

Manual de recomendaciones para mejorar la cobertura de la red WIFI en la sede principal de la Agencia Nacional de Infraestructura - ANI en la ciudad de Bogotá

Recomendaciones para mejorar el entorno de red WLAN de la ANI
basadas en las mejores prácticas de ingeniería

Recomendaciones
Técnicas para
mejorar la red
WLAN de la ANI
Bogotá sede
principal
Autor: Luis Prieto

Contenido

GLOSARIO.....	2
INTRODUCCIÓN.....	6
JUSTIFICACIÓN.....	7
ANTECEDENTES.....	8
MARCO TEÓRICO.....	17
1 PASOS PARA REALIZAR UNA INSPECCIÓN DE SITIO SITE SURVEY	21
2 PASOS PARA REALIZAR UN PLANNING SURVEY.....	22
3 RECOMENDACIONES PARA MEJORAR EL ENTORNO DE RED WLAN EN LA OFICINA PRINCIPAL DE LA AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA SEDE BOGOTA	23
CONCLUSIONES.....	25
BIBLIOGRAFÍA.....	26

GLOSARIO

- **ANI:** La Agencia Nacional de Infraestructura - ANI, es una Agencia Nacional Estatal de Naturaleza Especial, del sector descentralizado de la Rama Ejecutiva del Orden Nacional, con personería jurídica, patrimonio propio y autonomía administrativa, financiera y técnica, adscrita al Ministerio de Transporte, según decreto 4165
- **IEEE:** El Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica—abreviado como IEEE en inglés Institute of Electrical and Electronics Engineers es una asociación mundial de técnicos e ingenieros dedicada a la estandarización y el desarrollo en áreas técnicas. Con cerca de 425 000 miembros y voluntarios en 160 países, es la mayor asociación internacional sin ánimo de lucro formada por profesionales de las nuevas tecnologías, como ingenieros eléctricos, ingenieros en electrónica, científicos de la computación, ingenieros en informática, matemáticos aplicados, ingenieros en biomedicina, ingenieros en telecomunicación, ingenieros en mecatrónica, etc.
- **Punto de acceso o Access Point -AP:** Los AP o WAP (Access point o Wireless Access point) También conocidos como puntos de acceso. Son dispositivos para establecer una conexión inalámbrica entre equipos y pueden formar una red inalámbrica externa (local o internet) con la que interconectar dispositivos móviles o tarjetas de red inalámbricas. Esta red inalámbrica se llama WLAN (Wireless local area network) y se usan para reducir las conexiones cableadas.
- **Redes inalámbricas de área local (WLAN):** Las redes inalámbricas de área local (WLAN) están diseñadas para proporcionar acceso inalámbrico en zonas con un rango típico de hasta 100 metros y se utilizan sobre todo en el hogar, la escuela, una sala de ordenadores, o entornos de oficina Esto

proporciona a los usuarios la capacidad de moverse dentro de un área de cobertura local y permanecer conectado a la red. Las WLAN se basan en el estándar 802.11 del IEEE y son comercializadas bajo la marca Wi-Fi. Debido a la competencia, otros estándares como HIPERLAN nunca recibieron tanta aplicación comercial. El estándar IEEE 802.11 fue más sencillo de implementar y se hizo más rápido con el mercado. El IEEE 802.11 comprende toda una familia de diferentes estándares para redes inalámbricas de área local. El IEEE 802.11b fue el primer estándar aceptado, admitiendo hasta 11 Mbps en la banda frecuencial sin licencia de 2,4 GHz. Posteriormente, el estándar IEEE 802.11g fue diseñado como el sucesor del IEEE 802.11b con un mayor ancho de banda. Un punto de acceso IEEE 802.11g soportará clientes 802.11b y 802.11g. Del mismo modo, un ordenador portátil con una tarjeta IEEE 802.11g será capaz de acceder a los puntos de acceso 802.11b existentes, así como a los nuevos puntos de acceso 802.11g. Esto se debe a las redes LAN inalámbricas basadas en 802.11g utilizan la misma banda de 2,4 GHz que utiliza el 802.11b. La velocidad de transferencia máxima para el enlace inalámbrico IEEE 802.11g es de 54 Mbps, pero se ve reducida automáticamente cuando la señal de radio es débil o cuando se detecta una interferencia.

- **Wi-Fi:** Wi-Fi es una tecnología de red inalámbrica a través de la cual los dispositivos, como computadoras (portátiles y de escritorio), dispositivos móviles (teléfonos inteligentes y accesorios) y otros equipos (impresoras y videocámaras), pueden interactuar con Internet. Permite que estos dispositivos, entre tantos otros, intercambien información entre sí y establezcan, de esta manera, una red.

La conectividad a Internet se logra a través de un router inalámbrico. Cuando accede a Wi-Fi, se conecta a un router inalámbrico que permite que los dispositivos que admiten Wi-Fi interactúen con Internet.¹

- **Wi-Fi6:** Wi-Fi 6 es un nuevo estándar inalámbrico. También llamado 802.11ax, está preparado para hacer grandes olas en la conectividad de red y las mejoras de la experiencia del usuario.

Wi-Fi 6 abre nuevas posibilidades para la tecnología inalámbrica. La velocidad, la capacidad y el control mejorados no solo respaldarán las aplicaciones existentes con mayor rendimiento y experiencias mejoradas, sino que también impulsarán nuevas innovaciones que cambiarán la forma en que las personas trabajan.

Wi-Fi 6 comenzó su aceleración en 2019, y aunque el estándar se ratificó en septiembre de ese año, Samsung lanzó un dispositivo Wi-Fi 6 en febrero. Cisco trabajó con Samsung detrás de escena para validar que Wi-Fi 6 en realidad ofrece conexiones más rápidas, más capacidad y mayor duración de la batería².

- **WLC:** Una WLC (Wireless LAN Controller) es un controlador de red inalámbrica, un dispositivo que facilita la administración de las redes WLAN al centralizar la gestión de todos los AP permitiendo crear diferentes SSID que se irradian automáticamente por todos los puntos de acceso inalámbricos, también facilita la creación de grupos de AP y permite configurar características de seguridad adicionales.

¹ <https://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/wireless/e-nb-06-preparing-for-wifi-6-ebook-cte-en.html?oid=ebken019104>

² <https://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/wireless/e-nb-06-preparing-for-wifi-6-ebook-cte-en.html?oid=ebken019104>

- **TOPÓGRAFO:** Ingeniero o técnico que estudia la instalación para comprender el comportamiento de RF, descubre áreas de cobertura de RF, verifica la interferencia de RF y determina la ubicación adecuada de los dispositivos inalámbricos.
- **VISITWAVE SITESURVEY:** Software que permite realizar fácilmente estudios de sitios inalámbricos profesionales. Analiza la red Wi-Fi, crea mapas de calor de cobertura, ve vacíos de cobertura, ve el uso, superposición de canales y más.

INTRODUCCIÓN

Este documento quiere denotar las falencias identificadas sobre la Red WiFi en la oficina principal de la Agencia nacional de infraestructura, con el fin de suministrar las recomendaciones pertinentes desde el punto de vista de la ingeniería, para lograr un entorno de red que satisfaga las necesidades de la compañía.

Las recomendaciones se tomaron basadas en un trabajo de investigación realizado previamente, en el presente manual, inicialmente se encontrarán conceptos claves sobre las Redes WLAN y una vez comprendidos los conceptos los siguientes capítulos expondrán las recomendaciones que lograrán mejorar el entorno de red WiFi en la ANI oficina principal.

JUSTIFICACIÓN

El acceso a internet hoy en día es una herramienta fundamental para un correcto desarrollo académico y laboral; según la ONU “el acceso a internet es un derecho humano”³ “La única y cambiante naturaleza de internet no sólo permite a los individuos ejercer su derecho de opinión y expresión, sino que también forma parte de sus derechos humanos y promueve el progreso de la sociedad en su conjunto”, indicó el Relator Especial de la ONU⁴. En la oficina principal de la Agencia Nacional de Infraestructura -ANI sede Bogotá, el personal que se conecta a la red Wi-Fi ha manifestado que evidencia intermitencias y constantes desconexiones, lo cual afecta notablemente su trabajo debido a que pierde la conexión con documentos compartidos, que requieren ser editados a través de la nube de una forma eficiente.

Por tal motivo se debe garantizar que el personal de la ANI tenga acceso a internet con la mayor eficiencia posible. De acuerdo con lo anterior es de suma importancia realizar un análisis de cobertura en la oficina principal de la ANI sede Bogotá, con el fin de identificar las falencias relacionadas a la cobertura de la red WLAN y generar las recomendaciones para mejorar la red Wi-Fi.

³ <https://cnnespanol.cnn.com/2011/06/09/el-acceso-a-internet-un-derecho-humano-segun-la-onu/>

⁴ <https://cnnespanol.cnn.com/2011/06/09/el-acceso-a-internet-un-derecho-humano-segun-la-onu/>

ANTECEDENTES

Redes Inalámbricas Wi-Fi

En el año de 1999 el miembro fundador de la Wireless Ethernet Compatibility Alliance (Wi-Fi Alliance), Phil Belanger⁵, que antes era llamada WECA⁶, sabía que surgía la necesidad de un nombre más fácil de conocer y que la gente lo entendiera y fuera agradable para representar los nuevos estándares de red de conexión local que planteó la IEE 802.11b. Se reunieron los miembros de la Wi-Fi Alliance con algunas firmas importantes de branding y publicidad llamada Interbrand, los que fueron participes en este proyecto, y de aquí surgió el término Wi-Fi.

La Wi-Fi Alliance utilizó el eslogan publicitario The Standard for Wireless Fidelity (El estándar para la fidelidad inalámbrica) por un corto tiempo después de que se creara la marca, y aunque el nombre nunca fue oficialmente Fidelidad Inalámbrica, como la Wi-Fi Alliance también se denominó Wireless Fidelity Alliance Inc. —Alianza de la Fidelidad Inalámbrica incorporada— en algunas publicaciones y en la web del IEEE se define que «WiFi es una abreviación de Wireless Fidelity», se puede concluir que Wi-Fi se entiende como un acrónimo de Fidelidad Inalámbrica en inglés para nombrar un conjunto de protocolos y hardware de red inalámbrica, con inspiración mercadotécnica en el nombre Hi-Fi (de high fidelity o alta fidelidad), que designa un conjunto de sistemas de audio de altas prestaciones.

Los que fundaron la Wireless Ethernet Compatibility Alliance que ahora es conocida como Wi-Fi Alliance fueron los que escogieron el término Wi-Fi para representar a todo lo que se refiere a redes inalámbricas, es decir, el nombre proviene de una marca.

⁵ Phil –Belanger - miembro fundador de WECA

⁶ WECA – la empresa Wireless Ethernet Compatibility Alliance fue creada en 1999 por Nokia y Symbols Technologies con el objetivo de buscar compatibilidad entre tecnologías Ethernet inalámbricas bajo la norma 802.11 del IEEE

Existen muchas maneras de escribirlo como Wi-Fi, Wi-Fi, Wi-fi, pero al final todas significan lo mismo, la manera de conectarse sin necesidad de un cable. Al hablar de redes inalámbricas Wi-Fi se dice que son un mecanismo que sirve para realizar conexiones con cualquier tipo de artefacto de manera inalámbrica.

Una de las ventajas de las redes Wi-Fi es que funcionan con banda libre o banda no licenciada; para entender mejor esto se dice que existen algunas frecuencias de trabajo libres y se debió escoger una bajo la cual funcione el Wi-Fi, en este caso se tiene 2.4, 5.4, 5.8 GHz las cuales son de regulación pertinente.

La principal ventaja es que no requiere de un conocimiento a profundidad para manejar los enlaces, debido a que la instalación es sencilla a diferencia de la banda licenciada que necesita recurrir a personal capacitado con experticia en los permisos y regulaciones.

Existen una infinidad de equipos o dispositivos tanto personales como grupales que son capaces de conectarse a una red inalámbrica utilizando un punto de acceso. Dentro de estos actualmente se cuenta con varios dispositivos inteligentes como celulares, computadoras, etc. Cada uno tiene diferente alcance y la distancia va a variar dependiendo del dispositivo que se utilizó.

Historia

Debido a los problemas de conexión que existían y de las exigencias de los usuarios sobre la forma de conectarse al Internet, surge esta nueva tecnología o más conocida como mecanismo que funcione con cualquier dispositivo y que sea inalámbrico.

Varias empresas que tenían conocimiento sobre este concepto buscaron la manera de formar una alianza para de esa manera fomentar todo acerca de esta tecnología inalámbrica y sobre todo que ofreciera a los usuarios la posibilidad de usarla en cualquier equipo y sin problemas de compatibilidad.

A esta organización se la conoce como Wi-Fi Alliance y está conformada por 3COM⁷, Lucent Technology⁸, Intersil⁹, Symbol Technologies y Nokia. La Wi-Fi Alliance es una marca de certificación conocida en todo el mundo, es un sello que certifica que los equipos han sido aprobados en el cumplimiento de estándares que se proponen en la Wi-Fi Alliance, los cuáles son acordados en la industria como normas de interoperabilidad, seguridad y varios protocolos de especificación.

Los productos que tienen el sello de Wi-Fi Alliance dan confianza y seguridad ya que estos equipos pasaron por rigurosas pruebas por cada uno de los laboratorios independientes autorizados para realizar todas las pruebas. Si el equipo superó con éxito las pruebas, el fabricante tiene el derecho a usar el sello o logotipo de Wi-Fi Alliance en sus equipos.

La certificación Wi-Fi Alliance garantiza que un equipo ha pasado por numerosas pruebas y configuraciones con varios dispositivos que ayudan a comprobar su interoperabilidad con cualquier otro equipo certificado Wi-Fi que obviamente operado bajo la misma banda de frecuencia. Lo que da una garantía que si se obtiene un equipo certificado funcionará sin problema con cualquier otro equipo también certificado por la Wi-Fi Alliance.

⁷ 3COM – es uno de los líderes en la fabricación de equipos de infraestructura de redes inalámbricas

⁸ Lucent Technology – es una compañía multinacional estadounidense de equipos de telecomunicaciones

⁹ Intersil – es una empresa de gestión especializada en el desarrollo de la gestión de la tecnología de precisión para aplicaciones industriales, infraestructura, móviles, automoción y aeroespacial.

Para obtener esta certificación existen varios equipos disponibles para los usuarios en diversos tipos y tamaños, ofrecidos para diversas empresas y también para equipos específicos, dentro de esto se encuentran electrodomésticos, teléfonos inteligentes, periféricos y ordenadores, electrónica del consumo y para infraestructura de red.

El logotipo de Wi-Alliance se puede encontrar en los equipos en cualquier parte del mundo para que los usuarios puedan obtenerlos de manera libre. Sin importar la marca del producto los usuarios pueden estar seguros, si el equipo lleva el logotipo Wi-Fi Alliance funcionará de la mejor manera y la experiencia para el usuario será satisfactoria

Figura 1. Sello de certificación Wi-Fi Alliance



Fuente: Wi-Fi Alliance®, publicado en el sitio web <http://www.wi-fi.org/certification>

A partir de esta alianza se definió un estándar propio para esta tecnología inalámbrica; en el 2000 WECA acepta la interoperabilidad para todos los equipos basados en la norma para redes inalámbricas IEEE 802.11 con lo que se garantizaba a los usuarios el funcionamiento correcto de esta tecnología y que todos tengan la marca Wi-Fi. Con el tiempo la Wireless Ethernet Compatibility Alliance fue evolucionando y avanzando en cuanto a estándares, todos los estándares 802.11 se iban mejorando en cuanto a velocidad de transferencia, alcance, seguridad y otros aspectos, para el año 2002 ya tenía alrededor de 150 miembros. Antes de crearse estas normas existían las normas de Ethernet 802.3 pero las IEEE 802.11 fueron creadas como sustituto de las capas físicas. Por lo que en realidad estas dos

eran idénticas con una única diferencia que era la forma como los paquetes de datos transmitían información.

La red inalámbrica 802.11 era totalmente compatible con los servicios locales LAN 11 e Ethernet. Es necesario comprender que IEEE 802.3 es conocido por ser la primera tentativa para que las redes fundamentadas en Ethernet fueran estandarizadas con especificaciones físicas. Después de esto se dio un aumento de forma sucesiva al estándar y logró cubrir todos los aumentos de velocidad como el Fast Ethernet, Gigabit Ethernet y el 10 gigabit Ethernet, así como conmutadores, redes virtuales, hubs, cables de cobre y también fibra óptica.

Protocolos

A continuación, se presenta un gráfico que resume cómo fueron evolucionando los estándares más importantes:

Figura 2. Evolución de los estándares IEEE 802.11.



Fuente: Elaborado por el autor

IEEE 802.11 legacy

Se podría decir que es la versión original de los estándares, fue publicada por IEEE en el año 1997, habla de dos velocidades principales de transmisión las cuáles son de 1 y 2 Mbit/s las cuáles son transmitidas por señales infrarrojas conocidas como IR las cuáles forman el estándar, sin embargo, no existen disponibles las implementaciones. IEEE 802.11 a b g n a c - 22 - Dentro de este estándar se puede encontrar definido el protocolo CSMA/CA que significa "Múltiple Acceso por Detección de Portadora Evitando Colisiones" el cuál es un modo de acceso. Se encontraron varios problemas de interoperabilidad al tratar de mejorar la calidad de la transmisión sujeta a límites ambientales. Dichos errores se ven corregidos en el nuevo estándar presentado después que fue el 802.11b, el cual, cabe mencionar, fue el primer estándar en ser aceptado por los usuarios.

IEEE 802.11b

Este estándar fue aprobado y ratificado después de varias inspecciones en el año 1999. Al igual que el primer estándar 802.11 también conocido como CSMA/CA la manera de acceder es la misma. Este estándar funciona en la banda de 2,4 GHz. Su velocidad de transmisión máxima es de 11 Mbps.

IEEE 802.11a

Este estándar fue aprobado y ratificado después de varias inspecciones en el año 1999. Este estándar funciona en la banda de 5 GHz y su velocidad máxima de transmisión es de 54 Mbits/s, por lo que se dice que dicho estándar sea muy utilizado en redes inalámbricas ya que es muy práctico y alcanza velocidades en tiempo real hasta de 20 Mbits/s. De ser necesario la velocidad al momento de transmitir datos puede ir disminuyendo periódicamente variando entre 48, 36, 24, 18, 12, 9 o 6 Mbits/s si es que este fuera el caso. Este estándar posee 12 canales, 8 son destinados para redes inalámbricas y 4 son destinados para las conexiones conocidas como punto a punto. Trabaja con el mismo método del primer estándar

802.11, es decir, que hace uso del mismo grupo de protocolos. Para que este estándar pueda tener un múltiple acceso mediante frecuencias ortogonales divididas, hace uso de 52 subportadoras.

Un problema de este estándar es que no puede operar con otros equipos que utilicen el estándar 802.11b a excepción de ciertos equipos que operan bajo los dos estándares.

IEEE 802.11g

Este estándar es una sucesión del estándar 802.11b, por lo que obviamente los dos son compatibles ya que operan bajo las mismas frecuencias. Fue aprobado y ratificado en el año 2003 después de varias pruebas. Los equipos con este estándar fueron lanzados al mercado de manera rápida en el mes de junio del mismo año que fue aprobado y dichos equipos fueron construidos con el fin de trabajar con ambos estándares. La mayor dificultad al momento de crear este nuevo estándar fue lograr que tanto el 802.11b y el 802.11g sean compatibles por lo que fueron diseñados de esta manera, pero igual se presenta un problema de disminución de velocidad en la transmisión cuando las redes que trabajan con el estándar 802.11g conjuntamente funcionan con nodos de la red 802.11b. El estándar 802.11g tiene una velocidad máxima de transmisión de datos de 54 Mbits/s al igual que el 802.11b, en velocidad real se podría decir que está a un promedio de 22 Mbits/s y trabaja bajo su misma banda, es decir, la banda de 2,4 GHz. En la actualidad los equipos han sido mejorados y ofrecen mayor potencia ya que pueden alcanzar grandes distancias hasta de 50km y llegar a medio vatio de potencia para lo cual se usa antenas parabólicas. Se presenta actualmente una variación de este estándar que se conoce como 802.11g+ que mejora la velocidad de transmisión de datos ya que puede llegar hasta 108Mbps.

IEEE 802.11n

Este estándar surgió con la necesidad de mejorar la velocidad de transmisión de los datos, así como la velocidad real de transmisión y el alcance de operación va a ser mayor. Este estándar llega a velocidades máximas de 600 Mbits/s, es decir, que puede ser hasta 10 veces más rápida que las redes que funcionan bajo los estándares 802.11b, 802.11a y 802.11g. Fue anunciado por la IEEE en el año 2004. Al hablar del alcance de operación en este estándar se evidencia que fue mejorado gracias a la tecnología MIMO que significa múltiples entradas y múltiples salidas, lo cual va a permitir hacer uso de múltiples canales para el envío y recibimiento de datos y esto se logra ya que no se implementa una sola antena sino varias, en este caso son 3. Se ha ido implementando este estándar desde el año 2008 después de haber realizado varios prototipos que han sido aprobados. Estos dispositivos utilizan la banda de 2,4 y 5 GHz, es decir, que pueden trabajar utilizando cualquiera de las dos, es por esto que este estándar hace que los equipos sean compatibles con cualquier dispositivo que trabaje bajo cualquiera de los estándares anteriores de Wi-Fi. Utilizar este estándar puede traer una ventaja en cuanto a la congestión ya que la banda de 5GHz es menos congestionada por lo que se puede mejorar la cobertura y a su vez dar una mejora a rendimiento de las redes Wi-Fi. Después de toda la información que se analizó, su funcionamiento y las ventajas que ofrecía este estándar fue ratificado en septiembre del 2009 por la IEEE, asegurando que su velocidad en capa física máxima será de 600 Mbps.

IEEE 802.11ac

Este nuevo estándar utiliza la banda de 5GHz por eso se lo conoce también con el nombre de Wi-Fi 5G o Wi-Fi Gigabit, es una evolución mejorada del estándar 802.11n y este fue implementándose alrededor de los años 2011 y 2013, pero su aprobación y ratificación final se dio en el año 2014. Su velocidad máxima de transmisión de datos es de 6.93 Gbits/s, es decir, alrededor de 433 Mbit/s en

velocidad real de flujo de datos y utiliza al igual que el estándar 802.11n las mismas 3 antenas. Este estándar tiene un ancho de banda de 40, 80 y hasta 160 MHz y utiliza hasta 8 múltiples entradas y salidas MIMO.

MARCO TEÓRICO

MULTIPATH

El efecto MULTIPATH (Multi-trayecto) se produce cuando las señales de RF toman diferentes caminos desde un origen a un destino. Una parte de la señal se dirige al destino mientras que otra parte rebota en algún obstáculo que lo obstruye y a después viaja al destino. Como resultado, parte de la señal se encuentra con retraso y viaja un camino más largo para el destino. Multi-trayecto se puede definir como la combinación de la señal original, además de los frentes de onda duplicados que resultan de la reflexión de las olas de obstáculos entre el transmisor y el receptor.

Debido a lo anterior, la distorsión por trayectoria múltiple es una forma de “Interferencia de RF” que se produce cuando una señal de radio tiene más de un camino entre el receptor y el transmisor. Esto ocurre con superficies tanto metálicas u otras RF- reflectantes tales como muebles, paredes (Muro concreto), madera o vidrio¹⁰.

Algunos entornos comunes de redes WLAN con una alta probabilidad de interferencia Multipath incluyen¹¹:

- Hangares
- Aeropuertos
- Fábricas de acero
- Áreas de Manufactura
- Centros de distribución

¹⁰ <https://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/wireless-mobility/wireless-lan-wlan/27147-multipath.html>

¹¹ https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/405/1/Tesis_t626ec.pdf

Otros lugares en los que la antena de un dispositivo de RF está expuesto a las estructuras metálicas son:

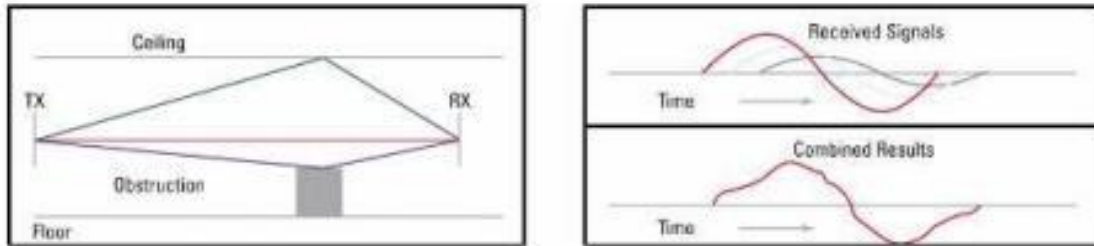
- Paredes Reforzadas
- Techos (Ductos de AC, lámparas, escalerillas, cableado estructurado)
- Bastidores
- Estanterías
- Otros artículos metálicos

Algunos efectos de la distorsión por trayectoria múltiple incluyen:

- Corrupción de Datos: Ocurre cuando el Multipath es tan grave que el receptor no es capaz de detectar la información transmitida.
- Anulación de la señal: Se produce cuando las ondas reflejadas llegan exactamente fuera de fase con la señal principal y cancelar la señal principal por completo.
- Aumento de la amplitud de la señal: Se produce cuando las ondas reflejadas llegan en fase con la señal principal y añaden a la señal principal que aumenta la intensidad de la señal.
- Disminución de la amplitud de la señal: Se produce cuando las ondas reflejadas llegan fuera de fase en cierta medida con la señal principal que reduce la amplitud de la señal.¹²

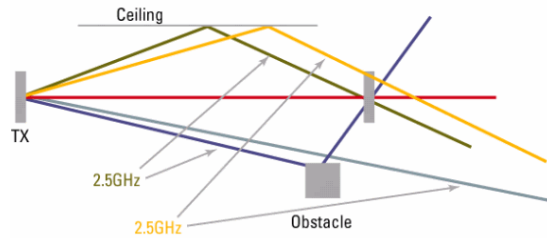
¹² <https://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/wireless-mobility/wireless-lan-wlan/27147-multipath.html>

Figura 3. El receptor escucha múltiples señales de trayectos múltiples de las superficies reflejadas



Fuente tomado de: <https://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/wireless-mobility/wireless-lan-wlan/27147-multipath.html>

Figura 4. Posición del punto nulo de trayectos múltiples según la frecuencia



Fuente tomado de: <https://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/wireless-mobility/wireless-lan-wlan/27147-multipath.html>

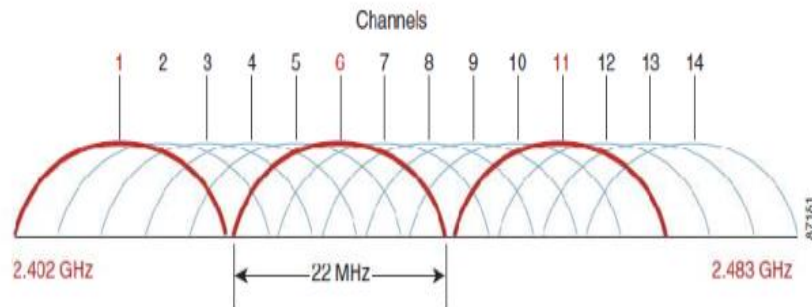
ANÁLISIS DE CANALES EN UNA RED INALÁMBRICA

El estándar IEEE 802.11 que regula las redes locales inalámbricas, especifica también los tres rangos de frecuencia disponibles para los dispositivos que emiten de esta forma: 2.4 GHz, 3.6 GHz y 5 GHz. La mayoría de los dispositivos actuales operan, por defecto, en la gama de frecuencias cercana a 2.4 GHz y 5 GHz, por lo que en estas bandas se realizará el análisis. Cada rango de frecuencias es subdividido, a su vez, en varios canales.

Para 2.4 GHz, se habla de alrededor de 14 canales, separados entre sí cada 5 MHz. El problema de esta distribución es que cada canal necesita 22 MHz de ancho de

banda (BW) para operar, y como se puede apreciar en la Figura 5, esto produce un Overlapping de varios canales contiguos.¹³

Figura 5. canales en la banda de 2.4 GHz (802.11b/g)



Fuente tomado de: <http://entelsec.blogspot.com/2012/07/interferencia-red-Wi-Fi-inssider.html>

Aquí aparece un concepto importante para tener en cuenta: el Overlapping. Como puede observarse en la Figura 5, en el canal 1 se superpone con los canales 2, 3, 4 y 5, y por tanto los dispositivos que emitan en ese rango de frecuencias pueden generar interferencias. Lo mismo ocurre con el canal 6 y los canales 7, 8, 9 y 10. Por tal motivo, la selección de canales en los Access Point disminuyendo el Overlapping de señales mejora la calidad de la red inalámbrica. De esta forma, los únicos canales sobre la banda de 2.4 GHz con No-Overlapping son el 1, 6 y 11.

¹³ <http://entelsec.blogspot.com/2012/07/interferencia-red-wifi-inssider.html>

1 PASOS PARA REALIZAR UNA INSPECCIÓN DE SITIO SITE SURVEY

Las recomendaciones plasmadas en el presente manual se basan en la realización de un site survey en la Agencia Nacional de Infraestructura, para realizar correctamente el Site survey se llevaron a cabo los siguientes pasos:

- Obtener un plano de la instalación física para identificar los posibles obstáculos de radiofrecuencia (RF).
- Inspeccionar visualmente la instalación para buscar posibles barreras o la propagación de señales de RF e identificar los bastidores de metal.
- Identificar las áreas de usuarios que usan constantemente el WiFi y las que no lo utilizan.
- Determinar las ubicaciones preliminares de los puntos de acceso (AP). Estas locaciones se deben analizar mediante un software especializado.
- Realizar el levantamiento real de infraestructura para verificar la ubicación del AP
- Realizar un recorrido para escanear el entorno de red WiFi mediante un software especializado
- Documentar los hallazgos. Registrar las ubicaciones y mapas de calor.

2 PASOS PARA REALIZAR UN PLANNING SURVEY

Además de los estudios basados en mediciones reales en el sitio, existen softwares que coadyuvan en la planificación de redes inalámbricas; Jwaves es uno de estos softwares, el cual se puede utilizar para planificar WLAN que aún no se han implementado. Este tipo de estudio se denomina "predictivo" o "virtual" porque las características de Wi-Fi se predicen para el modelo de entorno virtual creado por el usuario. El proceso de creación y ajuste del entorno virtual, la selección y ubicación de AP simulados y el análisis de la WLAN resultante se denomina comúnmente "planificación de RF".

Para simular una correcta irradiación de la red WLAN de la oficina principal de la ANI se realizó un planning survey, con el fin de ejecutarlo correctamente se desarrollaron los siguientes pasos:

- Simular la infraestructura física sobre el plano:
- Caracterizar las propiedades de irradiación de los AP actuales
- Simular la ubicación de los AP con el fin de cubrir las zonas sin cobertura identificadas en el site survey
- Identificar las zonas de irradiación simuladas

3 RECOMENDACIONES PARA MEJORAR EL ENTORNO DE RED WLAN EN LA OFICINA PRINCIPAL DE LA AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA SEDE BOGOTA

Se identificaron una serie de falencias mediante el site survey realizado en la Agencian Nacional de Infraestructura sede Bogotá, como resultado del análisis de ingeniería realizado, se generaron una serie de recomendaciones que si se implementan mejoraran el entorno de red WLAN, Para mejorar la irradiación de la red WiFi en la ANI se recomienda seguir los siguientes pasos:

1: reubicar los Ap´s de la oficina de acuerdo con el diagrama de distribución de la **figura 7** para mejorar las falencias de cobertura descritas mediante marcas de auditoria en la **figura 6**:

Figura 6 Falencias de cobertura



Fuente: Elaborado por el autor

Figura 7 simulación cobertura de falencias



Fuente: Elaborado por el autor

2: reubicar los hornos microondas a mas de 5 metros de cualquier punto de acceso, para que no interfiera con la irradiación en 2.4 GHz de la red WLAN

3: Reemplazar los teléfonos que hagan uso de la banda en 2.4 GHz debido a que interfieren con la señal Wifi.

4: Realizar una actualización tecnológica, se sugiere el uso de Ap que soporten 802.11ax WiFi 6, debido a que los Access Point actuales se encuentran en fin de vida útil y WiFi6 aumenta la velocidad y mejora la experiencia del usuario final

5: Se debe validar toda la red LAN para garantiza una red de área local estable

6: Confirmar la correcta parametrización de las reglas de firewall.

CONCLUSIONES

- La red WLAN de la Agencia Nacional de Infraestructura oficina principal sede Bogotá actualmente presenta inconvenientes de cobertura, interferencias y obsolescencia tecnológica de acuerdo con el resultado obtenido en el Site Survey realizado para identificar el estado actual de la red Wi-Fi.
- Al realizar el análisis de los problemas identificados en la red WLAN de la ANI se puede concluir que la planificación es esencial antes de desplegar una red Wi-Fi, en gran parte los problemas de cobertura se deben a un mal posicionamiento de los Access Point en la oficina de la ANI sede Bogotá.
- Analizando el Planning Survey se pudo identificar el posicionamiento óptimo de los Access Point actuales para lograr una mejor cobertura del Wi-Fi en la ANI. Siguiendo las sugerencias del planning se solucionarían los problemas de cobertura
- Los dispositivos electrónicos que emitan ondas en frecuencias de cercanas a la frecuencia de 2.4 GHz pueden afectar la irradiación de la red WLAN ocasionando interferencias.
- Si la ANI atiende las recomendaciones plasmadas en el presente manual, logrará un entorno de res WLAN más eficiente.

BIBLIOGRAFÍA

- Cisco "EoL": Documento técnico {en línea}. { 9 de oct de 2020} Disponible en:
<https://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/wireless/aironet-1600-series/eos-eol-notice-c51-737506.html>

- Cisco "Wireless-Mobility" :Documento técnico {en línea}. { 9 de oct de 2020} Disponible en:
<https://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/wireless-mobility/wireless-lan-wlan/27147-multipath.html>

- CNN "El acceso a internet un derecho humano según la onu". Noticia {en línea}{9 de junio de 2011} Disponible en:
<https://cnnespanol.cnn.com/2011/06/09/el-acceso-a-internet-un-derecho-humano-segun-la-onu/>

- Entelsec "Interferencia red WiFi" :Documento técnico {en línea}. { 6 de unio de 2021} Disponible en:
<http://entelsec.blogspot.com/2012/07/interferencia-red-wifi-inssider.html>

- Meraki Cisco "Wifi basic and best practices" :Documento técnico {en línea}. { 9 de oct de 2020} Disponible en:
https://documentation.meraki.com/MR/WiFi_Basics_and_Best_Practices

- **Tomasi, W. 2003.** *Sistemas de comunicaciones electronicas.* Mexico : Pearson Educacion, 2003.