

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

V JORNADA DE INFORMÁTICA

CONFERENCIA: **DISEÑO DE REDES INALÁMBRICAS.**

EXPOSITOR: **RAÚL ENRIQUE DUTARI DUTARI.**

FECHA: **19 DE NOVIEMBRE DE 2009.**

HORA: **09:00 A. M.**

LUGAR: **AUDITÓRIUM DEL CENTRO REGIONAL UNIVERSITARIO
DE VERAGUAS.**

DIRIGIDA A: **PROFESORES UNIVERSITARIOS, PROFESIONALES Y
ESTUDIANTES QUE PARTICIPARON EN EL EVENTO.**

DURACIÓN: **40 MINUTOS.**

OBJETIVO GENERAL

1. Exponer los criterios que se deben seguir al momento de diseñar redes inalámbricas de área local WLAN.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Caracterizar la funcionalidad de las redes WLAN.
2. Clasificar a las redes WLAN.
3. Enumerar los dispositivos básicos de las redes WLAN.
4. Exponer los modos de operación de las redes WLAN.
5. Establecer las principales características del estándar 802.11 WLAN.
6. Identificar las pautas principales que se deben respetar al emplear los canales de comunicación en las redes WLAN.
7. Exponer los requerimientos de diseño básicos se deben seguir al diseñar redes WLAN.
8. Contrastar las barreras de transmisión que pueden disminuir el alcance de las redes WLAN.
9. Establecer los criterios generales más relevantes que se deben respetar al momento de establecer el alcance de una red WLAN.
10. Tipificar las formas en que se puede presentar la interferencia entre canales dentro de una red WLAN.
11. Plantear algunas de las normas más importantes que se deben acatar cuando se diseñan redes WLAN.

TABLA DE CONTENIDOS

| | | |
|------|---|----|
| 1. | LA PROMESA WIRELESS. | 1 |
| 2. | FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LAS REDES INALÁMBRICAS. | 2 |
| 2.1. | ARQUITECTURA DE LAS REDES INALÁMBRICAS. | 2 |
| 2.2. | TIPOS DE REDES INALÁMBRICAS. | 2 |
| 2.3. | DISPOSITIVOS BÁSICOS DE LAS WLAN. | 6 |
| 2.4. | MODOS DE OPERACIÓN WLAN. | 8 |
| 2.5. | PARTICULARIDADES DEL ESTÁNDAR 802.11 WLAN. | 9 |
| 2.6. | EL EMPLEO DE LOS CANALES EN LAS WLAN. | 11 |
| 3. | REQUERIMIENTOS DE DISEÑO DE LAS REDES INALÁMBRICAS. | 12 |
| 3.1. | BARRERAS DE TRANSMISIÓN. | 13 |
| 3.2. | MEDICIONES DE LOS NIVELES DE INTERFERENCIA Y ALCANCE DE LAS REDES INALÁMBRICAS. | 14 |
| 3.3. | INTERFERENCIAS ENTRE CANALES. | 16 |
| 4. | ALGUNAS REGLAS PRÁCTICAS PARA DISEÑAR REDES INALÁMBRICAS. | 17 |

| | | |
|------|--|----|
| 4.1. | DENSIDAD DE USUARIOS PARA LA RED INALÁMBRICA. | 19 |
| 4.2. | PROCEDIMIENTO GENERAL DE DISEÑO DE LAS REDES INALÁMBRICAS. | 20 |
| 4.3. | EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE LAS REDES INALÁMBRICAS. | 21 |
| 4.4. | RECOMENDACIONES FINALES AL DISEÑAR REDES INALÁMBRICAS. | 22 |
| 5. | CONCLUSIONES | 24 |
| 6. | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 25 |

1. LA PROMESA WIRELESS.

Una de las tecnologías más prometedoras y discutidas en los últimos tiempos, es la que permite comunicar computadoras mediante tecnologías inalámbricas, ya que facilitan el uso de computadoras donde los equipos no pueden permanecer en un solo lugar; tales como almacenes u oficinas de varios pisos, así como en locales donde el espacio es limitado.

No se espera que las redes inalámbricas lleguen a reemplazar completamente a las redes cableadas. Estas ofrecen velocidades de transmisión mayores que las logradas con la tecnología inalámbrica.

Mientras que las redes inalámbricas actuales ofrecen velocidades de 108 Mbps (802.11N), las redes cableadas ofrecen velocidades de 1Gbps y se espera que alcancen velocidades mayores próximamente. Los sistemas de Cable de Fibra Óptica logran velocidades aún mayores.

Sin embargo, es muy práctico realizar la mezcla de las redes cableadas y las inalámbricas, y de esta manera generar una “Red Híbrida”, que permite resolver el problema de conectividad en los últimos metros hasta la estación de trabajo. Se puede considerar que el sistema cableado es el componente principal de la red y el componente inalámbrico le proporciona movilidad adicional al equipo para que el operador se pueda desplazar con facilidad dentro de un almacén o una oficina.

Los requerimientos de diseño que se deben considerar al momento de crear una red inalámbrica local WLAN, así como la forma en que estos se implementarán son el eje central de esta conferencia.

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LAS REDES INALÁMBRICAS.

A continuación se expondrán algunos de los conceptos teóricos más relevantes que fundamentan el diseño de las redes locales inalámbricas.

2.1. ARQUITECTURA DE LAS REDES INALÁMBRICAS.

Estructuralmente, las redes inalámbricas son similares a las redes cableadas; sus diferencias se encuentran ubicadas, exclusivamente, en las capas 1 y 2 del modelo OSI - física y de enlace de datos, respectivamente – **[STAL04]**.

En consecuencia, para los fines de esta exposición, sólo resulta relevante considerar los aspectos relativos a estas capas, ya que las consideraciones relacionadas con las capas restantes – capa 3 o de Red, en adelante -, son exactamente idénticos a los que se consideran en las redes cableadas.

2.2. TIPOS DE REDES INALÁMBRICAS.

Las redes inalámbricas involucran más que simplemente redes locales de computadoras. Así se consideran, entre otros casos **[GUOS07]**:

- **Enlaces inalámbricos punto a punto o multipunto:** los enlaces punto a punto, se construyen utilizando antenas que deben tener una buena línea de visión entre si, a un máximo de 40 km; en tanto que los enlaces punto a multipunto, se construyen utilizando un nodo central que actúa como mecanismo de intercomunicación entre los restantes nodos, todos localizados a un máximo de 40 km. Es decir, se establecen cuando se

desea comunicar edificios o locales situados a larga distancia y que únicamente se comuniquen entre si, formando una línea o un árbol, tal como se aprecia en la siguiente ilustración.

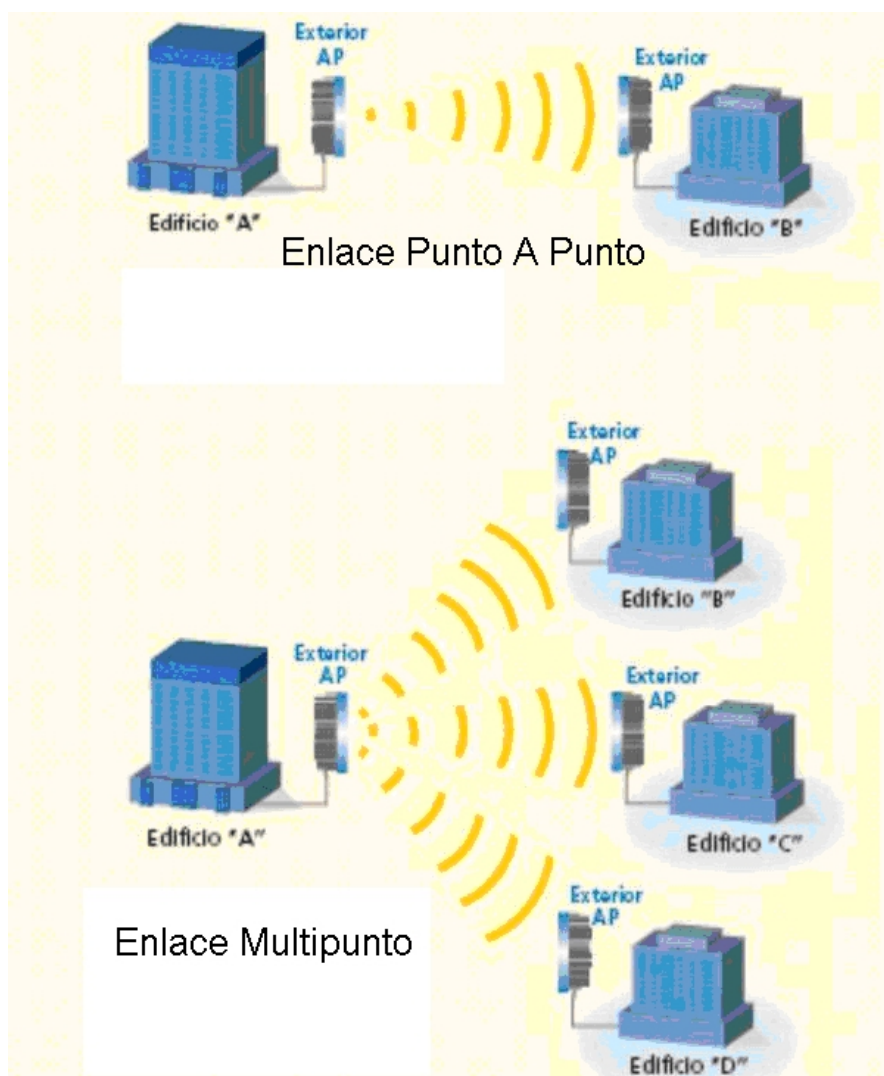


Ilustración 1: Enlaces Inalámbricos Punto A Punto O Multipunto

- **LAN inalámbricas 802.11X:** son el eje de esta exposición; están constituidas por redes de área local - dentro de un alcance de 20 a 300 metros -, que utilizan como medio de comunicación entre los equipos al espectro radioeléctrico. Son mejor conocidas como redes Wi-Fi. Constan

generalmente de uno o más tipos receptores – PC portátiles o de mesa, así como PDA's -, interconectadas por una o más celdas transmisoras, dependiendo de la configuración de la red - conocidos como puntos de acceso -, todos respetando la norma IEEE 802.11X, tal como se aprecia en la siguiente ilustración [CNAP06].

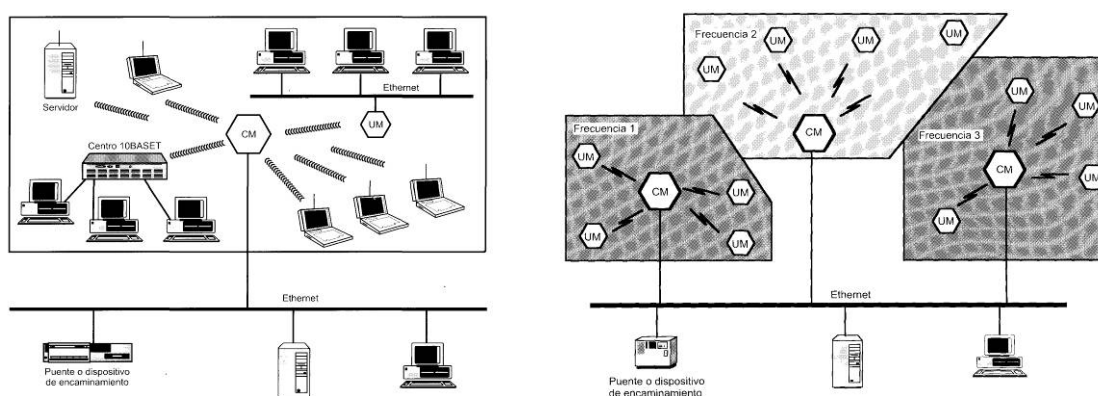


Ilustración 2: LAN Inalámbrica 802.11X, Con Una Celda Y Con Celdas Múltiples

- **Bucles Locales Inalámbricos:** se construyen a partir de varias estaciones de emisoras / receptoras terminales que se enlazan vía inalámbrica a través de una antena central, tal como se aprecia en la siguiente ilustración [CNAP06].



Ilustración 3: Bucles Locales Inalámbricos

- **Telefonía móvil con voz y datos:** está constituida por las redes de teléfonos móviles, antenas, enlaces troncales y centrales telefónicas que permiten establecer comunicación de voz y datos a usuarios móviles, tal como se aprecia en la siguiente ilustración.

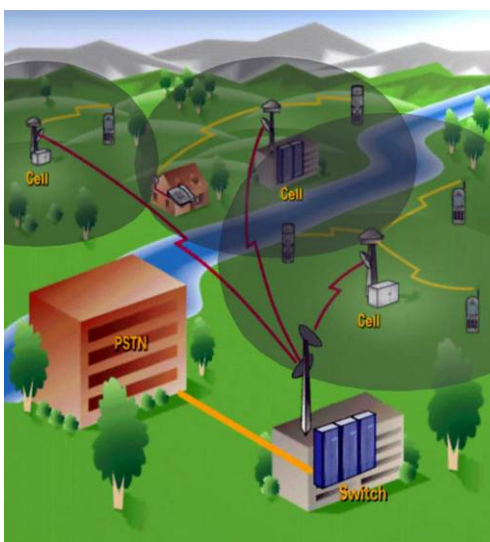


Ilustración 4: Telefonía Móvil Con Voz Y Datos

2.3. DISPOSITIVOS BÁSICOS DE LAS WLAN.

Las redes locales inalámbricas, se constituyen estructuralmente por los siguientes componentes:

- **Conmutadores:** También conocidos como switches; constituyen el mecanismo de enlace entre los componentes inalámbricos de la red, y las redes cableadas tradicionales. En la ilustración siguiente se puede observar un conmutador como el que se puede encontrar en cualquier red local cableada:



Ilustración 5: Conmutador

- **Punto de Acceso:** es un dispositivo que se encarga, esencialmente, de establecer el enlace con los equipos que se desean conectar a la red inalámbrica, en términos de las direcciones de hardware – o direcciones MAC -, y en ocasiones, en términos de las direcciones IP. Desde el punto de vista de las redes de cable, se le debe observar cómo un conmutador o concentrador. Este dispositivo se puede observar en la siguiente ilustración:



Ilustración 6: Punto De Acceso

- **Clientes Inalámbricos:** están constituidos por interfaces de comunicación que poseen la capacidad de establecer conexiones con los puntos de acceso, - mejor conocidos como tarjetas de red -. Se pueden diseñar para equipos de mesa o para computadoras portátiles, tal como se pueden observar en la siguiente ilustración:

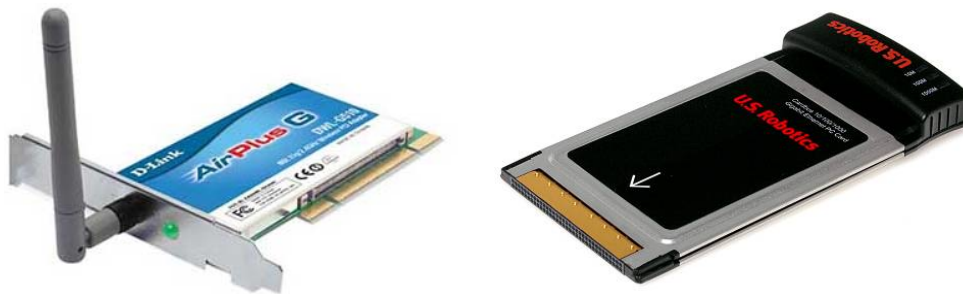


Ilustración 7: Clientes Inalámbricos

2.4. MODOS DE OPERACIÓN WLAN.

Las redes inalámbricas locales pueden operar esencialmente en dos modos [FORO07]:

- **Modo Ad Hoc:** en este modo, los equipos se interconectan entre si de manera directa, no hay sistemas o dispositivos que actúen como intermediarios entre los equipos terminales. Es el equivalente a establecer una conexión entre dos computadoras, vía cable, utilizando un cable cruzado o cross over. Este modo de operación se puede observar en la siguiente ilustración:

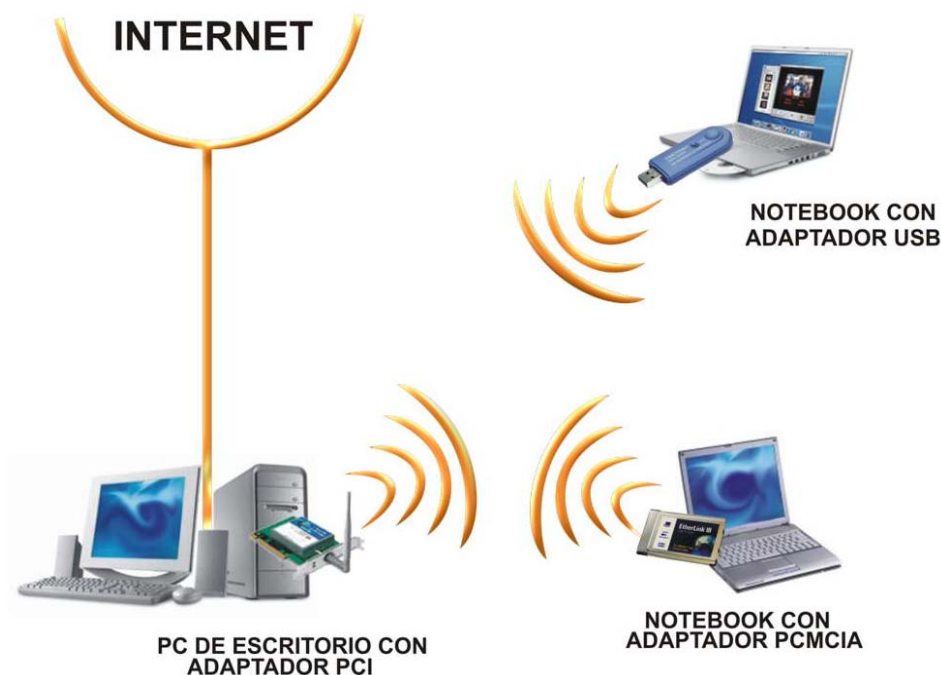


Ilustración 8: Modo Ad Hoc

- **Modo Infraestructura:** bajo esta modalidad, se requiere que existan puntos de acceso que establecen el enlace entre los equipos clientes así como el vínculo hacia los niveles superiores de la red. Es el equivalente a

crear una red cableado la utilizando un concentrador o conmutador. Éste modo de operación se puede observar en la siguiente ilustración:

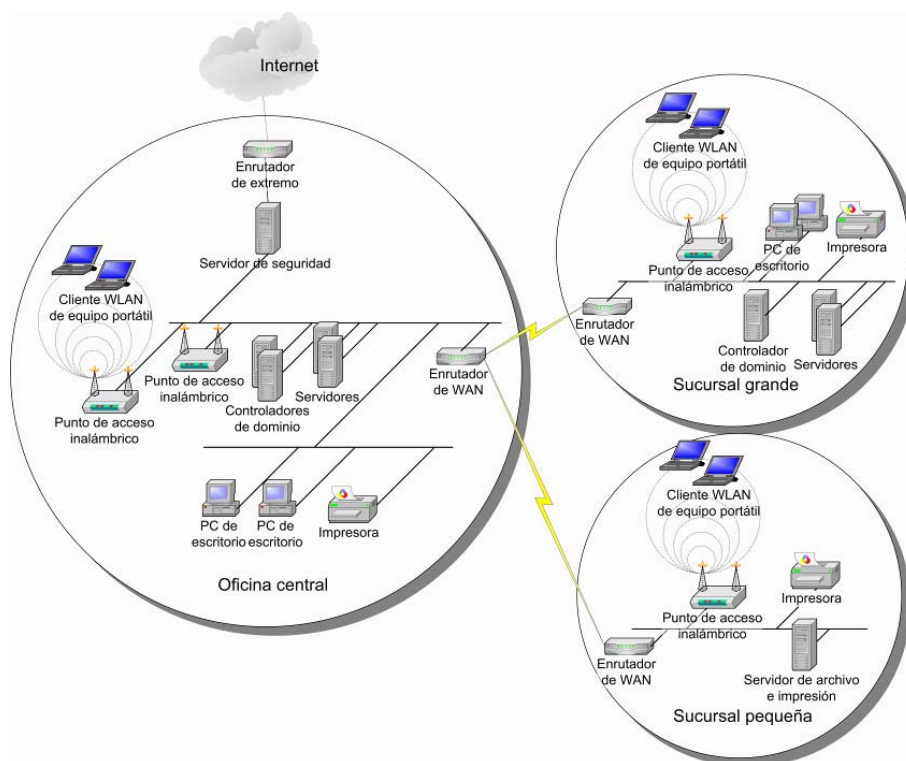


Ilustración 9: Modo Infraestructura

2.5. PARTICULARIDADES DEL ESTÁNDAR 802.11 WLAN.

Las redes inalámbricas locales se caracterizan por los siguientes atributos [STAL04]:

- En la actualidad, generalmente utilizan la banda de 2.45GHz, aunque se han implementado diseños utilizando la banda de 5.00GHz.
- Cuando operan en la banda de 2.45GHz, son altamente susceptibles a la interferencia de una gran variedad de equipos electro domésticos, tales como: teléfonos inalámbricos, hornos microondas, entre otros.

- Los transmisores, ubicados en los puntos de acceso y en las tarjetas muebles, generalmente transmiten o residen a una potencia de 100mW, aunque en algunos de estos dispositivos, esta potencia se puede configurar.
- Dependiendo de la calidad del enlace, así como de la interferencia provocada por los medios externos en el área de cobertura de la señal, el ancho de banda del canal de datos, será ajustado a: 1Mbps, 2 Mbps, 5.5 Mbps o 11Mbps, entre otros casos, cuando se establece el enlace de comunicación entre el punto de acceso y las tarjetas inalámbricas.
- El ancho de banda nominal para las redes locales inalámbricas se ha establecido entre los 10 y 108Mbps, dependiendo de la calidad del enlace. Dado que no están estandarizados, los enlaces a más de 108Mbps no se consideran dentro de esta exposición.
- En la práctica, el ancho de banda de efectivo de una red local inalámbrica no alcanza más que 4 a 5Mbps, en el mejor de los casos.
- Dependiendo de las condiciones ambientales y estructurales del medio local, el alcance máximo de las redes locales inalámbricas varía entre 20m y 300m.
- La variación en los tipos de materiales de construcción, ambientes, así como la ubicación de los puntos de acceso con respecto a los clientes inalámbricos, alteran dramáticamente el alcance efectivo de las redes locales inalámbricas.

2.6. EL EMPLEO DE LOS CANALES EN LAS WLAN.

Los canales son intervalos de frecuencias del espectro radioeléctrico, en los que una señal se transmite y puede ser captada por otros equipos de características similares [ROSS03].

Las técnicas de transmisión para los canales son, entre otras [CNAP06]:

- **FHSS:** también conocida como espectro expandido por salto de frecuencia - Frequency Hopped Spread Spectrum -.
- **DSSS:** o espectro expandido por frecuencia directa - Direct Sequence Spread Spectrum -.
- **OFDM:** o multiplexación por división ortogonal de frecuencias - Orthogonal Frequency Division Multiplexing -.

Lo cierto es que tanto los puntos de acceso como las estaciones se tienen que comunicar utilizando el mismo canal y la misma técnica, o de lo contrario, la comunicación será imposible.

El estándar IEEE 802.11 define 14 canales de transmisión, como una apertura de 22MHz y una separación de 5MHz entre canal, a partir de frecuencia 2.401GHz, llegando hasta 2.462GHz.

Esta norma ha tenido algunos ajustes dependiendo de las regiones geográficas, así en Europa se emplean 13 canales en tanto que en los EE.UU. y América se emplean únicamente 11 canales. Adicionalmente, ciertas tarjetas inalámbricas PC-Card de algunos fabricantes, no disponen de los canales 12 y 13.

Para el caso de América, el cuadro que se muestra a continuación, ilustra las características generales de los canales utilizados en el área:

| Canal | Apertura GHz | Amplitud del Centro GHz | Extremo Izquierdo GHz | Centro GHz | Extremo Derecho GHz |
|-------|-----------------|-------------------------------|-----------------------------|---------------|---------------------------|
| 1 | 0.022 | 0.011 | 2.401 | 2.412 | 2.423 |
| 2 | 0.022 | 0.011 | 2.406 | 2.417 | 2.428 |
| 3 | 0.022 | 0.011 | 2.411 | 2.422 | 2.433 |
| 4 | 0.022 | 0.011 | 2.416 | 2.427 | 2.438 |
| 5 | 0.022 | 0.011 | 2.421 | 2.432 | 2.443 |
| 6 | 0.022 | 0.011 | 2.426 | 2.437 | 2.448 |
| 7 | 0.022 | 0.011 | 2.431 | 2.442 | 2.453 |
| 8 | 0.022 | 0.011 | 2.436 | 2.447 | 2.458 |
| 9 | 0.022 | 0.011 | 2.441 | 2.452 | 2.463 |
| 10 | 0.022 | 0.011 | 2.446 | 2.457 | 2.468 |
| 11 | 0.022 | 0.011 | 2.451 | 2.462 | 2.473 |

Cuadro 1: Canales De Las WLAN En América

3. REQUERIMIENTOS DE DISEÑO DE LAS REDES INALÁMBRICAS.

La redes inalámbricas locales tienen, esencialmente dos requerimientos básicos de diseño, a saber **[FORO07]**:

- **Cobertura completa dentro del área establecida:** es decir, que la zona en la que se desea que se puede alcanzar la señal de la red inalámbrica, no debe tener áreas donde está señal se debilite significativamente o no se perciba en absoluto.
- **Capacidad suficiente para soportar el tráfico exigido:** en pocas palabras, el ancho de banda disponible en el área de cobertura, debe ser

suficiente para suplir razonablemente, los requerimientos de un número adecuado de equipos clientes. La sobresaturación de equipos clientes, así como el abuso en el empleo el ancho de banda disponible en la red dificultarán el logro de este objetivo de diseño.

Los requerimientos anteriores se satisfacen cuando:

- Los puntos de acceso se ubican adecuadamente, de manera que se minimicen las barreras de transmisión entre ellos y los equipos clientes.
- En cada punto de acceso, se asigna un canal de transmisión adecuado, de manera que se minimice o anule la interferencia entre canales.
- El ancho de banda que se asigna a la red inalámbrica se calcula tomando en cuenta los requerimientos reales de los equipos clientes, considerando además un excedente destinado a ser utilizado por el crecimiento futuro de la red.

3.1. BARRERAS DE TRANSMISIÓN.

Las barreras de transmisión representan obstáculos importantes en el proceso de propagación de las señales inalámbricas. Dependiendo del tipo de material, pueden llegar a hacer un factor importante en la presencia o ausencia de la interferencia en las señales emitidas o recibidas **[RESE05]**.

- La madera, los plásticos, así como el vidrio, son materiales que no representan barreras de transmisión importantes.
- Por el contrario, el concreto armado y los ladrillos son barreras significativas para las señales inalámbricas.

- Adicionalmente, los metales, por ser transmisores naturales de la corriente eléctrica, actúan como antenas potenciales, por lo que tienen capacidad propia a inducir niveles significativos de ruido en las señales transmitidas.

De esta manera, en un ambiente abierto, libre de barreras de transmisión, se puede lograr un alcance de 100 metros a la redonda sin dificultad.

En cambio, en ambientes cerrados, tales como edificios, las barreras de transmisión pueden representar que el alcance disminuya significativamente, al punto de que sólo se puedan lograr entre 20 y 60 metros de cobertura, no necesariamente simétrica.

La interferencia en las señales es un problema importante que no debe ser subestimado ya que un nivel relativamente grande de errores, significa que los paquetes transmitidos llevaban errores y requerirán ser reenviados, lo que a su vez significa que la señal tendrá cambios importantes en su velocidad.

En presencia de una cantidad elevada de errores - dependiente del fabricante de hardware -, el dispositivo disminuirá la velocidad de conexión, hasta alcanzar un nivel adecuado de errores de recepción, o en su defecto, perder definitivamente la conexión [RESE05].

3.2. MEDICIONES DE LOS NIVELES DE INTERFERENCIA Y ALCANCE DE LAS REDES INALÁMBRICAS.

A menos que se tenga un dominio razonable de las matemáticas superiores, no existen reglas simples de cálculo que permitan establecer, a ciencia cierta, los

niveles de interferencia y en consecuencia el alcance que tiene una red inalámbrica, bajo un escenario particular.

En la mayoría de los casos, la solución de este problema se logra, empíricamente, a través de mediciones sistemáticas del alcance e intensidad de la señal que es emitida por los puntos de acceso, al ser percibida por los equipos receptores **[BING08]**.

- Las pruebas antes mencionadas se deben realizar de manera metódica, sistemática, elaborando un mapa de cobertura, donde se señala - para cada una de las áreas relevantes de la zona de cobertura -, cuáles son los niveles de intensidad de la señal y la distancia medida de este punto hasta la localización del punto de acceso.
- En el caso que la red inalámbrica se instale en un edificio de varios pisos, se debe tener especial cuidado al escoger el recinto donde se ubicaba el punto de acceso, ya que bajo este escenario, la zona de cobertura se convierte en tridimensional. Esto sucede al considerar la posibilidad de que el punto de acceso permita establecer enlaces en los pisos superior e inferior, con respecto al piso donde se ubica el punto de acceso, dependiendo del tipo de material utilizado para construir las losas de cada piso, al cómo se puede apreciar en la siguiente ilustración.

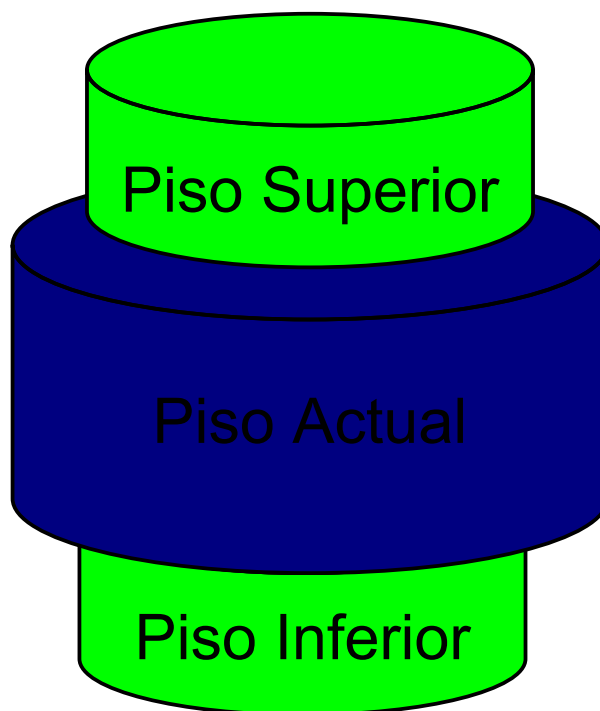


Ilustración 10: Volumen De Cobertura Idealizado Para Un Punto De Acceso

3.3. INTERFERENCIAS ENTRE CANALES.

Las interferencias, que se provocan a nivel de los canales de transmisión de los puntos de acceso, se clasifican esencialmente en dos tipos [CNAP06]:

- **Interferencia co - canal:** que se produce cuando dos o más puntos de acceso, con áreas de cobertura entrecruzadas, transmiten utilizando el mismo canal, solapando completamente sus señales.
- **Interferencia inter - canal:** se presenta cuando los puntos de acceso, con áreas de cobertura entrecruzadas, transmiten utilizando canales adyacentes, que tienen un intervalo de frecuencia interceptado. Bajo esta perspectiva, la interferencia co - canal se puede considerar como un caso extremo de la interferencia inter - canal.

Tanto la interferencia co - canal como la inter - canal pueden limitar con severidad el rendimiento de la WLAN, ya que será una fuente constante de errores de transmisión y paquetes perdidos.

4. ALGUNAS REGLAS PRÁCTICAS PARA DISEÑAR REDES INALÁMBRICAS.

Las normas IEEE permiten establecer algunos lineamientos generales que se deben respetar al momento de diseñar redes inalámbricas, entre ellos los más relevantes se encuentran [REYN03]:

- **Espaciar lo más que sea posible, los puntos de acceso, asegurando la cobertura completa del área:** de esta manera, se ayuda a reducir significativamente la interferencia co - canal en el caso en que ésta se pueda presentar. Adicionalmente se minimizan los costos de equipo y su instalación.
- **Asignar los canales de transmisión de manera que se minimice la interferencia inter - canal:** en tal sentido, se exponen varios escenarios típicos con la forma en que se deben organizar:
 - ✓ **Asignación de canales sin considerar el espaciamiento inter - canal:** bajo este escenario, se observará que el extremo inferior de cada canal se diferencia con el siguiente en 5KHz, de acuerdo al Cuadro 1, como se puede observar en la ilustración siguiente:

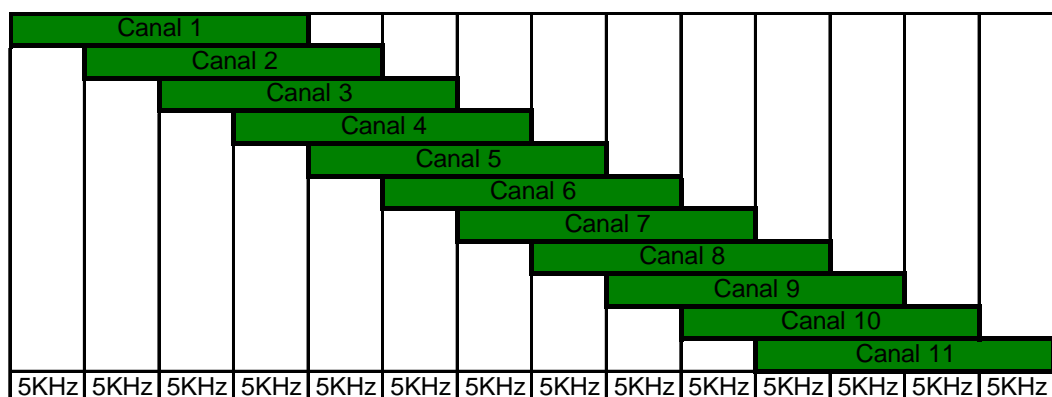


Ilustración 11: Asignación De Canales Sin Considerar La Interferencia Inter - Canal

- ✓ **Edificaciones que poseen únicamente una planta:** en este caso, los puntos de acceso adyacentes deben utilizar los canales 1, 6 y 11, exclusivamente, evitando así cualquier tipo de interferencia inter - canal, tal como se aprecia en la siguiente ilustración:

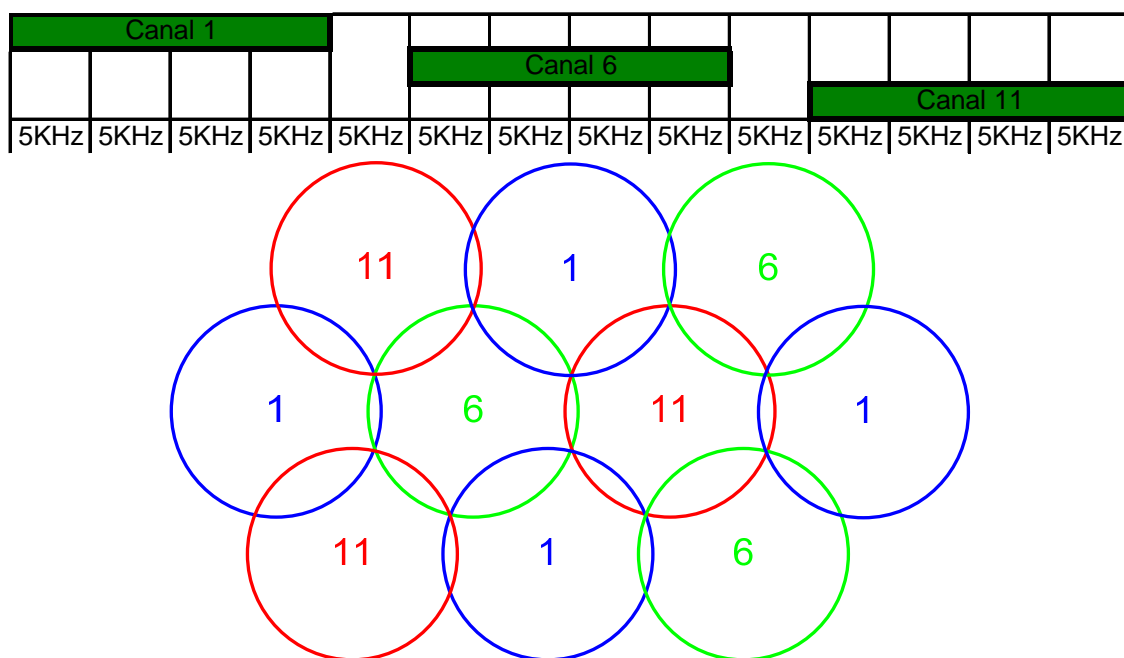


Ilustración 12: Asignación De Canales Sin Interferencia Para Una Planta

- **Edificaciones que poseen varias plantas:** en este caso, los puntos de acceso adyacentes deben utilizar los canales 1, 4, 7 y 11, exclusivamente, minimizando la interferencia inter - canal a sólo 7MHz, tal como se aprecia en la siguiente ilustración:

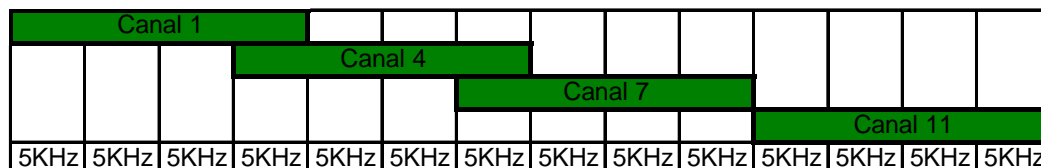


Ilustración 13: Asignación De Canales Para Varias Plantas Con Interferencia Inter - Canal Mínima

4.1. DENSIDAD DE USUARIOS PARA LA RED INALÁMBRICA.

Cuando se diseña una red inalámbrica, se debe considerar las densidades de usuarios probables, frente a la disponibilidad del servicio. Es decir, cuántas conexiones potenciales estarán disponibles en un área geográfica determinada, frente a las conexiones necesarias para ofrecer el servicio a los usuarios que así lo requieran [OLEX05].

Por ejemplo: Una zona escolar, tal como aulas de clases o una biblioteca, se espera que tenga una alta densidad de usuarios, en función a que los puntos de acceso deben suministrar el servicio a varias aulas de clase, considerando además que en cada aula de clases se encontrarán muchos usuarios del servicio.

Si la densidad de usuarios es demasiado elevada, se puede utilizar hasta tres puntos de acceso empleando distintos canales para cubrir la misma área, sin

solapamiento de señal, ofreciendo un total de $254 \times 3 = 762$ conexiones potenciales.

Se debe recordar que cada punto de acceso es capaz de ofrecer hasta 254 conexiones potenciales, condicionadas por el rango de direcciones disponible. Sin embargo, en general, las densidades de usuarios son relativamente bajas, al comparar las contra las conexiones potenciales de los puntos de acceso.

4.2. PROCEDIMIENTO GENERAL DE DISEÑO DE LAS REDES INALÁMBRICAS.

A grandes rasgos, cuando se diseña una red inalámbrica, se deben respetar ciertos procedimientos básicos. A saber **[ROSS03]**:

- Adquirir o construir un plano del área donde se desea ofrecer el servicio; donde aparezcan, claramente resaltados, los obstáculos naturales o artificiales que podrían ofrecer problemas potenciales de interferencia de señal; además de un aproximado de la cantidad de usuarios potenciales que tendrá el servicio.
- Basándose en el plano antes descrito, se deben ubicar los puntos de acceso, de manera tentativa, así como sus enlaces a las redes de cable correspondientes y la distribución de canales correspondiente.
- Se reajusta la ubicación de los puntos de acceso, con base en mediciones de campo de la intensidad de señal percibida en puntos estratégicos del área donde se desea ofrecer el servicio; de manera iterativa. Éste proceso se debe repetir hasta que se logre un diseño satisfactorio.

4.3. EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE LAS REDES INALÁMBRICAS.

Es difícil encontrar una red inalámbrica completamente pura, es decir, sistema donde no se encuentren secciones de la red que utilicen como medio de transmisión alguna variante de cable, tales como: UTP, coaxial, o fibra óptica [CNAP06].

Lo normal es que las redes 802.11X se utilicen como extensión de las redes Ethernet existentes basadas en cable. Dichas redes pueden llegar a ser sumamente complicadas, sobre todo cuando se consideran infraestructuras complejas, tales como un campus universitario o un conjunto de edificios.

La infraestructura de redes cableadas a las que se conectan los puntos de acceso terminales, se conoce como backbone. La solidez y estabilidad de esta red es clave para el buen desempeño de la red inalámbrica en particular, y de la red de cable Ethernet, en general; ya que todos los servicios ofrecidos tanto por la red de cable como la inalámbrica, se fundamentan en la suposición de que la red de cable funciona eficientemente.

Además, es importante recordar que el estándar 802.11X – WLAN - difiere del estándar 802.3X – Ethernet - únicamente en las capas 1 y 2 del modelo OSI - física y de enlace de datos, respectivamente -, por lo que una vez se diseña la red a nivel de la capa 3 en adelante – red -, desaparece la diferenciación entre ellas.

4.4. RECOMENDACIONES FINALES AL DISEÑAR REDES INALÁMBRICAS.

Hay muchos detalles implícitos que se deben considerar al momento de diseñar las redes inalámbricas con la intención de que ellas ofrezcan todo el potencial posible de funcionamiento que posee la tecnología actual. A continuación, se resaltan los que se consideran más relevantes a fin de que se tengan presentes al realizar estos procesos **[REYN03]**:

- Se debe cultivar y mantener una estrecha relación y comunicación con los administradores locales de la red, ya que ellos conocerán en mayor detalle todas las intimidades del entorno donde se instala la red inalámbrica, más que cualquier consultor externo a la empresa o institución. En cualquier momento se requerirá de toda su ayuda.
- Siempre que sea posible, se debe obtener el plano de la red Ethernet existente, si es posible, o en su defecto, levantarlo y contrastarlo contra la realidad, recorriendo el lugar graficado. De esta manera se evita el planteamiento de suposiciones desviadas de la realidad.
- Establecer las densidades máximas de usuarios de acuerdo al diseño y a los equipos utilizados. Con esto se garantiza que los administradores de la red sean conscientes de cuando se requiere ampliar las capacidades de infraestructuras físicas o lógicas existentes, o de cuando se está realizando un uso inapropiado de ellas.
- Los puntos de acceso deben ser ubicados en localizaciones accesibles, pero al mismo tiempo seguras, de manera que los usuarios no

autorizados estén imposibilitados de alcanzarlos, ya sea a nivel físico o lógico.

- Es crítico que se tenga una estricta supervisión del throughput o sobrecarga de la red. Para este fin, la ayuda de los usuarios avanzados es de vital importancia, ya que ellos son los que se verán más afectados por este problema.
- No siempre es recomendable utilizar puntos de acceso que tengan la máxima potencia posible, ya que se está brindando cobertura a zonas que probablemente no la requieren.
- Es mejor distribuir varios puntos de acceso de baja potencia, que permitirán organizar de manera más sistemática la cobertura del área.
- También se puede utilizar la opción de que los puntos de acceso utilicen antenas externas - adecuadamente protegidas de personas no autorizadas -, con las que se puede alterar su alcance de acuerdo a la antena que se instale.
- Hasta donde sea posible, se debe evitar la mezcla de puntos de acceso de diferentes marcas y modelos, ya que se complica innecesariamente la administración de toda la red, por la pérdida de sistematización del proceso de configuración.
- Establecer políticas adecuadas de seguridad, cónsonas con los fines de la empresa, para los usuarios de la WLAN, así como de la red de cable.

5. CONCLUSIONES

- No se espera que las redes inalámbricas lleguen a remplazar completamente a las redes cableadas.
- Sin embargo, es muy práctico realizar la mezcla de las redes cableadas y las inalámbricas, y de esta manera generar una “Red Híbrida”, que permite resolver el problema de conectividad en los últimos metros hasta la estación de trabajo.
- Los requerimientos de Diseño de una red de área local inalámbrica (WLAN) son, esencialmente:
 - ✓ La cobertura completa en el área determinada,
 - ✓ La capacidad suficiente para soportar el tráfico,
 - ✓ Ofrecer los niveles de seguridad adecuados al intercambio de información que realizan los usuarios.
- Estos requerimientos se logran a través de:
 - ✓ La ubicación adecuada de los puntos de acceso,
 - ✓ La asignación adecuada de canales,
 - ✓ La evaluación adecuada del nivel de atenuación que presentan las barreras de transmisión,

- ✓ El establecimiento de políticas de seguridad cónsonas con la funcionalidad que se espera que ofrezca la WLAN.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [BING08] **BING, Benny.** *Emerging Technologies in Wireless LANs: Theory, Design, and Deployment.* Cambridge University Press. EUA. 2008.
- [CNAP06] **CISCO NETWORKING ACADEMY PROGRAM.** *Fundamentos de las Redes Inalámbricas.* Tercera Edición. Editorial Pearson Educación S.A. España, 2006.
- [FORO07] **FOROUZAN, Behrouz A.** *Data Communications and Networking.* 4º edición. Editorial McGraw-Hill. EUA. 2007.
- [GUOS07] **GUTIERREZ, O., OSPINA, O., y CHITO, L.** *IEEE 802.11 a/b/g.* Fecha de Actualización: 2007-abril-18. Fecha de Consulta: 2009-noviembre-18. Disponible en:
<http://www.uniautonoma.edu.co/docentes/gangulo/Aplicaciones/Redes/LAN%20exposiciones/IEEE802.11Terminada.ppt>.
- [OLEX05] **OLEXA, Ron.** *Implementing 802.11, 802.16, and 802.20 Wireless Networks: Planning, Troubleshooting and Operations.* Elsevier, EUA, 2005.
- [RESE05] **REID, Neil y SEIDE, Ron.** *802.11 (Wi-Fi) Manual de Redes Inalámbricas.* Primera Edición. McGraw-Hill. México, 2005.

- [REYN03]** **REYNOLDS, Janice.** *Going Wi-Fi: A Practical Guide to Planning and Building an 802.11 Network.* Primera Edición, CMP Books, EUA, 2003.
- [ROSS03]** **ROSS, John.** *The Book of Wi-Fi: Install, Configure, and Use 802.11b Wireless Networking.* Primera Edición, No Starch Press, EUA, 2003.
- [STAL04]** **STALLINGS, William.** *Comunicaciones y Redes de Computadoras.* 7ma edición. Editorial Pearson. España. 2004.
- [TANE03]** **TANENBAUM, Andrew S.** *Computer Networks.* 4ra edición. Pearson. U.S.A. 2003.
- [WEBB07]** **WEBB, William.** *Wireless Communications: The Future.* John Wiley & Sons Ltd. 2007.