pueden proveer sistemas punto-a-punto y sistemas de distribución de TV con el sistema LMDS. Es de esperarse que los servicios del sistema LMDS sean una combinación de voz, datos y video. La arquitectura de red LMDS consiste principalmente de cuatro partes:

**Centro de Operaciones de la Red (Network Operation Center – NOC)** contiene el equipo del Sistema de Administración de la Red (Network Management System -NMS) que está encargado de administrar amplias regiones de la red del consumidor. Se pueden interconectar varios NOC's. La infraestructura basada en fibra óptica, típicamente consiste de Redes Ópticas Síncronas (SONET), señales ópticas OC-12, OC-3 y enlaces DS-3, equipos de oficina central (CO), sistemas de conmutación ATM e IP, y conexiones con la Internet y la Red Telefónica Pública (PSTNs).

**Infraestructura de fibra óptica.** En la estación base es donde se realiza la conversión de la infraestructura de fibra a la infraestructura inalámbrica. Los equipos que permiten la conversión incluyen la interfaz de red para la terminación de la fibra, funciones de modulación y demodulación, equipos de transmisión y recepción de microondas ubicados típicamente en techos o postes. Entre sus características se encuentra la conmutación local que puede no estar presente en diferentes diseños. Si la conmutación local se encuentra presente, los consumidores conectados a la estación base pueden comunicarse entre sí sin tener que entrar en la infraestructura de fibra óptica. De esta manera, la administración del canal de acceso, registro y autenticación ocurren localmente en la estación base.

**Estación base.** La arquitectura estación-base alternativa simplemente provee enlace a la infraestructura de fibra óptica. Todo el tráfico dentro de la

infraestructura de fibra debe terminar en switches ATM o equipos de oficina central. Bajo este escenario, si dos consumidores conectados a una misma estación base desean comunicarse entre ellos, la comunicación se lleva a cabo en una zona centralizada. Las funciones de autenticación, registro y administración de tráfico se realizan centralizadamente.

**Equipo del cliente (CPE).** Las configuraciones del equipo especial del cliente varían entre vendedor y vendedor y dependen de las necesidades del cliente. Principalmente, toda configuración incluye equipo microondas externo y equipo digital interno capaz de proveer modulación, demodulación, control y funcionalidad de la interfaz del equipo especial del cliente. El equipo del cliente puede añadirse a la red utilizando métodos de división de tiempo (time-division multiple access - TDMA), división de frecuencia (frequency-division multiple access - FDMA) o división de código (code-division multiple access – CDMA). Las interfaces de los equipos del cliente cubrirán el rango de señales digitales desde nivel 0 (DS-0), servicio telefónico (POTS), 10BaseT, DS-1 no estructurado, DS-1 estructurado, frame relay, ATM25, ATM serial sobre T1, DS-3, OC-3 y OC-1. Las necesidades de los clientes pueden variar entre grandes empresas (por ejemplo, edificios de oficinas, hospitales, universidades), en las cuales el equipo microondas es compartido por muchos usuarios, a tiendas en centros comerciales y residencias, en las que serán conectadas oficinas utilizando 10BaseT y/o dos líneas telefónicas (POTS). Obviamente diferentes requerimientos del cliente necesitarán diferentes configuraciones de equipo y distintos costos.

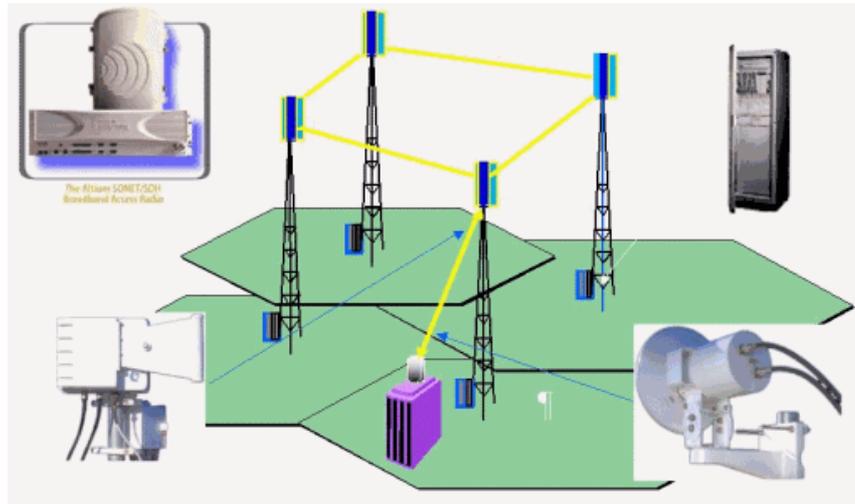


Figura 18. Topología de la red LMDS con infraestructura en fibra

#### 4.10.3.3. Principales ventajas respecto al cable y al MMDS

Como con LMDS no es necesario cablear, las grandes ventajas potenciales del sistema saltan a la vista:

- Se puede ofrecer el servicio y generar ingresos mucho antes en toda el área de cobertura (de 6 a 18 meses, frente a 5-7 años para completar una red de cable).
- Se puede ofrecer el servicio de forma económicamente viable, si no al 100% de la población, si a grandes franjas de población dispersa a las que en ningún caso se puede dar servicio con cable de forma rentable (es decir, que o no les llegarían nunca las "autopistas de la información", o el sobrecosto necesario lo pagarían los poderes públicos, o lo pagarían el resto de los abonados al cable).

- Por último, pero no menos importante, el operador con LMDS tendría mucho menores costes de reparaciones en planta exterior y mantenimiento, al no haber prácticamente red que mantener (sólo unos pocos repetidores por célula).

Con MMDS se logra un mayor alcance e inmunidad a la lluvia, es mucho menor el ancho de banda disponible en MMDS (sólo 200 MHz frente a 1 GHz en LMDS), la necesidad de visibilidad directa entre emisor y receptores con MMDS (lo que en LMDS no es en muchos casos necesario por los rebotes del haz de microondas en obstáculos naturales), y la dificultad en MMDS para reutilizar frecuencias entre células adyacentes que sí es posible con LMDS, configuran al LMDS como una tecnología mucho más atractiva para la provisión de servicios de telecomunicación interactivos y en banda ancha.

#### **4.10.3.4. Ventajas y desventajas**

##### **Ventajas Competitivas**

- Al ser un sistema de transmisión de banda ancha, se posibilita la integración de los servicios sobre el mismo medio de transmisión.
- Puesto que es un sistema de transmisión de datos, toda la información que se pueda digitalizar será susceptible de ser transmitida por él. Por lo tanto, utilizando la misma tecnología, un mismo usuario puede recibir servicios muy diferentes tales como acceso a Internet, telefonía, información multimedia bajo demanda, datos, etc.

- Al permitir la bidireccionalidad, se pueden ofrecer servicios como la TV multicanal, la telefonía ó el acceso a Internet conjuntamente mediante una plataforma única.
- Al ser el medio de transmisión radio, el desarrollo de la infraestructura necesaria para el establecimiento del servicio es fácil de desarrollar. Por el contrario, en los sistemas basados en redes de cable, se exige llegar de manera física a cada uno de los clientes que soliciten el servicio.
- El tiempo de ejecución de la infraestructura es mucho menor, lo cuál implica que los costes de establecimiento se reducen enormemente, puesto que con una sola estación transmisora se cubren todos los posibles clientes que entren dentro de la extensa área de cobertura de la misma.
- La calidad de la señal no se ve afectada por las defectuosas redes de acceso locales existentes en muchos países, ya que todo el bucle local se realiza independiente de las mismas, vía radio.
- Por último, puesto que gran parte del desembolso de estos sistemas se destina al equipamiento de usuario (antena receptora, convertidores, módems, etc.), el operador no incurre en estas inversiones hasta que el cliente no solicita el servicio. Además, las necesidades de financiación motivadas por la inversión en infraestructura para el usuario son mínimas, dado que el desarrollo de ésta última es causada por el alta de cada nuevo cliente.

**Las desventajas:** Necesidad de línea de vista, alcance limitado y tecnología nueva.

## 5. CONCLUSIONES

Al terminar nuestra monografía nos dimos cuenta, que estamos en una era totalmente digital donde las comunicaciones no se han quedado atrás y en donde la humanidad ha dado grandes pasos para llegar a transmitir y recibir información en cuestión de segundos.

Contamos con mucha información sobre las nuevas tendencias en comunicaciones; pero el tema más tratado fue sobre las redes inalámbricas, las cuales serán las redes del futuro. Su escogencia se hizo en base a sus referencias bibliográficas y su fecha de actualizaciones; muchas de estos sitios eran artículos que trataban más que todos los beneficios y los costos de implementación de estas redes.

Tuvimos dificultades para encontrar buenas graficas que nos mostraran la topología o el funcionamiento de las redes, ya que muchas de ellas están siendo estudiadas o se encuentran en periodos de prueba. Otras de las dificultades fue el idioma, en algunas páginas utilizan ingles técnico, el cual es muy diferente al ingles que uno estudia.

Luego de leer la información encontrada, procedimos a desglosar de cada una de ellas sus ventajas, desventajas, topologías y sus aplicaciones.

Actualmente la comunidad empresarial latinoamericana, poco a poco, ha ido incorporando la tecnología dentro de su campo fundamental de conocimientos. La tecnología, e Internet, se han convertido así en un factor de competitividad y en muchos casos de supervivencia. Se ha ido abonando el campo para que las nuevas tecnologías sean tema de interés de los empresarios, en especial aquellas que tendrán una incidencia directa en la rentabilidad de sus empresas. Nos referimos a la convergencia de las redes de voz y de datos o la utilización de la red de datos para el transporte de voz con ahorros dramáticos para la organización; a tecnologías de seguridad, que salvaguardarán el activo más importante de una corporación (su información); a tecnologías como las redes privadas virtuales, VPN, funcionando tanto a través de Internet como a través de redes IP privadas, que redefinirán el modo en que las empresas y los clientes acceden a Internet, y de una forma mucho más rentable; al Internet inalámbrico, que llevará la riqueza del contenido de Internet a los usuarios de teléfonos y dispositivos móviles; a las tecnologías de almacenamiento, y esto, por citar solo unos ejemplos.

Las nuevas tendencias tecnológicas apuntan a las comunicaciones LAN inalámbricas las cuales tienen muchas aplicaciones en los mercados verticales. Se espera que algunas aplicaciones horizontales seguirán como la infraestructura de

la red 802.11 que hay instalada. Con el tiempo se espera que el aumento de demanda para productos 802.11 incremente la competencia y hagan las LAN inalámbricas más competitivas y baratas, para casi todas aplicaciones que requieren conectividad inalámbrica. En el horizonte está la necesidad para tasas de datos más altas y para aplicaciones que requieren conectividad inalámbrica a 10Mbps y más alto. Esto les permitirá a las WLAN emparejar la tasa de datos de la mayoría de las LAN cableadas.

El futuro de las comunicaciones móviles se basa en prestar una gran variedad de servicios, que van desde la transmisión de voz, datos y video de alta calidad y esto empleara altas tasas de transmisión en canales inalámbricos en cualquier parte del mundo.

Latinoamérica tiene un largo camino por delante. Las inversiones de Latinoamérica en tecnologías de información representaron un 1.7 % del Producto Interno Bruto, mientras que Estados Unidos invierte el 5.2 %, Europa el 3.5 % y Asia el 2.4% de su producto interno bruto anualmente.

## 6. RECOMENDACIONES

La gran evolución tecnológica de las comunicaciones siempre serán las bases de todas las sociedades, ya que trae muchos beneficios; por este motivo se recomienda tener una mente abierta al cambio, para reaccionar rápidamente a estas tecnologías y no quedarnos atrás.

Actualmente se están explorando o estudiando nuevas tecnologías para poder tener una comunicación segura y más flexible.

Sin embargo, la evolución de las redes lleva consigo una serie de consecuencias, como son sus implementaciones, por ser muy costosas; o en otros de los casos tenerle miedo al cambio.

Pero para la implementación de algunas redes, por ejemplo, las inalámbricas hay que tener en cuenta ciertos factores como: zonas geográficas, humedad, etc.; las cuales son muy importantes a la hora de elegir una tecnología.

Por lo tanto las redes están evolucionando y las empresas, universidades, hospitales, etc.; tendrán que ir reemplazando sus sistemas anteriores, ante la nuevos servicios que ofrecen y la rapidez de estas redes futuras.

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

**802.11:** Comité del IEEE responsable de la implantación de estándares LAN sin cables.

**ANCHO DE BANDA:** En un canal, es la capacidad de transmisión de datos del mismo. En un mensaje, se relaciona con la cantidad de información que transporta. Se mide Hz o múltiplos.

**AMPS (Advanced Mobile Phone System):** Es un estándar de telefonía móvil analógica utilizado en Norteamérica, en Sudamérica y también en algunas partes de Asia.

**ATM (Asymmetric Transfer Mode):** Es un modo específico de transferencia de paquetes de datos que divide los paquetes en celdas de tamaño fijo y de pequeña longitud.

**BACKBONE:** Es el segmento principal de una red de área local, que soporta la mayor carga de red y que realiza la distribución de la señal hacia los demás segmentos.

**BLUETOOTH:** Iniciativa de más de 1000 compañías para establecer un estándar para las omnipresentes redes sin cables. Su objetivo es conseguir un transmisor de 1 Mbps integrado en un solo chip.

**CDMA (Code Division Multiple Access):** Método de compartir frecuencia entre muchos usuarios encriptando la señal de cada usuario utilizando un código diferente.

**CDMA2000:** Grupo de tecnologías que actualizan las redes cdmaOne a velocidad de datos de al menos 2 Mbps.

**cdmaOne:** Marca comercial del Grupo de desarrollo CDMA, una asociación mercantil para los estándares CDMA actuales, IS-95a y IS-95b.

**CELULAR:** Cualquier red sin cable fruto de la superposición de celdas, especialmente los sistemas de telefonía móvil analógica más antiguos.

**CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance):** Método de acceso a la red con contención en el que explora la red antes de enviar, para determinar si está libre el canal.

**CSMA/CD (Carrier Senses Multiple Access/ Collision Detection):** Es un acceso al medio que cuando una estación quiere transmitir, escucha primero el canal para ver si no hay ninguna estación que ya haya empezado a transmitir.

**ENCRIPCIÓN:** Codificación de datos que hace necesario conocer un código o clave especial para restablecerlos. Suele utilizarse para garantizar el secreto de las transmisiones de datos o impedir la recepción no autorizada de emisiones de radiodifusión.

**ETHERNET:** Sistema LAN de estándar industrial que opera a 10, 100, 1000 y 10000 Mbps.

**FDMA (Frequency Division Multiple Access):** Método de compartir espectro entre usuarios dividiéndolo en canales independientes.

**FIBRA ÓPTICA:** Es un medio de transmisión de la luz que consiste básicamente en dos cilindros coaxiales de vidrios transparentes y de diámetros muy pequeños. La velocidad de transmisión es muy alta.

**FRAME RELAY:** Red de transporte de datos de alta velocidad, evolución de la red X.25.

**GATEWAYS:** Dispositivo de red que sirve para interconectar redes de muy distinto tipo, normalmente a través de la conversión de sus protocolos.

**GPRS (General Packet Radio System):** Actualización para las redes GSM que proporciona a cada usuario hasta ocho canales de 14.4 kbps y emplea conmutación de paquetes para utilizar el ancho de banda de un modo más eficiente.

**GSM (Global System for Mobile Communications):** Estandar TDMA de banda ancha originalmente desarrollado en Europa, pero utilizado por todo el mundo.

**HANDOVER:** Transferencia de un terminal móvil de una estación base a otra al moverse entre celdas; también llamado handoff.

**HSCSD (High Speed Circuit Switched Data):** Actualización de software para redes GSM que ofrece a cada cliente hasta cuatro circuitos de 14.4 kbps.

**IEEE (Institute of Electrical Engineers):** Sociedad profesional responsable de muchos estándares de redes, principalmente Ethernet y su derivada sin cable 802.11.

**IMT – 2000 (International Mobile Telecommunications):** Iniciativa de la ITU para crear un estándar global para redes de datos sin cables de tercera generación, ofreciendo 2 Mbps en situación estacionaria y 384 Kbps en movimiento. Incluye estos tres modelos de operación: UMTS/WCDMA, EDGE/UWC-136, y cdma2000.

**INTERNET:** Red de area extensa que interconecta multitud de redes TCP/IP de extensión internacional.

**IP (Internet Protocol):** Protocolo que dirige el modo en que los paquetes de datos se conducen a través de Internet.

**ISDN (Integrated Services Digital Network):** Una red de comunicaciones completamente digital, que aporta canales de 64 Kbps cada uno.

**ITU (International Telecommunications Union):** Agencia de los Estados Unidos que cubre la regulación de comunicaciones a través de todo el mundo y asigna el espectro de radio.

**LAN (Local Area Network):** Una red de datos que conecta aparatos cercanos, normalmente dentro del mismo edificio u oficina.

**LMDS (Local Multipoint Distribution Service):** Tecnología de bucle local sin cable de corto alcance y alta velocidad.

**MMDS (Multipoint Multichannel Distribution System):** Sistema de difusión de televisión adaptado para su utilización como si se tratara de una tecnología de bucle local sin cable.

**PAN (Personal Area Network):** Red de área local de pequeño ámbito, típicamente personal, para conexión de un ordenador con sus periféricos u otros ordenadores muy próximos.

**PCS (Personal Communications Services):** Nombre genérico para cualquier servicio digital móvil de datos o de voz, especialmente aquellos que utilizan la banda de los 1900 MHz en los Estados Unidos.

**PDC (Personal Digital Communications):** Un estándar digital TDMA utilizado sólo en Japón, basado en D-AMPS.

**PROTOCOLO:** Conjunto de reglas que controlan el formato y la transmisión de datos.

**ROAMING:** Movimiento de un terminal móvil fuera de su celda de origen, especialmente a otra red en otro país.

**SATÉLITE:** Estación orbital repetidora de comunicaciones, normalmente situada en una posición geoestacionaria.

**SMS (Short Message Service):** Función disponible en algunos teléfonos móviles que permite que los usuarios envíen y reciban mensajes alfanuméricos cortos.

**TDMA(Time Division Multiple Access):** Método de compartir una frecuencia entre varios usuarios dividiéndola en fracciones de tiempo separadas; a menudo utilizado para referirse al sistema D-AMPS.

**TELEFONÍA IP:** La telefonía de IP se usa como un término genérico para la transmisión de voz, fax y servicios relacionados, parcialmente o totalmente encima de packet-switched basado en redes IP.

**UMTS (Universal Mobile Telephone Service):** Estándar europeo para redes sin cable de tercera generación, que utiliza WCDMA y espectro nuevo en la banda de los 2 GHz.

**VPN (Virtual Private Network):** Es un servicio que transforma la Internet en una red global segura para dirigir negocios y comercios, ya que hace posible conectar los recursos y componentes de una red a otra, con el fin de compartir y transmitir la información de forma segura y confidencial entre la empresa y sus sucursales, socios, proveedores, distribuidores, empleados y clientes utilizando una red pública como canal para comunicar los datos privados.

**WAN (Wide Area Network):** Es la red de mayor cobertura, llegando a cubrir el área de todo un país, un continente o incluso más.

**WAP (Wireless Application Protocol):** Conjunto de protocolos que están diseñados para enviar paginas Web reducidas a aparatos sin cable. Reemplaza a los protocolos Web con el suyo propio, y requiere que las páginas estén escritas en WML en lugar de en HTML.

**WLL (Wireless Local Loop):** Se trata de un medio que provee enlaces locales sin cables. Mediante sistemas de radio omnidireccional de bajo poder, WLL permite a las operadoras una capacidad de transmisión mayor a un megabit por usuario y más de un gigabit de ancho de banda agregado por área de cobertura.

## BIBLIOGRAFÍA

ABAD, Alfredo. Redes de área local. España: McGraw-Hill, 2001. 310 p.

ANDY, Dornan. Guías prácticas. Madrid: ANAYA multimedia, 2001. 336 p.

<http://www.yucatan.com.mx/especiales/celular/3g.asp>

<http://www.pc-news.com/detalle.asp?sid=&id=44&Ida=650>

<http://www.itu.int/osg/spu/ni/3G/technology/index.html>

<http://www.itu.int/home/imt-es.html>

<http://www.instel.com/HINel00S.htm>

<http://www.monografias.com/trabajos14/movil/movil.shtml>

<http://www.idg.es/comunicaciones/especial-avether160/Pag04%20.pdf>

[http://www.dnp.gov.co/03\\_PROD/BASES/2b\\_inf.htm](http://www.dnp.gov.co/03_PROD/BASES/2b_inf.htm)

<http://telecom.iespana.es/telecom/telef/docs/wap.pdf>

<http://www.vodafone.es/Vodafone/Campus/Campus/0,2910,4805,00.html>

<http://www.internet2.edu/>

<http://www.monografias.com/trabajos13/idos/idos.shtml>

<http://ciberhabitat.com/universidad/internet2/internet2b.htm>

[http://www.intelligraphics.com/articles/80211\\_article.html](http://www.intelligraphics.com/articles/80211_article.html)

[http://www.reuna.cl/central\\_apunte/apuntes/tecno1.html](http://www.reuna.cl/central_apunte/apuntes/tecno1.html)

[www.cu.ipv6tf.org/ppt/ipv6cuba.ppt](http://www.cu.ipv6tf.org/ppt/ipv6cuba.ppt)

<http://web.frm.utn.edu.ar/codarec/ipv6/Filminas/filminasipv6.pdf>

[http://fmc.axarnet.es/redes/tema\\_06.htm](http://fmc.axarnet.es/redes/tema_06.htm)

[http://es.wikipedia.org/wiki/Protocolos\\_de\\_red](http://es.wikipedia.org/wiki/Protocolos_de_red)

<http://www.eveliux.com/articulos/bluetooth.html>