

# **“Análisis, diseño e implementación de una solución técnica para ampliar la cobertura del “BACKBONE” de la ESPOL usando dispositivos inalámbricos”**

Enrique Peláez J.<sup>1</sup>, Federico Raue R.<sup>2</sup>

## **RESUMEN**

Las tecnologías de comunicación han evolucionado y facilitado el acceso a la información. Una de las distintas tecnologías de comunicación que existen es la tecnología inalámbrica. Esta tecnología permite interconectar computadoras, teléfonos celulares, PDA (*Personal Data Assistant*) mediante la señal de radio o la señal de luz. Entre los dos tipos de tecnología se usa más la de radio por su menor costo y por el tipo de topologías que permite implementar. Actualmente todo el campus está “cableado” usando fibra óptica y cable tipo UTP (*Unshielded Twister Pair*) para estar comunicados con el *BACKBONE INTERNO*. Usando la tecnología inalámbrica permitiría tener otra opción al momento de implementar redes dentro del campus Gustavo Galindo.

## **INTRODUCCIÓN**

El campus Gustavo Galindo tiene una deficiencia en el servicio de Internet para los estudiantes. La cantidad de laboratorios y computadores no cubre la cantidad de estudiantes de la universidad. Otro problema dentro del campus es el alto costo de interconectar edificios al backbone interno de la ESPOL. Una solución a estos problemas podría ser solucionado usando tecnología inalámbrica que usa señal de radio. Esta tecnología provee las topologías necesarias para convertir al campus en un “*LABORATORIO GIGANTE*” e interconectar edificios a un menor costo en comparación a usar fibra óptica.

## **CONTENIDO**

### **1. ¿Que es una red inalámbrica?**

La red inalámbrica es la conexión de computadores sin usar cable. Existen dos tipos de tecnologías inalámbricas que son: la tecnología que usa señal de radio y la tecnología que usa la luz o láser. La tecnología de radio es la más usada por su menor costo y la flexibilidad que da sus topologías. También existen dos tipos de escenarios en las cuales se usa la tecnología inalámbrica: 1) redes inalámbricas formadas por celdas de radio y 2) enlace entre dos o más edificios usando un radio enlace.

La solución de redes inalámbricas tiene un rango de aplicaciones mayor a la solución de enlace punto a punto. Generalmente se usa cuando se quiere tener mayor flexibilidad y movilidad de los clientes que están conectados a la red.

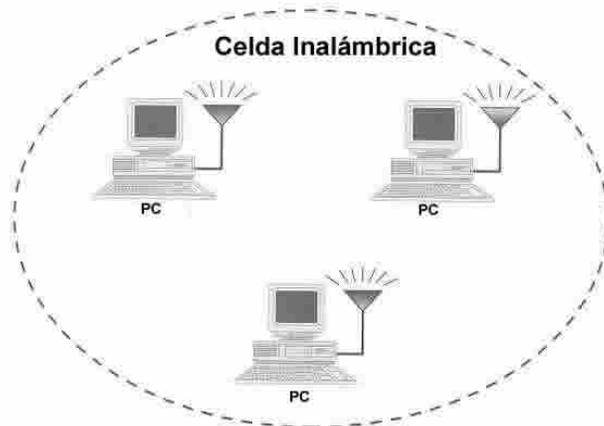
---

<sup>1</sup> Director de Tesis, Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones, ESPOL. MsC Ingeniería en Computación, Carolina del Sur, 1992. Ph.D. Ingeniería en Computación, Carolina del Sur, 1994

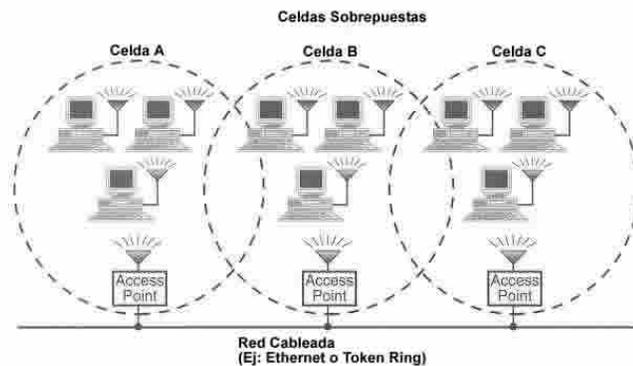
<sup>2</sup> Egresado de Ingeniería en Computación, ESPOL.

La tecnología basada en ondas de radio tiene las siguientes características:

- La mayoría de los productos en el mercado se basan en esta tecnología
- No necesita línea de vista
- Interferencia con otros productos ( microondas )
- Tasa de transmisión: 1, 2, 5, 11 Mbps
- Dos componentes: Access Point (genera la celda inalámbrica) y la interfaz para el cliente.



**Gráfico 1 Topología peer to peer**



**Gráfico 2 Topología multiceldas**

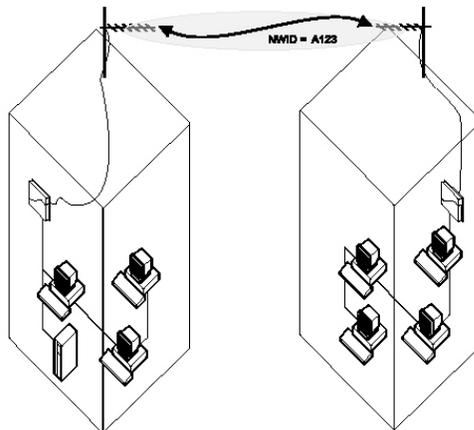
Las topologías permitidas por esta tecnología son: peer-to-peer (1 celda, *Ver Gráfico 1*) y múltiples celdas (*Ver Gráfico 2*). La topología peer-to-peer se caracteriza por crear o generar una celda inalámbrica mediante las ondas de radio. Los clientes que están dentro de la celda inalámbrica pueden enviar y recibir datos de otros clientes que están dentro de la misma celda. La topología de múltiples celdas se caracteriza por generar varias celdas inalámbricas que están conectadas entre sí. Los clientes pueden moverse entre las celdas sin perder la conexión o el enlace, esto se lo conoce como *roaming*.

La solución para enlaces punto a punto se la usa principalmente para conectar edificios alejados o para edificios imposibles de conectar por un medio físico como un STP o fibra óptica. En esta solución se usa la tecnología inalámbrica basada en ondas de radio y basada en láser.

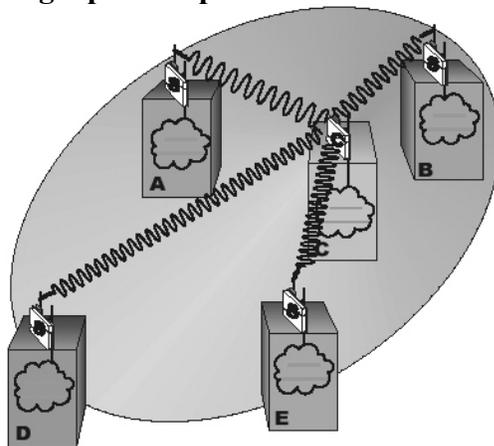
La tecnología basada en ondas de radio tiene las siguientes características:

- Antenas direccionales u omnidireccionales.
- Línea de vista.
- La tasa de transmisión es de 1, 2, 5 o 11 Mbps
- Distancia máxima entre dispositivos es aprox. 50 Km.

La topología permitida por esta tecnología son: enlace punto a punto (*Ver Gráfico 4*) y enlace multipunto (*Ver Gráfico 5*). La topología punto a punto se caracteriza por tener un transmisor, receptor y las antenas direccionales ubicadas normalmente en el techo de los edificios. Las antenas direccionales están apuntando al receptor que está ubicado en el punto o nodo remoto. La topología multipunto se caracteriza por tener un nodo central con una antena omnidireccional y los nodos restantes tienen antenas direccionales que están dirigidas al nodo central.



**Gráfico 3 Topología punto a punto mediante onda de radio**



**Gráfico 4 Topología multipunto mediante onda de radio**

## 2. Aplicaciones

El uso de la tecnología inalámbrica puede ser aplicada en cualquier ambiente; como por ejemplo: dentro de una oficina, dentro de un campus universitario, en el exterior de un edificio, conexiones entre puntos de difícil acceso, etc. Además, las aplicaciones de la tecnología inalámbrica pueden solucionar o añadir flexibilidad en cualquier rama de la industria, salud, educación, etc.

- Aplicaciones en exteriores
  - *Campus Area Network*

Los beneficios de cobertura, costos y velocidad de la conectividad inalámbrica punto a punto o multipunto son algunos beneficios dentro de un campus, se podría fácilmente enlazar el edificio de estudiantes al backbone permitiendo la conexión de Internet.
  - *Redes inalámbricas móviles*

La tecnología inalámbrica alcanza grandes áreas de cobertura que permite a los clientes estar conectados en cualquier parte. Por ejemplo, los vehículos que transportan pasajeros dentro del aeropuerto, tienen terminales que usan para obtener información sobre los horarios de los vuelos y la puerta de salida. Una compañía de transporte municipal puede conectar terminales en sus buses para intercambiar información de rutas y calendarios con el despachador.
  
- Aplicaciones en la educación
  - *Acceso a Internet*

La tecnología inalámbrica es una opción para conectar lugares remotos de difícil acceso al Internet. Varios sitios pueden conectarse rápidamente hacia el backbone para facilitar el enlace con un proveedor de Internet (ISP). Lo mismo sería para implementar la educación a distancia en las comunas del proyecto IEPSE.
  - *Estudiantes móviles*

La tecnología inalámbrica puede extender la infraestructura de una red existente. En las bibliotecas y los centros de información dentro de las universidades tienen laboratorios de computadoras para el uso de los estudiantes pero su uso es limitado por la cantidad de computadoras existentes. Una opción sería que los estudiantes tengan sus propias computadoras portátiles conectadas inalámbricamente a los servicios del campus. Esto generaría aulas virtuales y proyectos de investigación instantáneos.

### 3. Ventajas

El continuo crecimiento de las redes inalámbricas esta manejado por la necesidad de reducir los costos asociados con los componentes de red y el soporte a las aplicaciones móviles que ofrece eficiencia y reducción en los costos en los negocios.

#### a. *Movilidad (Roaming)*

La movilidad habilita a los usuarios moverse físicamente mientras usan algún dispositivo, como las computadoras portátiles o un recolector de datos. Además, las aplicaciones móviles requieren redes inalámbricas que dependen de datos en tiempo real, usualmente guardados en una base de datos central.

#### b. *Reducción de costos*

La reducción de costos se explicará a continuación con los diferentes beneficios que significa usar una red inalámbrica.

- **Instalación en lugares de difícil acceso**  
En algunas situaciones no es posible instalar una red cableada porque no hay manera de acceder al lugar. Pero una alternativa que se debe tomar en cuenta es la tecnología inalámbrica porque solo necesita que exista línea de vista.
- **Incremento en la confiabilidad**  
En las redes cableadas por efecto del tiempo, agua u otras causas los cables tienden a desgastarse, dando como resultado ruido en el canal de comunicación. Para eliminar el ruido en el cable, la única opción es cambiarlo. La ventaja en una red inalámbrica es obvia, no usa cables.
- **Reducción de tiempo de instalación**  
En las redes tradicionales (cables) se siguen los principios de cableado estructurado; además, en la mayoría de los casos se debe realizar trabajos en la parte física del edificio como instalar tuberías para pasar los cables de datos. En una red inalámbrica solo se necesita determinar la cobertura de cada celda y no se necesita hacer cambios en la edificación.
- **Reducción de costo a largo plazo**  
Cuando se quiere hacer cambios en la infraestructura de la red, las redes inalámbricas tienen una marcada ventaja porque solo necesitan instalar otra celda inalámbrica o añadir un cliente inalámbrico. Pero en una red cableada no es posible hacerlo de una manera fácil porque se debe tomar en cuenta varios parámetros; como, puertos libres en el patch panel, puertos libres en los hubs y distancia del patch panel hasta el punto de red que se desea instalar.

## 4. Diseño del prototipo

### a. Esquema lógico del prototipo

El sistema es diseñado en el interior y exterior del edificio 37 en el área de tecnología. El alcance del sistema es demostrar la factibilidad y funcionalidad que tiene dentro de un ambiente de red ya establecido.

El esquema general del sistema está compuesto por dos ambientes definidos que son la conexión de los edificios 36 y 37 en el área de Tecnología, mediante un enlace punto a punto y la creación de celdas inalámbricas. El enlace punto a punto entre los edificios tendrá los siguientes componentes en el edificio 36: una antena omnidireccional y el “*wireless bridge*” que permite negociar la señal de la antena con la interfaz Ethernet que está conectado a un puerto del switch 3Com Corebuilder 3500 ya existente; los componente en el edificio 37 son: una antena direccional dirigida hacia el edificio 36 y el “*wireless bridge*” que enlazará las red interna del edificio 37 con la señal de la antena. Las celdas inalámbricas estarán formadas por los *AP* (Access Point) que cubrirán el interior y el exterior del edificio 37 y el exterior del edificio 36. (Ver Gráfico 6)

### Esquema General del Prototipo Inalámbrico

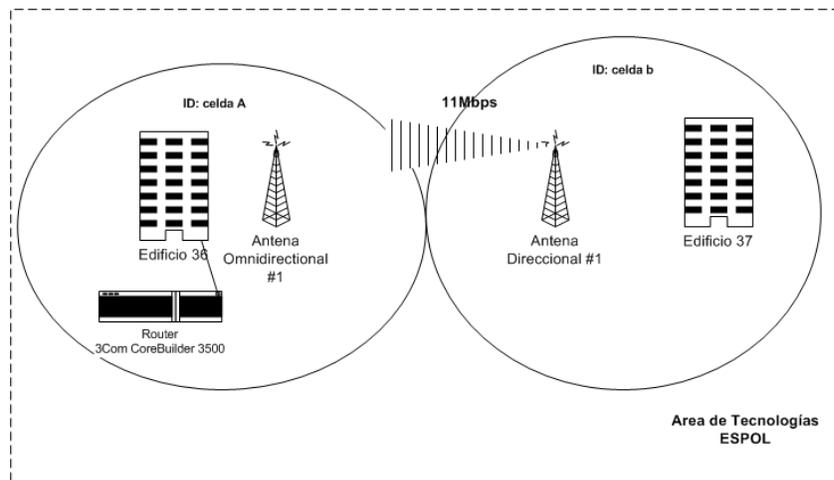
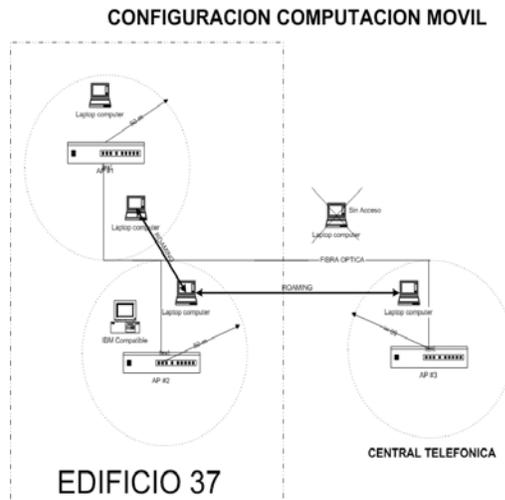


Gráfico 5 Esquema General del prototipo

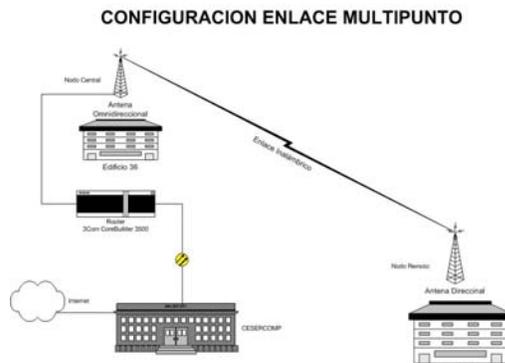
### Esquema del sistema de la red Inalámbrica



**Gráfico 6** Esquema de la red inalámbrica

El sistema de red inalámbrica esta ubicada en el edificio 37 en el área de Tecnologías. La red esta compuesta por 3 AP (Access Point) que generan la red inalámbrica.(ver Gráfico 7) Dos celdas están ubicadas dentro del edificio 37 y una celda en la central telefónica. Los AP están interconectados entre si usando la red interna del edificio. Esta red esta formada por 4 Hubs y el cable es UTP cat 5.

### Esquema del sistema del Enlace punto a punto



**Gráfico 7** Esquema lógico del enlace multipunto

El sistema del enlace punto a punto esta ubicado en los edificios 36 y 37 del área de Tecnologías. Este sistema esta formado por un nodo central y un nodo remoto.(Ver Gráfico 8) El nodo central está ubicado sobre el edificio 36 y esta conectado al switch 3COM Corebuilder. El nodo central usa una antena omnidireccional. El nodo remoto esta ubicado en el edificio 37 y esta conectado a la red interna del edificio.

El nodo remoto usa una antena direccional que esta apuntando al nodo central.

## 5. Pruebas realizadas para comprobar las ventajas y desventajas entre una red tradicional y una red inalámbrica

El cliente convencional y el cliente inalámbrico tienen ventajas y desventajas que se deben tomar en cuenta cuando se elige una solución para la interconexión. Las pruebas fueron realizadas en los prototipos implementados en el área de Tecnologías.

El escenario de pruebas de red tradicional se usa para comunicar varias computadoras entre sí. Los clientes tradicionales se conectan mediante cable y los clientes inalámbricos se conectan usando ondas de radio. A continuación se describe las ventajas y desventajas de usar cada una de estos escenarios.

### Cliente Tradicional

- Ventajas
  - El tiempo de respuesta es pequeño en el orden de milisegundos
  - El *Throughput* mayor en relación al cliente inalámbrico
  - El costo económico es menor en relación a instalar una red inalámbrica
- Desventajas
  - El tiempo de instalación de los equipos es mayor y más complejo porque deben seguir las normas del cableado estructurado.
  - No es muy flexible ni escalable porque depende directamente de la cantidad de puntos de datos instalados.

### Cliente Inalámbrico

- Ventajas
  - El tiempo de instalación de los equipos inalámbricos es menor porque solo se necesita el *Access Point* para generar la celda inalámbrica
  - La escalabilidad y la flexibilidad del ambiente permite añadir usuarios/clientes sin problema dentro de la cobertura de la celda.
- Desventajas
  - La tecnología inalámbrica tiene problemas de interferencia originados por obstáculos y fuentes de radio como microondas
  - Las velocidades de los clientes inalámbricos no igualan a las velocidades de los clientes tradicionales
  - Los costos de los equipos inalámbricos son mayores pero no se considera como una gran desventaja

Como se puede observar de las ventajas y desventajas del cliente tradicional y del cliente inalámbrico descritas anteriormente, se puede concluir las siguientes cosas:

- El cliente tradicional se lo usa en ambientes en los cuales se necesita tiempo de respuestas bajos. También se lo debería usar en ambientes donde el número de usuarios móviles sea bajo.
- El cliente inalámbrico se lo usa en ambientes en los cuales se necesita la flexibilidad y escalabilidad de usuarios; es decir, permitir la movilidad de los clientes principalmente para usuarios con computadoras portátiles.

El escenario de enlace entre dos o más puntos se usa para interconectar edificios que tienen su propia red interna. Los clientes tradicionales se conectan mediante cable usualmente fibra óptica y los clientes inalámbricos se conectan usando antenas que transmiten la señal de radio a grandes distancias. A continuación se describe las ventajas y desventajas de usar cada una de estas tecnologías.

#### Cliente Tradicional

- Ventajas
  - El tiempo de respuesta es menor en comparación al tiempo de respuesta del cliente inalámbrico.
  - El *Throughput* es mayor en relación al cliente inalámbrico
- Desventajas
  - El tiempo de instalación es alto porque deben encontrar rutas físicas o construir dichas rutas para pasar el cable UTP o fibra óptica.
  - El costo es directamente proporcional a la distancia entre los dos puntos, a mayor distancia el costo se elevará.

#### Cliente Inalámbrico

- Ventajas
  - El costo de equipos es menor que el cliente tradicional cuando son grandes distancias entre los dos puntos.
  - El tiempo de instalación es menor al tiempo que necesita el cliente tradicional porque no necesita un camino físico entre los dos puntos, sólo necesita tener línea de vista
- Desventajas
  - Los tiempos de respuestas son mayores que la tecnología que usa el cliente tradicional
  - El cliente inalámbrico es propenso a las interferencias causadas por los obstáculos como los árboles.

Como se puede observar de las ventajas y desventajas del cliente tradicional y del cliente inalámbrico descritas anteriormente, se puede concluir las siguientes cosas:

- El cliente tradicional se debería usar cuando en escenarios que el tiempo de respuesta es primordial como aplicaciones de tiempo real, videoconferencias, transmisión de video a través de una Intranet, etc.
- El cliente inalámbrico se debería para conexiones entre edificios que no exista una ruta física para la interconexión. También, se lo debería usar cuando la conectividad es más importante que el tiempo de respuesta como sería conectar un edificio que tiene habitaciones para estudiantes

## **CONCLUSIONES**

- Las redes inalámbricas favorecen a escenarios que necesitan flexibilidad y escalabilidad para sus clientes móviles como son las computadoras portátiles.
- Los enlaces punto a punto o multipunto favorece a escenarios en los cuales los edificios están ubicados a grandes distancias entre si.
- La seguridad en las redes inalámbricas es un punto importante que se debe tomar en cuenta porque el acceso en la mayoría de los escenarios es público.
- La red inalámbrica dentro del campus Gustavo Galindo generará varios beneficios para la comunidad politécnica. Algunos beneficios que se obtendría son los siguientes:
  - Resolver el problema de los laboratorios insuficientes para los estudiantes. La cantidad de laboratorios dentro de la ESPOL son insuficientes para la cantidad de estudiantes. Al tener todo el campus “conectado” usando equipos de redes inalámbricos se implementaría un laboratorio. Este laboratorio no tendría elevados gastos de adquisición y mantenimiento de computadoras. Otro beneficio es los estudiantes podrían acceder a Internet en cualquier parte dentro de la cobertura de la red o laboratorio sin necesidad de estar conectado usando cable.
  - Explotar la nueva infraestructura con aplicaciones móviles. Una tendencia actual del mercado de servicios es obtener información crítica en cualquier lugar donde me encuentre. La infraestructura inalámbrica permitiría investigar y desarrollar aplicaciones móviles que pueden ser útiles para los usuarios internos de la ESPOL. Un ejemplo en concreto es el proyecto *Mobile Office* que permite acceder a la computadora remota usando un PDA.
  - Imagen tecnológica. La ESPOL ganaría prestigio al tener un campus inalámbrico y demostraría que esta usando tecnología de punto para beneficio de la comunidad.

## **BIBLIOGRAFIA**

1. Federico Raue, “Análisis, diseño e implementación de una solución técnica para ampliar la cobertura del BACKBONE de la ESPOL usando dispositivos inalámbricos” (Tesis, Facultad de Ingeniería Eléctrica y Computación, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1979)
2. Jim Geier, Wireless LANs, (1ra. Edición, USA, Macmillan Technical Publishing, 1999) pp. 39 – 41
3. Jim Geier, Wireless LANs, (1ra. Edición, USA, Macmillan Technical Publishing, 1999) pp, 8 - 14