

TIE
SM
2011

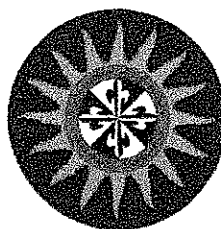
0 9 6 5

ESTUDIO Y ANALISIS DEL USO DEL RANGO DE FRECUENCIAS CERCANO A
LA BANDA DE 2,4 GHz POR MEDIO DE SOFTWARE ESPECIALIZADO EN LAS
REDES DE ACCESO INALÁMBRICO WIFI EN LA UNIVERSIDAD SANTO
TOMAS TUNJA SEDE CENTRO



ANA MARIA SACHICA MATIZ
JAVIER ANDRES VARGAS BERNAL

0 9 6 5



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
TUNJA
2011

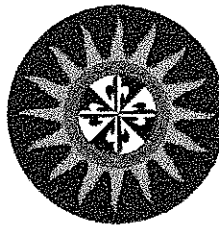
ETAPA I

ESTUDIO Y ANALISIS DEL USO DEL RANGO DE FRECUENCIAS CERCANO A
LA BANDA DE 2,4 GHz POR MEDIO DE SOFTWARE ESPECIALIZADO EN LAS
REDES DE ACCESO INALÁMBRICO WIFI EN LA UNIVERSIDAD SANTO
TOMAS TUNJA SEDE CENTRO

ANA MARIA SACHICA MATIZ
JAVIER ANDRES VARGAS BERNAL

DIRECTOR
INGENIERO WILLIAM FABIÁN CHAPARRO BECERRA

TRABAJO REALIZADO PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIEROS
ELECTRONICOS



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
TUNJA
2011

DEDICATORIAS

"La Búsqueda de nuestros sueños nos hace libres para expresar ideas que con Esfuerzo, Dedicación y Entusiasmo nos permiten alcanzar objetivos que hoy reflejan el resultado de nuestra formación".

Es la forma de expresar en palabras lo que ahora culmina. Este Trabajo está dedicado a nuestras Familias, a todas aquellas personas que a pesar de las diferentes controversias y obstáculos nunca perdieron la Esperanza y la Fe en nosotros, de quienes debemos toda esa buena energía que hizo parte para concluir y desarrollar esta primera etapa.

Además al equipo de trabajo que con Entusiasmo y Perseverancia se superó toda clase de dificultades, ahora comprobamos que el trabajo cuando se quiere se alcanza.

AGRADECIMIENTOS

Queremos Agradecer en primer lugar a Dios Todopoderoso, que nos ilumino en todos los instantes para la toma de decisiones, que con su fortaleza encontramos tranquilidad para asumir cada obstáculo que se presentaba. A nuestras Familias que nos generaron el soporte emocional y económico para el desarrollo de cada idea. Al Ingeniero Chaparro que con sus sabias y muy concretas opiniones nos generaron inquietudes de las cuales partimos como hipótesis para ser comprobadas.

A la Universidad por brindarnos la base de conocimientos necesarios para el desarrollo de este tipo de temáticas, a quienes también queremos agradecer específicamente, al departamento de Sistemas y Planta física en cabeza de sus directivos, quienes en algunos momentos nos brindaron datos puntuales que fortalecieron nuestras ideas que conforman hoy este trabajo.

La facultad de Ingeniería Electrónica de la Universidad Santo Tomás de Tunja no se hace responsable por comentarios, afirmaciones y consecuencias consumados por los autores del siguiente trabajo de grado.

Contenido

LISTA DE FIGURAS	4
LISTA DE TABLAS	6
LISTA DE GRAFICAS.....	6
LISTADO DE IMAGENES.....	7
GLOSARIO	8
RESUMEN	12
1. JUSTIFICACIÓN.....	14
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
3. OBJETIVOS.....	16
3.1. Objetivo General.....	16
3.2. Objetivos Específicos.....	16
4. ANTECEDENTES.....	17
4.1. Estado del arte.....	17
5. GENERALIDADES DE LAS REDES INALAMBRICAS.....	20
5.1. Breve historia de las redes inalámbricas	20
5.2. REDES INALAMBRICAS.....	21
5.2.1. WPAN (Wireless Personal Area Network - Red inalámbrica de ámbito personal).....	21
5.2.2. WLAN (Wireless Local Area Network - Red inalámbrica de área local). 21	
5.2.3 WMAN (Wireless Metropolitan Area Network- Red inalámbrica de área metropolitana).....	22
5.2.4 WWAN (Wireless Wide Area Network- red inalámbrica de área extensa).....	22
5.3. Topologías y configuraciones	22
5.3.1 Peer to peer.....	23
5.3.2 Puntos de acceso	23
5.4 Redes WLAN.....	24
5.4.1 Elementos de acceso Inalámbrico en una red WLAN.....	25
5.5 Ventajas de las redes inalámbricas.....	32
5.6 Desventajas de las redes inalámbricas	32
6 ESPECTRO DE FRECUENCIAS INALAMBRICAS.....	34
6.1 Sistemas Radioeléctricos	34

6.1.1 Espectro radioeléctrico	34
6.2 Atributos de las frecuencias	35
6.3 Estándar IEEE 802.11	36
6.3.1 Principales estándares 802.11	37
6.4 Wi-Fi	40
7 BANDA DE FRECUENCIA 2.4 GHz	42
7.1 Bandas ISM	42
7.2 Canales utilizados en la banda de 2.4 GHz	42
7.2.1 Interferencia entre canales	44
7.3 ¿ Cómo evitar el solapamiento señales en comunicaciones inalámbricas?	45
7.3.1 FH o FHSS	45
7.3.2 DS o DSSS	46
8 DETECCIÓN DE POSIBLES FUENTES DE INTERFERENCIA	47
8.1 Relación Señal a Ruido (SNR)	47
8.2 Interferencia y distorsión multitrayectoria (Multipath Distortion)	48
8.3 Influencia de los materiales en una WLAN	49
8.3.1 Atenuación de la Señal	49
9 SOFTWARE PARA ANALISIS DE REDES WLAN	51
9.1 AirMagnet	51
9.1.1 AirMagnet WiFi Analyzer	51
9.2 AirView Spectrum Analyzer	57
9.2.1 Gráfico Uso Canales	59
9.2.2 Gráfico Vista de Tiempo Real	59
9.3 InterpretAir	65
9.3.1 Data Rate (tasa de datos)	70
9.3.2 Interferencia	71
9.3.3 Network Health (salud de la red)	72
9.3.4 Numero de Access Point	73
9.3.5 Signal Strength (Potencia de la señal)	74
9.3.6 Signal-to-Noise Ratio (relacion señal a ruido)	75
10 METODOLOGÍA	77
10.1 Hipótesis	77
10.2 Tipo de Investigación	77

10.3 Fases del proyecto	77
10.3.1 ETAPA I: Estudio teórico de la temática	77
10.3.2 ETAPA II: Recolección de datos.....	78
10.3.3 ETAPA III: Determinación del uso de tipo de Software.....	79
10.3.4 FASE IV: Selección de antena.....	79
11 DESARROLLO	80
11.1 ETAPA II: Recolección de datos técnicos	80
11.2 ETAPA III: <i>Determinación del uso de tipo de Software</i>	85
11.3 ETAPA IV: Selección de Antena.	88
11.3.1 Adaptador de red inalámbrico para AirMagnet Wi-Fi Analyzer	89
11.3.2 Adaptador de red inalámbrico para InterpretAir.	90
12 RESULTADOS.....	92
12.1 Etapa II.....	92
12.1.1 Resultados de la Encuesta	92
12.2 Etapa III: Aplicación de Software.....	94
12.2.1 InterpretAir WLAN Site Survey	95
12.2.2 AirView2 Spectrum Analyzer 2.4GHz	120
12.2.3 AirMagnet Wi-Fi Analyzer	131
13 CONCLUSIONES	139
14 RECOMENDACIONES.....	141
BIBLIOGRAFÍA.....	142
a. Libros.....	142
b. Artículos.....	142
c. Infografía.....	143
ANEXOS	144
ANEXO 1 – Encuesta aplicada	145
ANEXO 2 – Solicitud Departamento de Sistemas.....	146
ANEXO 3 – Solicitud Departamento de Planta Física.....	147
ANEXO 4 – Planos Físicos Universidad Santo Tomas Sede Centro.....	148
ANEXO 5 –Descripciones técnicas de AP's	152
ANEXO 6 – Ubicación de los Dispositivos	64
ANEXO 7- Hoja técnica Orinoco USB Adapter	65
ANEXO 8 – Hoja tecnica Bufalo A-G 54 PCMCIA	67

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Configuración peer to peer	23
Figura 2. Configuración Punto de Acceso	24
Figura 3. Access Point en modo Infraestructura (WLAN)	25
Figura 4. Access Point en modo Puente o Bridge	26
Figura 5. Access Point como repetidor	27
Figura 6. Access Point Multimodo	27
Figura 7. Access Point con router y switch incluido	28
Figura 8. Adaptador inalámbrico PCMCIA	29
Figura 9. Tarjetas adaptadoras PCI para PC	30
Figura 10. Adaptadores Inalámbricos USB	31
Figura 11. Adaptador Inalámbrico COMPACT FLASH	31
Figura 12. Espectro radioeléctrico	35
Figura 13. Logotipo wifi Alliance	41
Figura 14. Canales recomendados banda 2.4 GHz	44
Figura 15. Asignación de canales sin interferencia	44
Figura 16. Solapamiento de canales	45
Figura 17. Relación señal a ruido (SNR)	49
Figura 18. AirMagnet WiFi Analyzer	52
Figura 19. Pantalla de Inicio WiFi Analyzer	55
Figura 20. Barra de Navegación Airmagnet Wifi Analyzer	56
Figura 22. Ubiquiti AirView	57
Figura 23. Descripción AirView2 Spectrum Analyzer	59
Figura 24. Instalación AirView2 Paso 1	63
Figura 25. Instalación AirView2 Paso 2	63
Figura 26. Instalación AirView2 Paso 3	64
Figura 27. Instalación AirView2 Paso 4	64
Figura 28. InterpretAir	65
Figura 29. Características y aplicaciones	66
Figura 30. Ajuste de propiedades de AP's	68
Figura 31. Requerimientos de la red	69
Figura 32. Simulación de una red Wi-Fi	69
Figura 33. Ejemplo Visualización Data Rate	71
Figura 34. Ejemplo Visualización de interferencia	72
Figura 35. Ejemplo Visualización de la salud de la red	73
Figura 36. Ejemplo Visualización de número de APs	74
Figura 37. Ejemplo Visualización de Intensidad de la señal	75
Figura 38. Ejemplo Visualización de relación señal-ruido	76
Figura 39. AP cafetería	81
Figura 40. AP Auditorio San Alberto Magno	81
Figura 41. AP sala de consejos	82
Figura 42. AP centro de investigaciones	82
Figura 43. AP sala de profesores	83

Figura 44. AP Sala de sistemas.....	83
Figura 45. AP sala de sistemas	84
Figura 46. AP Biblioteca sala de lectura	84
Figura 47. Modelo de funcionamiento AirMagnet Spectrum Analyzer DEMO.....	85
Figura 48. Modelo de funcionamiento de AirMagnet Survey.	86
Figura 49. DWA-160 XTREME N DUAL BAND USB ADAPTER	89
Figura 50. PROXIM ORINOCO® 802.11 a/b/g/n USB Adapter	90
Figura 51. PCMCIA Card BUFFALO AirStation	91
Figura 52. Ubicación y lista de materiales	96
Figura 53. Requerimientos seleccionados	96
Figura 54. Plano primer piso ubicación APs	97
Figura 55. Cobertura de la señal primer piso	98
Figura 56. Relación señal ruido primer piso.....	99
Figura 57. Tasa de datos primer piso	100
Figura 58. Interferencia primer piso	101
Figura 59. Numero de Access Point primer piso	101
Figura 60. Salud de la red primer piso	102
Figura 61. Ubicación APs segundo piso	103
Figura 62. Cobertura de la señal segundo piso	104
Figura 63. Relación señal ruido segundo piso	105
Figura 64. Tasa de datos segundo piso	106
Figura 65. Interferencia segundo piso.....	107
Figura 66. Numero de Access Point segundo piso	107
Figura 67. Salud de la red segundo piso	108
Figura 68. Ubicación APs tercer piso	109
Figura 69. Cobertura de la señal tercer piso	110
Figura 70. Relación señal ruido tercer piso.....	111
Figura 71. Tasa de datos tercer piso	112
Figura 72. Interferencia tercer piso	113
Figura 73. Numero de Access Point tercer piso	114
Figura 74. Salud de la red tercer piso	114
Figura 75. Ubicación APs cuarto piso	115
Figura 76. Cobertura de la señal cuarto piso	116
Figura 77. Relación señal ruido cuarto piso.....	117
Figura 78. Tasa de datos tercer piso	118
Figura 79. Interferencia tercer piso	119
Figura 80. Numero de Access Point cuarto piso	119
Figura 81. Salud de la red cuarto piso	120
Figura 82. Aplicación WiFi Analyzer AP Cafetería	133
Figura 83. Vista de Filtro WiFi Analyzer.....	134
Figura 84. Identificación de AP, Canales y SSID.....	137

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Cuadro comparativo entre los principales estándares IEEE 802.11	40
Tabla 2. Relación de los 14 canales	43
Tabla 3. Asignación de canales	43
Tabla 4. Objetos que generan atenuación de potencia.....	50
Tabla 5. Navegador y Botones WiFi Analyzer	56
Tabla 6. Descripción de canales para uso en el mundo	58
Tabla 7. Canales adicionales para Europa	58
Tabla 8. Herramientas Planning.....	67
Tabla 9. Información de las diferentes visualizaciones	70
Tabla 10. Access Point primer piso.....	97
Tabla 11. Access Point segundo piso	103
Tabla 12. Access Point tercer piso.....	109
Tabla 13. Access Point cuarto piso.....	115
Tabla 14. Uso de Canales AP Cafetería	122
Tabla 15. Vista en Tiempo Real AP Cafetería	122
Tabla 16. Uso de Canales AP P. S. Alberto Magno.....	123
Tabla 17. Vista en Tiempo Real AP P. S. Alberto Magno	123
Tabla 18. <i>Uso de Canales AP Sala de Concejos</i>	124
Tabla 19. Vista en Tiempo Real AP Sala de Concejos	125
Tabla 20. Uso de Canales AP C. de Investigaciones.....	126
Tabla 21. Vista en Tiempo Real AP C. de Investigaciones	126
Tabla 22. Uso de Canales AP Sala de Profesores	127
Tabla 23. Vista en Tiempo Real AP Sala de Profesores.....	127
Tabla 24. Uso de Canales AP Sala de Sistemas 4	128
Tabla 25. Vista en Tiempo Real AP Sala de Sistemas 4	128
Tabla 26. Uso de Canales AP Sala de Internet.....	129
Tabla 27. Vista en Tiempo Real AP Sala de Internet.....	129
Tabla 28. Uso de Canales AP Biblioteca	130
Tabla 29. Vista en Tiempo Real AP Biblioteca	131

LISTA DE GRAFICAS

Grafica 1. Ejemplo Canales de acceso AirView2	59
Grafica 2. Ejemplo Tiempo real AirView2	60
Grafica 3. Ejemplo Tiempo Real Convenciones AirView2	61
Grafica 4. Pregunta # 1 encuesta	92
Grafica 5. Pregunta # 2 encuesta	92
Grafica 6. Pregunta #3 encuesta	93
Grafica 7. Pregunta # 4 encuesta	93
Grafica 8. Pregunta # 5 encuesta	94

Grafica 9. Análisis AirView cafetería	121
Grafica 10. Análisis AirView AP Paraninfo San Alberto Magno	123
Grafica 11. Análisis AirView AP Sala de concejos	124
Grafica 12. Análisis AirView AP Centro de Investigaciones	125
Grafica 13. Análisis AirView AP Sala de Profesores	126
Grafica 14. Análisis AirView AP Sala de Sistemas 4	128
Grafica 15. Análisis AirView AP Sala de Internet	129
Grafica 16. Análisis AirView AP Biblioteca	130
Grafica 17. Porcentaje de Utilizacion SSID	135
Grafica 18. Porcentaje de Utilizacion SSID	136
Grafica 19. Soporte por AP	136

LISTADO DE IMAGENES

Imagen 1. AP cafetería	81
Imagen 2. AP paraninfo San Alberto Magno	81
Imagen 3. AP sala de consejo	82
Imagen 4. AP centro de Investigaciones	82
Imagen 5. AP sala de profesores	83
Imagen 6. AP sala de sistemas 4	83
Imagen 7. AP sala de Internet	84
Imagen 8. AP biblioteca	84

GLOSARIO

802.11	Estándar original para conectividad inalámbrica, permite velocidad de hasta 2Mbps y transmisión de ondas en modos DSSS y/o FHSS, así como las conexiones por infrarrojos.
802.11a	Revisión de estándar 802.11 que trabaja sobre bandas de 5GHz alcanzando velocidades de hasta 54Mbps y usando OFDM.
802.11b	Revisión del estándar 802.11 que trabaja sobre bandas 2.4GHz alcanzando velocidades de hasta 11Mbps y usando DSSS.
802.11g	Revisión del estándar 802.11 que trabaja sobre bandas 2.4GHz alcanzando velocidades de hasta 54Mbps, usando OFDM y compatible con dispositivos 802.11b y 802.11g.
Antena	Una antena es un dispositivo diseñado con el objetivo de emitir o recibir ondas electromagnéticas hacia el espacio libre.
AP	(Access Point) Punto de Acceso Inalámbrico. Es un dispositivo que interconecta dispositivos de comunicación inalámbrica para formar una red inalámbrica.
Backbone	La palabra backbone se refiere a las principales conexiones troncales de Internet. Está compuesta de un gran número de routers comerciales, gubernamentales, universitarios y otros de gran capacidad interconectados que llevan los datos a través de países, continentes y océanos del mundo.
CSMA/CA	El protocolo CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access and Collision Avoidance o Acceso Múltiple con Detección de Portadora y Prevención de Colisiones) se utiliza en las redes locales inalámbricas (estándar IEEE 802.11). Funciona de igual forma que el protocolo CSMA, pero, en caso de que el medio esté ocupado, todas las estaciones que desean transmitir establecen un turno ranurado siguiendo un protocolo de mapa de bits.
Data Rate	Tasa de transferencia de datos. Define el número de bits que se transmiten por unidad de tiempo a través de un sistema de transmisión digital o entre dos dispositivos digitales. Así pues, es la velocidad de transferencia de datos.
dBm	Se define como el nivel de potencia en decibelios en relación a un nivel de referencia de 1 mW. Es una unidad de medida utilizada,

principalmente, en telecomunicación para expresar la potencia absoluta mediante una relación logarítmica.

Decibel	Unidad de medida de potencia en términos de ganancia o pérdida de señal.
DHCP	(sigla en inglés de Dynamic Host Configuration Protocol) Protocolo Configuración Dinámica de Servidor. Es un protocolo de red que permite a los nodos de una red IP obtener sus parámetros de configuración automáticamente.
DSL	(Digital Subscriber Line), línea de suscripción digital. Término utilizado para referirse de forma global a todas las tecnologías que proveen una conexión digital sobre línea de abonado de la red telefónica básica o conmutada.
DSSS	(Direct Sequence Spread Spectrum), Espectro Ensanchado por Secuencia Directa Método de modulación para transmisión de señales digitales.
Ethernet	Ethernet es un estándar de redes de computadoras de área local con acceso al medio por contienda CSMA/CD. El nombre viene del concepto físico de ether.
ETSI	European Telecommunication Standards Institute. (Instituto Europeo de Estándares en Telecomunicaciones)
FCC	Federal Communications Standards Institute.
FDM	(Frequency Division Multiple Access o FDMA), Acceso múltiple por división de frecuencia. Es una técnica de multiplexación usada en varios protocolos de comunicaciones, tanto digitales como analógicos, principalmente de radiofrecuencia. En FDM, el acceso al medio se realiza dividiendo el espectro disponible en canales, que corresponden a distintos rangos de frecuencia, asignando estos canales a los distintos usuarios y comunicaciones a realizar, sin interferirse entre sí.
FHSS	El espectro ensanchado por salto de frecuencia (del inglés Frequency Hopping Spread Spectrum o FHSS) es una técnica de modulación en espectro ensanchado en el que la señal se emite sobre una serie de radiofrecuencias aparentemente aleatorias,

saltando de frecuencia en frecuencia sincrónicamente con el transmisor.

Firewall	Es un dispositivo de seguridad de un sistema o una red que está diseñada para bloquear el acceso no autorizado, permitiendo al mismo tiempo comunicaciones autorizadas.
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers. Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos. Asociación técnica profesional dedicada a la estandarización.
IP	Internet Protocol, los protocolos de internet son la familia de protocolos de sistema abierto más conocido del mundo ya que pueden utilizarse para establecer una comunicación entre cualquier conjunto de redes interconectadas y sirve tanto para la comunicación WAN como LAN. Actualmente, hay dos versiones: IP versión 4 (IPv4) e IP versión 6 (IPv6).
LAN	(Local Area Network) Redes de Área Local .Es un sistema de comunicación entre dispositivos que permite compartir información, con la característica de que la distancia entre estos debe ser pequeña. Estas redes son usadas para la interconexión de computadores personales y estaciones de trabajo.
MAC	(Media Access Control), control de acceso medio. La MAC se encarga, en general, de gestionar y mantener las comunicaciones entre estaciones 802.11, bien sean puntos de acceso o adaptadores de red.
Mbps	Abreviación de Megabits por segundo. Es una unidad que se usa para cuantificar un caudal de transferencia de datos equivalente a 1.000 kilobits por segundo o 1.000.000 bits por segundo.
NAT	(Network Address Translation), Traducción de Dirección de Red es un mecanismo utilizado por routers IP para intercambiar paquetes entre dos redes que se asignan mutuamente direcciones incompatibles
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing. Técnica de modulación FDM (empleada por el 802.11a/g) para la transmisión.
PCMCIA	(Personal Computer Memory Card International Association), Asociación Internacional de Tarjetas de Memoria para PC desarrolló el bus PC Card, (el cual recibe a veces el nombre de dicha entidad), Son dispositivos del tamaño de una tarjeta de crédito, utilizados en computadores portátiles para expandir sus capacidades. Están destinadas por lo general a equipos periféricos de comunicación

(módem, tarjeta de red, tarjeta de red inalámbrica) y discos duros pequeños.

PCI	Un Peripheral Component Interconnect (PCI, "Interconexión de Componentes Periféricos") consiste en un bus de ordenador estándar para conectar dispositivos periféricos directamente a su placa base
RF	Radio Frecuencia. Es un término que se refiere a la corriente alterna (AC) con características tales que, si ésta es entregada a una antena, se genera un campo electromagnético adecuado para transmisión de datos de modo inalámbrico.
Router	Sistema construido por hardware y software para la transmisión de datos en redes de información.
SNR	(Signal-to-Noise Ratio), Relación Señal a Ruido. Se define como el margen que hay entre la potencia de la señal que se transmite y la potencia del ruido que la corrompe. Este margen es medido en decibelios.
SSID	Service Set Identifier (Identificador de conjunto de servicio). Un identificador único de 32 caracteres que se adjunta al encabezado de los paquetes enviados a través de una red local inalámbrica y que actúa como una contraseña cuando el dispositivo intenta conectarse al punto de acceso. El SSID también se conoce como nombre de red, ya que identifica una red inalámbrica.
Throughput	Transferencia Real. Cantidad de datos que son transmitidos a algún punto de la red.
USB	(bus universal en serie) o Conductor Universal en Serie (CUS), abreviado comúnmente USB, es un puerto que sirve para conectar periféricos a una computadora.
Wi-Fi	Wireless Fidelity. Nombre con el que se conoce al estándar 802.11b.
WLAN	(Wireless Local Area Network), Red de Área Local Inalámbrica. Permite a los usuarios comunicarse con una red local o a Internet sin estar físicamente conectado.

RESUMEN

En este documento se presenta la descripción del estudio realizado en el uso del espectro de frecuencias en la banda de 2.4 GHz para dispositivos de conectividad, específicamente en la red inalámbrica de acceso a Internet de área local de la Universidad Santo Tomas Tunja sede centro.

El estudio compromete la parametrización de las variables que puedan estar afectando el óptimo funcionamiento de la red inalámbrica y que opere dentro del rango de las frecuencias establecidas.

Dicho propósito se realiza partiendo de la aplicación de herramientas de software y hardware, que permiten identificar los parámetros y analizar las características necesarias referentes a la temática presentada. Dentro del software utilizado tenemos "Airmagnet WiFi Analyzer versión 9" el cual permite detectar y clasificar una amplia variedad de variables que repercuten en el rendimiento de la red, "InterpretAir WLAN Site Survey versión 4.5" programa que permite un análisis proyectado a la planificación, verificación y documentación de una red WLAN 802.11a/b/g. "AirView versión 11.1" analizador de espectro útil en el estudio de todos los contribuyentes de la energía RF en la banda de 2,4 GHz.

Para llevar a cabo este proyecto es necesario realizarlo en dos fases: (fase I) analizar el comportamiento de la red inalámbrica y, (fase II) plantear una hipótesis para las posibles soluciones a los problemas encontrados en el servicio de la red inalámbrica de la Universidad Santo Tomas de la ciudad de Tunja sede Centro o la aplicación más a fondo del software Wifi Analyzer que permite el análisis en detalle de estos entornos.

Todos estos programas se utilizaron en versiones Demo, ya que por su elevado costo es difícil acceder a sus licencias.

En el presente trabajo se documenta el desarrollo de la fase I, la cual consta de: identificación de variables, levantamiento de datos, descripción y aplicación de software, además del estudio teórico referente que permita tener una idea general de la temática desarrollada.

INTRODUCCIÓN

Existen diversos tipos de WLAN, la cuales se rigen por los estándares 802.11/a/b/g/n. Los sistemas 802.11b son los más afectados por la interferencia, ya que operan en la banda de 2,4GHz, banda que actualmente se enfrenta a una progresiva saturación dentro del espectro radioeléctrico, lo que significa que en esta misma frecuencia operan también otros dispositivos como los basados en Bluetooth, los hornos microondas y teléfonos inalámbricos, ocupando de esta manera los canales disponibles en esta banda y creando interferencias entre sí. La gran variedad de sistemas que operan en la frecuencia de 2,4GHz es debido a que es una banda de frecuencias que no requiere de licencia administrativa para ser utilizada.

Este hecho, genera que no se tenga la garantía de que el entorno radioeléctrico este completamente nítido para que la red inalámbrica existente en la Universidad Santo Tomas funcione a su más alto rendimiento, ya que cuanto mayor sean las interferencias producidas por otros equipos, menor será el rendimiento de dicha red.

No obstante, el hecho de tener probabilidades de sufrir interferencias no quiere decir que la mayoría de las redes inalámbricas funcionan correctamente sin mayores problemas en este sentido, pues siempre se tendrá la posibilidad de presentar algún inconveniente; por esta razón, se decide realizar el estudio de las interferencias radioeléctricas existentes, relacionadas con la frecuencia de la banda de 2.4 GHz en la red inalámbrica dentro de la Universidad. Dicho estudio se realiza con el uso de herramientas de software como lo son "AirMagnet WiFi Analyzer versión 9", "InterpretAir versión 4.5" y "AirView Spectrum Analyzer versión 11.1", en sus versiones Demo respectivamente, los que permiten identificar y analizar de una manera más aproximada lo que ocurre dentro del espectro de frecuencias que se están enfocando.

1. JUSTIFICACIÓN

Es notable el hecho que el recurso de Internet inalámbrico gratuito que ofrece la Universidad Santo Tomas Tunja sede centro se ha convertido en una herramienta fundamental para el desarrollo de la actividad académica de sus estudiantes, docentes y comunidad en general; Por tal razón y por pertenecer en calidad de estudiantes a esta comunidad, surge la motivación de estudiar, analizar y conocer el comportamiento que dicha red presenta.

Así mismo, el desarrollo de este estudio surge de la expectativa de identificar los parámetros técnicos que intervienen en el uso de la banda de frecuencia de 2.4GHz, la cual juega un papel representativo en las comunicaciones inalámbricas, por ser una de las bandas de frecuencia no licenciadas que actualmente presenta mayor uso en el espectro radioeléctrico.

Se expone el interés de dar a conocer, proponer y aplicar herramientas de Software como una alternativa empleada en el estudio de redes inalámbricas y crear de esta manera un documento de referencia para aquellas personas que estén interesadas en el tema. Cabe mencionar que no se encuentra documentación publicada de otros estudios realizados en Colombia relacionados a la aplicación de herramientas de software y temática que se describen en el presente documento.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El trabajo que se presenta es realizado en la Universidad Santo Tomas Tunja sede Centro en donde se presta actualmente el servicio de conectividad de datos inalámbrico a su comunidad en general.

La problemática surge cuando la banda de frecuencias en la que se desempeña dicha red inalámbrica, 2.4 GHz, se encuentra en un espectro que muestra saturación, debido a que otros dispositivos como teléfonos inalámbricos, tecnología Bluetooth, entre otros, que utilizan la misma frecuencia. Debido a esto, se han generado inquietudes y controversias respecto al desempeño de este recurso, y al ser el acceso a la red una de las herramientas más solicitadas como recurso de investigación, búsqueda y exploración en el ámbito académico, es primordial indagar sobre el funcionamiento de dicha red tan indispensable en nuestra comunidad.

Al ser una red inalámbrica el objeto de estudio es importante abordar la problemática que esta presenta con respecto a aspectos relacionados con la interferencia entre canales, la relación señal a ruido, la posible atenuación de señal entre otros aspectos que pueden presentarse en virtud a una conectividad inalámbrica, de esta forma valorar de una manera más técnica el rendimiento que ésta presenta.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

Analizar y diagnosticar el comportamiento relacionado con la red inalámbrica de acceso primordial al recurso de Internet de la Universidad Santo Tomas Tunja sede Centro, utilizando como herramienta de estudio los Software , "AirMagnet WiFi Analyzer versión 9", "InterpretAir versión 4.5", "AirView2 Spectrum Analyzer versión 11.1. "(Versiones Demo Respectivamente).

3.2. Objetivos Específicos

- Identificar las variables técnicas que intervienen en el funcionamiento de la red de acceso inalámbrico de la Universidad Santo Tomas Tunja Sede centro, relacionadas con la banda de frecuencias de 2.4 GHz.
- Identificar variables técnicas que permitan realizar una trazabilidad de las funciones técnicas en el servicio de conectividad inalámbrica.
- Estudiar los parámetros más importantes en el funcionamiento de los software , "AirMagnet WiFi Analyzer (DEMO)", "InterpretAir (DEMO)" y "AirView Spectrum Analyzer" respaldados por su respectivo hardware , sumado a esto dar a conocer las principales ventajas que estos ofrecen como herramienta de análisis y diagnóstico del estudio de propagación inalámbrica local.
- Realizar consultas bibliográficas e infografías de fuentes confiables y especializadas en la temática estudiada, con el fin de conocer el estado actual de los métodos utilizados para el análisis de redes inalámbricas locales. Además, incluir dentro de las consultas, la información y temas más influyentes y relevantes que permiten el desarrollo teórico-práctico del estudio.
- Obtener información apropiada y pertinente acerca del servicio de la red Inalámbrica de Internet presente en las instalaciones de la Universidad Santo Tomas de Tunja sede Centro, por medio de métodos de recolección de opinión (encuesta), dirigidos a estudiantes y docentes, principales usuarios de la red, pertenecientes a la institución, y así enfocar de una manera más precisa el propósito del proyecto.

4. ANTECEDENTES

4.1. Estado del arte

¹Con base al aumento de las aplicaciones inalámbricas y a las elevadas exigencias respecto al nivel de ruido emitido por los equipos electrónicos, se evidencia un cambio de prioridades en cuanto a equipamientos en los laboratorios y departamentos de calidad. Así, mientras el análisis de señales había quedado establecido ya hace tiempo, hoy, el análisis espectral y consecuentemente el Analizador de Espectros, es una herramienta absolutamente indispensable para el ingeniero.

Los analizadores de espectro sirven tanto al profesional como al investigador para análisis de laboratorio o de investigación. Hoy en día es posible encontrar analizadores de espectro analógicos y digitales, analizadores de espectro en tiempo real y / o con memoria. Además están equipados con dos o cuatro canales, con pantalla monocromática o en color. Para algunos modelos existe un software opcional para imprimir los datos de la pantalla o para transmitir los datos de medición a un PC.

El campo del análisis espectral quedaba reducido hace unos años, exclusivamente a clientes que provenían de los campos en alta frecuencia, laboratorios de EMC y control de calidad.

Similar a la evolución de los osciloscopios a principios de los años 90, el analizador de espectros se establece ahora más y más como una herramienta estándar en cualquier puesto de trabajo tanto en laboratorios como en servicios técnicos del campo de la electrónica.

²Un importante jugador del mercado de las evaluaciones y monitoreo de redes convencionales realizó un gran movimiento en el campo de las LAN inalámbricas el 14 de Agosto de 2009, cuando Fluke Networks anunció un acuerdo para comprar la línea de analizadores AirMagnet.

Fluke Networks, de Everett, Washington, es una subsidiaria de Danaher, una compañía tecnológica diversificada de Washington, D.C. Tiene cerca de 700 empleados.

Fluke Networks, a través de su representante exclusivo en Chile, Intrónica, llevó a cabo el pasado jueves 8 de octubre de 2010 en el Hotel Neruda, un seminario donde presentó su nueva adquisición, la compañía AirMagnet, especialista en

¹Hameng Instruments. (marzo 2010). *Análisis espectral nos ofrece nuevas expectativas.*

²Stephen Lawson, IDG News Service. (2009). *El evaluador de redes Fluke Networks compra AirMagnet.*

soluciones para el rendimiento, la seguridad y la compatibilidad de infraestructuras WLAN.

En la oportunidad, y con la finalidad de dar a conocer al mercado chileno los beneficios de las soluciones de la marca, Peter Guzmán, Gerente Regional de Ventas de AirMagnet para Latinoamérica, realizó la presentación "Implementación y Mantenimiento de Redes Wi-Fi a Nivel Corporativo", donde explicó en detalle la completa gama de soluciones para operar este tipo de infraestructura.

En tanto, Jim Davis, Gerente Ventas para Latinoamérica de Fluke Networks, afirmó que "las soluciones de AirMagnet resuelven problemas de conexión Wi-Fi y bloqueo por acceso no autorizado, garantizando el funcionamiento, la conformidad y seguridad de WLAN. Esto complementa nuestro portafolio y brinda la posibilidad a los clientes de acceder a productos que proporcionan la visibilidad completa para garantizar la seguridad, compatibilidad y funcionamiento óptimo de las infraestructuras de red".

³En México "con esta estructura, buscamos poner toda la oferta a la mano de los integradores, para exponer la calidad de las implementaciones que realizan así como de usuarios finales, para tener el óptimo desempeño de sus redes", explicó Damián. En términos de certificación, la marca cuenta con esquemas globales. En América Latina los cursos son impartidos por expertos certificados y son avalados por institutos como Bicsi. En el DF se realizan tres veces al año, así como en Guadalajara y Monterrey, pero existe la opción de llevarlo a cabo bajo demanda en otras localidades.

En Colombia se encuentra SEISA (Sistemas e Instrumentación S.A) empresa distribuidora de productos Fluke Networks aplicados en el área de análisis de redes inalámbricas con tecnología AirMagnet. SEISA introduce este producto al mercado como una herramienta clave para la administración, gestión y control de las redes inalámbricas a nivel empresarial y corporativo, como propuesta de negocio y además realiza convocatorias en las cuales se realizan conferencias para dar información y capacitación acerca del uso y ventajas de este importante recurso.

Como herramienta de investigación, AirMagnet, "InterpretAir", "AirView Spectrum Analyzer" se ha venido implementando en estudios realizados por estudiantes en diversas universidades, debido a sus grandes ventajas para adecuar, monitorear o diseñar principalmente redes inalámbricas; es así como en la Universidad Mayor de la ciudad de Santiago de Chile en Chile se realizó el proyecto titulado "IMPLEMENTACION Y SOPORTE TEORICO DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE RED INALAMBRICA BAJO LA NORMA IEEE 802.11xx" en donde hacen uso

³ <http://www.allbusiness.com/media-telecommunications/telecommunications/14278815-1.htm>

del software AirMagnet para realizar un monitoreo del desempeño de las redes inalámbricas que ofrecen las empresas en Chile.

En la ciudad de Quito Ecuador estudiantes de la Facultad de Ingeniería eléctrica y electrónica de la Escuela Politécnica Nacional desarrollaron el proyecto como tesis de grado: "DISEÑO DE LA RED INALÁMBRICA DE ÁREA LOCAL PARA LOS EDIFICIOS LA TRIBUNA Y VILLAFUERTE DE PETROPRODUCCIÓN BAJO EL ESTÁNDAR IEEE 802.11g Y SU INTERCONECTIVIDAD" en esta oportunidad se realiza el estudio para el diseño de una red inalámbrica unificada para dos edificios de una empresa petrolera; para dicho fin, los recursos utilizados para la planificación de la red fueron principalmente software de análisis de espectro y de potencia para la ubicación pertinente de los Access Point, entre los cuales se encuentra AirMagnet.

En el año 2008 estudiantes de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Electrónica e Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica en la ciudad de México D.F, realizan su tesis titulada: "DETERMINACION DE LAS CONDICIONES OPTIMAS PARA LA INSTALACION DE UNA WLAN", trabajo en el cual se realiza la aplicación del software InterpretAir como herramienta de estudio.

5. GENERALIDADES DE LAS REDES INALAMBRICAS

5.1. Breve historia de las redes inalámbricas

⁴El origen de las redes inalámbricas se remonta a la publicación en 1979 de los resultados de un experimentos realizado por ingenieros de IBM en Suiza, consistía en utilizar enlaces infrarrojos para crear una red local en una fábrica. Estos resultados, publicados en el volumen 67 de los Proceeding de la IEEE, pueden considerarse como el punto de partida en la línea evolutiva de esta tecnología.

Las investigaciones siguieron adelante tanto con infrarrojos como con microondas, donde se utilizaba el esquema del "spread-spectrum" (frecuencias altas), siempre a nivel de laboratorio. En mayo de 1985, y tras cuatro años de estudio, el FCC (Federal Communications Comission), la agencia federal de gobierno de Estados Unidos encargada de regular y administrar en materia de telecomunicaciones, asigno las bandas IMS (Industrial, Scientific and Medical) para uso comercial sin licencia 902-928 MHz, 4,400_2,435 GHz, 5,725_5,850 GHz a las redes inalámbricas basadas en "spread-spectrum".

La asignación de una banda de frecuencias propicio una gran actividad en el seno de la industria/; ese respaldo hizo que las WLAN empezaran a dejar ya el laboratorio para iniciar el camino hacia el mercado. Desde 1958 hasta 1990 se siguió trabajando ya más en la fase de desarrollo, hasta que en mayo de 1991 se publicaran varios trabajos referentes a WLAN operativos que superaban la velocidad de 1Mbps, el mínimo establecido por la IEEE 802.11 para que la red sea considerada realmente una LAN.

Desde este momento, el proceso de estandarización siguió dos líneas diferenciadas, una la marcada por la IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) y otra la desarrollada por el ETSI (European Telecommunications Standards Institute).

Desde la IEEE surgió el conjunto de estándares IEEE 802.11 como apuesta para las redes WLAN. Así, en 1990, en el seno del IEEE 802, se formó el comité IEEE802.11, que empezó a trabajar en la elaboración de una norma para las redes WLAN. No es hasta 1994 cuando aparece el primer borrador. El primer estándar conocido como IEE 802.11 fue ratificado en 1997. Pero el verdadero impulso de las redes WLAN vino cuando el estándar IEEE 802.11b fue aprobado en el año 1999.

Por su parte, en Europa el ETSI trabajo en la familia de estándares HIPERLAN.

⁴ Andreu, Fernando. Lesta, Amaia. (2006). Redes WLAN Fundamentos y aplicaciones de seguridad. Marcombo. España.

Desde la aprobación en 1999 del estándar IEEE 802.11b, los estándares de la familia IEEE 802.11 comenzaron a proliferar. Estos estándares han sido desarrollados en múltiples productos comerciales, convirtiendo a la familia IEEE 802.11 en el estándar "de facto" para las aplicaciones WLAN. Actualmente la familia IEEE 802.11 es empleada a nivel mundial para el despliegue de redes WLAN.

5.2. REDES INALÁMBRICAS

⁵Una red inalámbrica es un sistema de comunicación de datos que proporciona conexión inalámbrica entre dispositivos periféricos situados dentro de la misma área (interior o exterior) de cobertura. En lugar de utilizar el par trenzado, el cable coaxial o la fibra óptica, utilizado en las redes LAN convencionales, WLAN transmiten y reciben datos a través de ondas electromagnéticas usando el aire como medio de transmisión.

Actualmente nos encontramos con los siguientes tipos de redes inalámbricas:

5.2.1. WPAN (Wireless Personal Area Network - Red inalámbrica de ámbito personal).

Estas redes están pensadas para cubrir un área del tamaño de una habitación. Tradicionalmente este tipo de redes fue basado en infrarrojos que permiten la comunicación entre dos elementos (ordenadores portátiles, PDAs, etc.) a baja velocidad y a una distancia cercana.

5.2.2. WLAN (Wireless Local Area Network - Red inalámbrica de área local).

⁶Son las redes que cubren el ámbito de una casa, una oficina o el edificio de una empresa son redes que comúnmente cubren distancias de los 10 a los 100 metros. Esta pequeña cobertura permite una menor potencia de transmisión que a menudo permite el uso de bandas de frecuencia sin licencia. Utiliza tecnología de radiofrecuencia que permite mayor movilidad a los usuarios al minimizarse las conexiones cableadas.

⁵ Jara Werchau, Pablo. (2008) *Estándar IEEE 802.11 X de las WLAN*, Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional. Argentina

⁶ <http://www.dsmspain.com>

5.2.3 WMAN (Wireless Metropolitan Area Network- Red inalámbrica de área metropolitana)

Las tecnologías WMAN permiten a los usuarios establecer conexiones inalámbricas entre varias ubicaciones dentro de un área metropolitana (por ejemplo, entre varios edificios de oficinas de una ciudad o en un campus universitario), sin el alto coste que supone la instalación de cables de fibra o cobre y el alquiler de las líneas. Además, WMAN puede servir como copia de seguridad para las redes con cable, en caso de que las líneas alquiladas principales para las redes con cable no estén disponibles. WMAN utiliza ondas de radio o luz infrarroja para transmitir los datos. Las redes de acceso inalámbrico de banda ancha, que proporcionan a los usuarios acceso de alta velocidad a Internet, tienen cada vez mayor demanda.

5.2.4 WWAN (Wireless Wide Area Network- red inalámbrica de área extensa)

⁷Las tecnologías WWAN permiten a los usuarios establecer conexiones inalámbricas a través de redes remotas públicas o privadas. Puede extenderse hasta un máximo de 50 Km. Estas conexiones pueden mantenerse a través de áreas geográficas extensas, como ciudades o países, mediante el uso de antenas en varias ubicaciones o sistemas satélite que mantienen los proveedores de servicios inalámbricos. Las tecnologías WWAN actuales se conocen como sistemas de segunda generación (2G). Entre los sistemas 2G principales se incluyen Global System for Mobile Communications (GSM), Cellular Digital Packet Data (CDPD) y Code Division Multiple Access (CDMA).

5.3. Topologías y configuraciones

La versatilidad y flexibilidad de las redes inalámbricas es el motivo por el cual la complejidad de una LAN implementada con esta tecnología sea tremendamente variable. Esta gran variedad de configuraciones ayuda a que este tipo de redes se adapte a casi cualquier necesidad.

Estas configuraciones se pueden dividir en dos grandes grupos, las redes peer to peer y las que utilizan puntos de acceso.

⁷ [http://technet.microsoft.com/es-es/library/cc784756\(WS.10\).aspx](http://technet.microsoft.com/es-es/library/cc784756(WS.10).aspx)

5.3.1 Peer to peer

⁸También conocidas como redes ad-hoc, es la configuración más sencilla, ya que en ella los únicos elementos necesarios son terminales móviles equipados con los correspondientes adaptadores para comunicaciones inalámbricas.

En este tipo de redes, el único requisito deriva del rango de cobertura de la señal, ya que es necesario que los terminales móviles estén dentro de este rango para que la comunicación sea posible. Por otro lado, estas configuraciones son muy sencillas de implementar y no es necesario ningún tipo de gestión administrativa de la red.

Un ejemplo sencillo de esta configuración se muestra a continuación:

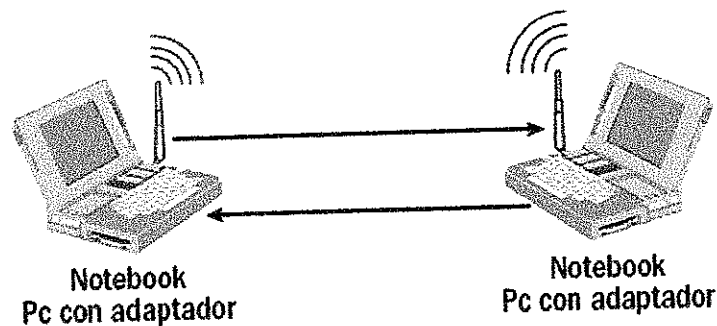


Figura 1. Configuración peer to peer

Fuente: <http://arodriguezr.wordpress.com>

5.3.2 Puntos de acceso

⁹Estas configuraciones utilizan el concepto de celda, utilizado en otras comunicaciones inalámbricas, como la telefonía móvil. Una celda podría entenderse como el área en el que una señal radioeléctrica es efectiva. A pesar de que en este caso de las redes inalámbricas esta celda suele tener un tamaño reducido, mediante el uso de varias fuentes de emisión es posible combinar las celdas de estas señales para cubrir de forma casi total un área extensa.

La estrategia utilizada para aumentar el número de celdas, y por lo tanto el área cubierta por la red, es la utilización de los llamados puntos de acceso, que

⁸Montico, Matias, (2005) *Wireless: La revolución inalámbrica, Guía teórica y práctica*. Editorial users.

⁹ Montico, Matias (2005).

funcionan como repetidores, y por lo tanto son capaces de doblar el alcance de una red inalámbrica, ya que ahora la distancia máxima permitida no es entre dos estaciones, sino entre una estación y un punto de acceso.

Los puntos de acceso son normalmente colocados en lo alto, pero solo es necesario que estén situados estratégicamente para que dispongan de la cobertura necesaria para dar servicio a los terminales que soportan.

Un único punto de acceso puede soportar un grupo de usuarios y puede funcionar en un rango de al menos treinta metros hasta varios cientos de metros en función de los obstáculos y referentes técnicos de los equipos que estructuran la red.

La tecnología de punto de acceso es capaz de dotar a una red inalámbrica de muchas mas posibilidades. Además del evidente aumento del alcance de la red, ya que la utilización de varios puntos de acceso, permite lo que se conoce como roaming, es decir que los terminales pueden moverse sin perder la cobertura y sin sufrir cortes en la comunicación. Esto representa una de las características mas interesantes de las redes inalámbricas.

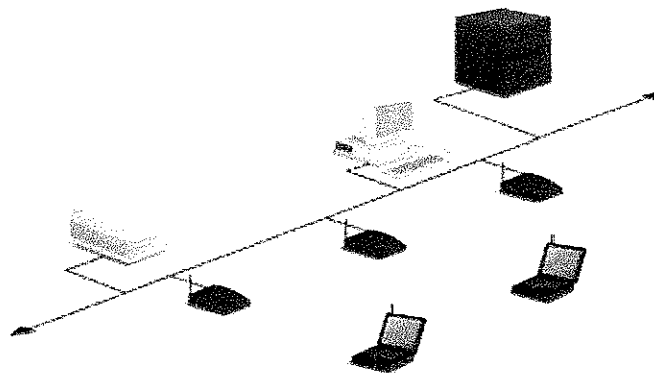


Figura 2. Configuración Punto de Acceso
Fuente: Montico, Matias (2005).

5.4 Redes WLAN

¹⁰Las redes WLAN pueden definirse como una red de alcance local que tiene como medio de transmisión las ondas electromagnéticas en un medio no guiado.

¹⁰Viveros Fuentes, Patricia (2007). "Implementación y soporte teórico de un sistema de monitoreo de red inalámbrica bajo la norma 802.11". Santiago de Chile, Chile.

En 1997 la IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineer*, Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos) generó el primer estándar para redes WLAN denominado IEEE 802.11. Desde entonces organismos normativos internacionales como la ETSI (*European Telecommunication Standards Institute*) han desarrollado sus propios estándares para redes inalámbricas de corto y largo alcance.

5.4.1 Elementos de acceso inalámbrico en una red WLAN

- **Puntos de acceso inalámbricos (*Wireless Access Point*)**

Un Access Point es un concentrador de nodos inalámbricos. Permiten funcionar de forma similar a los switches de las redes de cable tradicional, brindando los servicios de conexión segura, movilidad y monitoreo.

Cuentan con una o dos antenas incorporadas y poseen la funcionalidad de roaming permitiendo acceso ininterrumpido a la red.

- **Modos de configuración para Access Point**

- **Modo Infraestructura**

¹¹Como mínimo se dispone de un Punto de Acceso (AP), las estaciones wireless no se pueden comunicar directamente, todos los datos deben pasar a través del AP. Todas las estaciones deben ser capaces de "ver" al AP.

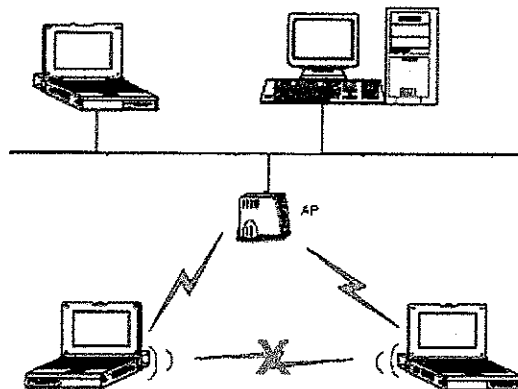


Figura 3. Access Point en modo Infraestructura (WLAN)

Fuente: Gori (2005)

¹¹<http://www.aeap.es/ficheros/f1033fd65faf50765481272d793a9328.pdf>

○ **Modo Puente *Bridge***

¹² Como especifica el nombre, se hace un puente inalámbrico entre dispositivos. Dos puntos de acceso en modo "bridge" solo se comunicarán entre ellos. Este tipo de conexión es útil cuando se están conectando dos edificios o localizaciones separadas, donde instalar cableado no resulta fácil o económicamente no es viable.

Para preparar un puente inalámbrico se necesitan dos puntos de acceso y dos antenas direccionales. Lo primero será ingresar las respectivas direcciones MAC o físicas para que los AP's se reconozcan. Dependiendo de la distancia, se debe contar con algún software para comprobar la conectividad entre equipos.

Montar las antenas de forma adecuada es una de las cosas más importantes a tener en cuenta. Si se monta la antena en un tejado, es necesario colocarla en un soporte adecuado. El factor viento es algo a tener en cuenta a la hora de alinear una antena.

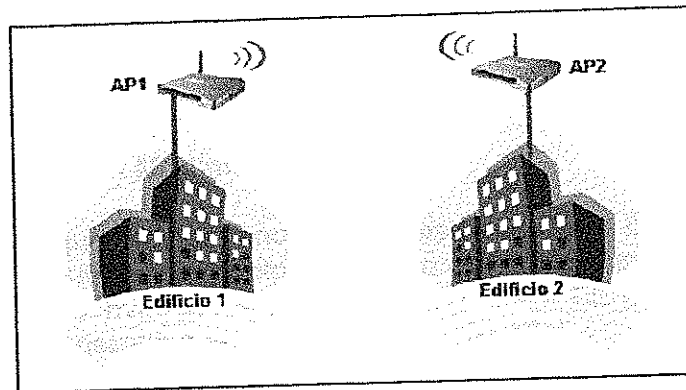


Figura 4. Access Point en modo Puente o Bridge

Fuente: Viveros Fuentes, Patricia (2007). "Implementación y soporte teórico de un sistema de monitoreo de red inalámbrica bajo la norma 802.11".

○ **Modo repetidor**

¹³ Un repetidor inalámbrico es simplemente un Access Point configurado como repetidor stand-alone, consiste en hacer que un punto de acceso se encargue de recibir una señal wifi de otro punto, y hacer que se envíe (como un rebote), hacia otro lado. Este permite que un punto remoto distante pueda conectarse a la red

¹² Viveros Fuentes, Patricia (2007).

¹³ Linksys (2005). <http://www-es.linksys.com>

- **Access Point Router y Switch incluido**

¹⁴Estos access point son una solución completa, diseñados generalmente para PYMES (Pequeñas y Medianas Empresas) y hogares, incluyen un router con asignación automática de direcciones IP mediante DHCP, que permite compartir una conexión a Internet y datos entre varios computadores y un switch Ethernet. Incluyen la tecnología Ethernet con NAT (Network Address Translation), lo que permite a varios usuarios conectarse a un acceso xDSL o Cable módem para compartir una única cuenta de acceso. Contienen también un switch Ethernet autosensible de cuatro u ocho puertos a 10/100 Mbps, esta opción permite conectar computadores a puertos Ethernet directamente o incluir una conexión a un switch externo a través de un puerto Up-link.

La opción NAT permite conectar varias direcciones IP privadas a una única IP pública, permitiendo proporcionar a los usuarios de la red acceso a Internet simultáneamente. El servicio de Firewall por la naturaleza del propio sistema, impide la entrada de intrusos. Estos Router Wireless permiten configuraciones sencillas al permitir asignar direcciones IP automáticamente a cada equipo a través de un servidor DHCP. En la Figura se puede apreciar el aspecto anterior y posterior de un access point de este tipo.

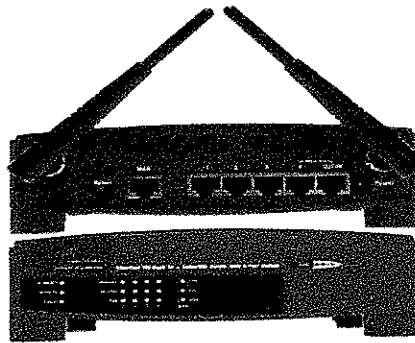


Figura7. Access Point con router y switch incluido
Fuente: Linksys (2005).

5.4.1.2 Adaptadores WLAN

La función de las tarjetas adaptadoras wireless es conectar un sistema informático a través de una red inalámbrica, que como se ha dicho, pueden funcionar entre sí o a través de un Access Point, brindando la movilidad, la libertad y la flexibilidad de la red Wireless LAN.

¹⁴Linksys. (2005). <http://www-es.linksys.com>.

cableada al permitirle el acercamiento al backbone. La tasa de transferencia entre el cliente y la LAN se verán afectados por el proceso de recepción y transmisión de los paquetes realizados en el repetidor.

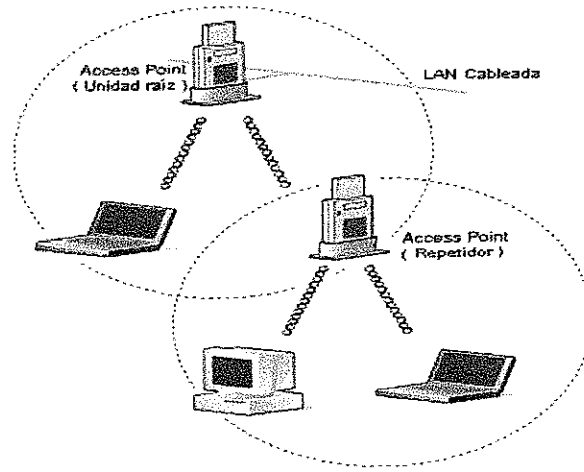


Figura 5. Access Point como repetidor
Fuente: Cisco Documentación (2004)

- **Access Point Multimodo**

Son Access Point que pueden funcionar en las frecuencias de las bandas de 2.4 GHz y 5,8 GHz. Al utilizar un punto de acceso de banda dual, las organizaciones pueden proteger sus inversiones en equipos Wi-Fi (IEEE 802.11b/g) y permitir también una fácil transición a redes Wi-Fi(IEEE 802.11a) .

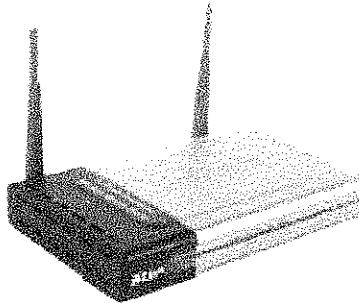


Figura 6. Access Point Multimodo
Fuente:D-Link(2005)

Fáciles de instalar, con drivers para los sistemas operativos de uso corriente y con una aplicación que permite la configuración gráfica, el monitoreo y el control básico de la señal, las tarjetas adaptadoras de red son un componente clave dentro de las redes Wireless.

Actualmente, estos adaptadores están siendo integrados a los dispositivos como teléfonos de gama alta y portátiles recientes, o en su defecto se encuentran en el mercado como conectores USB

- **Adaptador inalámbrico PCMCIA**

¹⁵Corresponden a tarjetas para comunicación inalámbrica que permiten ser instaladas en equipos portátiles que requieren una conexión sin cables a una red WLAN y que cuentan con un slot PCMCIA, para uso en notebooks o con adaptador PCMCIA para PC, de 11 Mbps de tasa de transmisión dentro del Estándar 802.11b con 2,4 GHz de frecuencia y de 11 a 14 canales, compatible con unidades de 2 Mbps. Soportan encriptación WEP de 64 y 128 bits.

La tarjeta PCMCIA lleva integrada en forma interna la antena de emisión y recepción que evita la incomodidad de cables colgando para la antena. Adicionalmente, algunos fabricantes proporcionan en el mismo módulo un conector para conexión de antena exterior vía un cable adaptador Pigtail.

En la actualidad están siendo reemplazadas por las tarjetas de red inalámbrica dentro de los PC's (portátiles) o aquellas que vienen en presentación USB.



Figura 8. Adaptador inalámbrico PCMCIA
Fuente: Soundblaster (2005).

¹⁵Soundblaster . (2005).

- **Adaptador inalámbrico PCI**

¹⁶Esta es necesaria para el uso de la placa de red inalámbrica en los computadores que no traen la posibilidad de conectar una placa PCMCIA. La tarjeta PCI, es realmente una tarjeta PCMCIA insertada en un adaptador PCIPCMCIA.

Con las placas PCI, los computadores de escritorio se pueden agregar a la red rápidamente sin gastos de cableado y ni tiempos de espera que afecten la productividad. Los clientes de la red poseen antenas que posibilitan la transmisión y recepción de los datos. Las placas PCI soportan antenas externas mediante el conector Pigtail para optimizar el alcance de sistemas estacionarios. En este caso la antena es de tipo lápiz y dispone de un pequeño soporte para colocarla encima del computador y facilitar la transmisión.

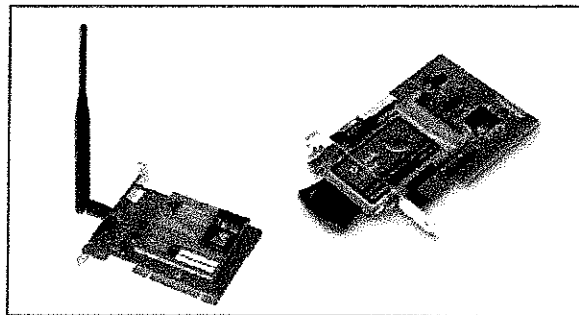


Figura 9. Tarjetas adaptadoras PCI para PC
Fuente: D-Link (2005), Linksys (2005).

De igual manera que la PCMCIA, las PCI han sido reemplazadas por dispositivos USB y por aquellos que vienen integrados en los equipos portátiles.

- **Adaptador inalámbrico USB**

¹⁷Ofrecen acceso inalámbrico de alta velocidad a Internet y conexión en red para notebook y computadores de escritorio con bus USB. Los usuarios disponen de conectividad inalámbrica simplemente enchufando el dispositivo en un conector USB libre e instalando el software en su PC de escritorio o en su notebook. La Figura muestra dos tipos de adaptadores inalámbricos USB.

¹⁶D-Link (2005)

¹⁷D-Link (2005)

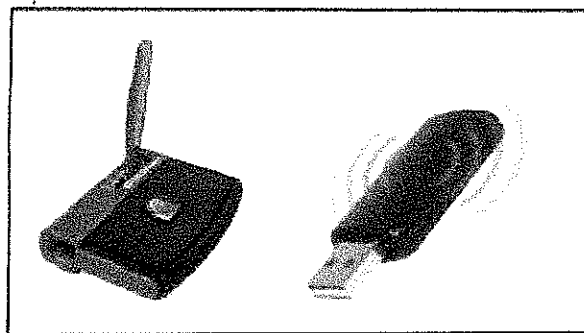


Figura 10. Adaptadores Inalámbricos USB
Fuente:Linksys (2005).

- **Adaptador Inalámbrico COMPACT FLASH**

El adaptador inalámbrico Compact Flash permite ser instalado en dispositivos que cuenten con slot o interfaz Compact Flash (tipo I o II). Es un adaptador inalámbrico 100% compatible con el Estándar IEEE 802.11b/g y provee conectividad a PDAs (Personal Digital Assistants) o Handhelds en redes inalámbricas. El adaptador Wireless Compact Flash puede ser configurado para operar en modo Ad-Hoc o Infraestructura.



Figura 11. Adaptador Inalámbrico COMPACT FLASH
Fuente:D-Link (2005).

- **Router Inalámbrico**

Los routers inalámbricos permiten el acceso simultáneo a Internet de los usuarios de una misma LAN mediante una única dirección IP. Funcionan en la banda 2,4 GHz y tiene un rango de acción de hasta 300 metros en espacios abiertos y 100 metros en lugares cerrados. Proveen velocidad de transmisión ideal de 54 Mbps en un caso ideal, pero realmente la velocidad que alcanzan es aproximadamente de la mitad.

Una de las principales ventajas de estos dispositivos es su independencia del resto de componentes hardware y software de la Red. Cualquier disfunción en uno

de los equipos de la Red no afecta en ningún sentido a los demás. Soporta los principales sistemas operativos.

5.5 Ventajas de las redes inalámbricas

- ¹⁸**La Flexibilidad:** Dentro de la zona de cobertura de la red inalámbrica los nodos se podrán comunicar y no estarán atados a un cable para poder estar comunicados.
- **Poca planificación:** Con respecto a las redes cableadas. Antes de cablear un edificio o unas oficinas se debe pensar mucho sobre la distribución física de las máquinas, mientras que con una red inalámbrica sólo nos tenemos que preocupar que el edificio o las oficinas queden dentro del ámbito de cobertura de la red.
- **Diseño:** Los receptores son bastante pequeños y prácticos, tal es el caso de los dispositivos USB.
- **Robustez:** Ante eventos inesperados que pueden ir desde un usuario que se tropieza con un cable hasta un pequeño terremoto o algo similar, una red cableada podría llegar a quedar completamente inutilizable, mientras que una red inalámbrica puede responder mejor a este tipo de percances inesperados.

5.6 Desventajas de las redes inalámbricas

Algunas de las desventajas más notorias que acarrea la instalación de una red Wireless.

- **La velocidad:** Hasta el momento las redes Wi-Fi no superan la velocidad de 54 Mbps, sin embargo ya existen sistemas que en laboratorio alcanzan los 300 Mbps, y comercialmente ya se encuentran 108 Mbps que aunque no son reales se encuentran especificados en la norma IEEE 802.11n, mientras que las redes cableadas ya llegaron hace unos cuantos años a los 100 Mbps. Actualmente, redes UTP ya alcanzan Giga de velocidad.
- **La seguridad:** Muchas redes Wireless sufren accesos no debidos, gracias a la inexperiencia de quienes las instalaron y no configuraron correctamente los parámetros de seguridad. Éstas son invadidas por usuarios que las acceden hasta con dispositivos de menor jerarquía, como por ejemplo Palms, PDA o pequeños dispositivos portátiles. Por tales motivos, es

¹⁸ Montico, Matías, (2005) *Wireless: La revolución inalámbrica, Guía teórica y práctica*. Editorial users.

imprescindible cumplir en la configuración de estas redes con una serie de requisitos mínimos e indispensables concernientes a la seguridad, tema que trataremos profundamente en este libro.

- **Interferencias:** Debido al rango de señal en el cual trabajan (en su mayoría en los 2,4 GHz) suelen ser interferidas por artefactos de uso común en cualquier establecimiento, como teléfonos inalámbricos, sistemas Bluetooth, hornos microondas, que utilizan ese mismo rango de frecuencias de comunicación.

6 ESPECTRO DE FRECUENCIAS INALAMBRICAS

¹⁹En las redes de área local podemos encontrar tecnologías inalámbricas basadas en HiperLAN (del inglés, High Performance Radio LAN), un estándar del grupo ETSI, o tecnologías basadas en Wi-Fi, que siguen el estándar IEEE 802.11 con diferentes variantes.

Según el rango de frecuencias utilizado para transmitir, el medio de transmisión pueden ser las ondas de radio, las microondas terrestres o por satélite, y los infrarrojos, por ejemplo. Dependiendo del medio, la red inalámbrica tendrá unas características u otras:

- Ondas de radio
- Microondas terrestres
- Microondas por satélite
- Infrarrojos

6.1 Sistemas Radioeléctricos

²⁰Por radio se entiende la transmisión de señales a través del espacio, mediante ondas electromagnéticas, sin que haya conexión física entre transmisor y receptor. El medio de propagación de las ondas electromagnéticas es, en este caso, el aire o el vacío. En el trabajo con sistemas radioeléctricos es frecuente emplear el término radiofrecuencia (RF), y por tal, se entiende la frecuencia a la que la radiación de energía electromagnética es útil para propósitos de comunicación. Así, las radiofrecuencias abarcan desde unos pocos KHz hasta más de 100GHz.

6.1.1 Espectro radioeléctrico

El Espectro Radioeléctrico es una porción del Espectro Electromagnético que proviene de las perturbaciones de las interferencias entre campos eléctricos y magnéticos.

²¹El espectro radioeléctrico está formado por las ondas electromagnéticas propagadas por el espacio (es decir, sin una guía artificial) en las frecuencias comprendidas entre 9 kHz y 3.000 GHz. Es un recurso natural y limitado que tiene la consideración de bien de dominio público y es indispensable en multitud de sectores: telecomunicaciones, audiovisual, defensa, servicios de seguridad y emergencia, navegación aérea, posicionamiento GPS, etc.

¹⁹ <https://belenus.unirioja.es/~secarcam/redes/lan/inalambricas.html>

²⁰Pérez, Constantino. Zamanillo, José María. Casanueva, Alicia. *Sistemas de Telecomunicaciones*. Universidad de Cantabria. España. (2007).

²¹ <http://blogcmt.com/2010/04/30/conceptos-basicos-de-telecos-espectro-radioelectrico>

²²Aunque existen dos tipos de tecnologías que emplean las radiofrecuencias, la banda estrecha y la banda ancha, también conocida como espectro ensanchado, ésta última es la que más se utiliza.

En mayo de 1985, y tras cuatro años de estudios, el FCC (Federal Communications Commission), la agencia Federal del Gobierno de Estados Unidos encargada de regular y administrar en materia de telecomunicaciones, asignó las bandas IMS (Industrial, Scientific and Medical) 902-928 MHz, 2,400-2,4835 GHz, 5,725-5,850 GHz a las redes inalámbricas basadas en espectro ensanchado. Entre ellas, el IEEE 802.11 incluyó en su especificación las frecuencias en torno a 2,4 GHz que se habían convertido ya en el punto de referencia a nivel mundial, la industria se había volcado en ella y está disponible a nivel mundial.

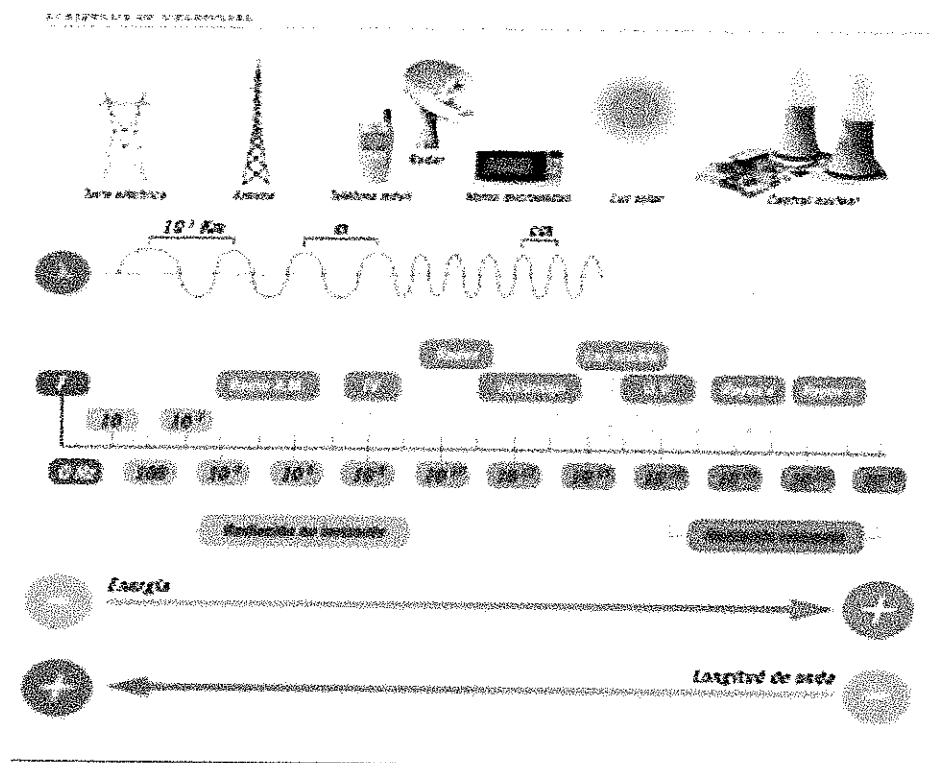


Figura 12. Espectro radioeléctrico
Fuente: <http://vidadigitalradio.com>

6.2 Atributos de las frecuencias

²³Las señales inalámbricas cuentan con atributos que pueden variar como la frecuencia, longitud de onda, amplitud y otras características principales.

²² <http://www.canal-ayuda.org/a-informatica/inalambrica.htm>

Cuando la frecuencia se incrementa:

- Se vuelve más fácil de atenuar (no puede viajar tan fácil a través de obstáculos como copas de árboles, muros, etc.).
- Capaz de transmitir mayor ancho de banda.

Cuando la frecuencia disminuye:

- Es más efectiva cuando transmite a través de obstáculos- menor atenuación (cuando es comparada con señales de frecuencias altas).
- No puede transmitir mayor ancho de banda.
- Las bandas de frecuencias más bajas (900 MHz, 2.4GHz), están mucho más congestionadas, con más "tráfico" inalámbrico que las de frecuencia alta como las bandas de 5GHz, debido a que son bandas no licenciadas y muchos dispositivos inalámbricos hacen uso de éstas.

6.3 Estándar IEEE 802.11

²⁴La norma IEEE 802.11 estableció en junio de 1997 el estándar para redes inalámbricas. Es un grupo de trabajo del IEEE que desarrolla distintos estándares para el uso de la tecnología de radiofrecuencia en las WLAN que compone las distintas normas que operan a diferentes frecuencias, velocidades y capacidades.

El estándar IEEE 802.11 define el uso de los dos niveles inferiores de la arquitectura OSI (capas física y de enlace de datos). Las redes inalámbricas se diferencian de las convencionales principalmente en la capa física y la capa de datos: la capa física indica como son enviados los bits de una estación a otra. La capa de enlace de datos denominada MAC, (Medium Access Control), se encarga de describir como se empaquetan y verifican los bits de modo que no tengan errores. Las demás capas forman los protocolos o utilizan puentes, encaminadores o compuertas para conectarse. Los dos métodos para reemplazar la capa física en una red inalámbrica son la transmisión de radiofrecuencia y la luz infrarroja.

²³ <http://www.netkrom.com>

²⁴ <http://standards.ieee.org/about/get/802/802.11.html>

6.3.1 Principales estándares 802.11

- **802.11 Legacy**

²⁵La versión original del estándar IEEE 802.11 publicada en 1997 especifica dos velocidades de transmisión teóricas de 1 y 2 mega bit por segundo (Mbit/s) que se transmiten por señales infrarrojas (IR) en la banda ISM a 2,4 GHz. IR sigue siendo parte del estándar, pero no hay implementaciones actualizadas.

- **802.11 a**

La revisión 802.11a al estándar original fue ratificada en 1999. El estándar 802.11a utiliza el mismo juego de protocolos de base que el estándar original, opera en la banda de 5 GHz y utiliza 52 subportadoras orthogonal frequency-division multiplexing²⁶(OFDM) con una velocidad máxima de 54 Mbit/s, lo que lo hace un estándar práctico para redes inalámbricas con velocidades reales de aproximadamente 20 Mbit/s. La velocidad de datos se reduce a 48, 36, 24, 18, 12, 9 o 6 Mbit/s en caso necesario. 802.11a tiene 12 canales no solapados, 8 para red inalámbrica y 4 para conexiones punto a punto. No puede interoperar con equipos del estándar 802.11b, excepto si se dispone de equipos que implementen ambos estándares.

Dado que la banda de 2.4 GHz tiene gran uso (pues es la misma banda usada por los teléfonos inalámbricos y los hornos de microondas, entre otros aparatos), el utilizar la banda de 5 GHz representa una ventaja del estándar 802.11a, dado que se presentan menos interferencias. Sin embargo, la utilización de esta banda también tiene sus desventajas, dado que restringe el uso de los equipos 802.11a únicamente puntos en línea de vista, con lo que se hace necesario la instalación de un mayor número de puntos de acceso; Esto significa también que los equipos que trabajan con este estándar no pueden penetrar tan lejos como los del estándar 802.11b dado que sus ondas son más fácilmente absorbidas.

- *Transmisión Exteriores:* Valor Máximo 30 metros 54 Mbps. *Transmisión.*
- *Interiores:* Valor Máximo 12 metros 54 Mbps. La velocidad de 54 Mbps hace referencia a un ideal de transmisión, pero realmente alcanzan aproximadamente un poco más de la mitad.
-

²⁵ <http://ieeestandards.galeon.com/aficiones1573579.html>

²⁶ OFDM: Es una técnica de modulación FDM que permite transmitir grandes cantidades de datos digitales sobre una onda de radio. OFDM divide la señal de radio en muchas sub-señales que son transmitidas simultáneamente hacia el receptor en diferentes frecuencias. OFDM reduce la diafonía (efecto de cruce de líneas) durante la transmisión de la señal

- **802.11 b**

La revisión 802.11b del estándar original fue ratificada en 1999. 802.11b tiene una velocidad máxima de transmisión de 11 Mbit/s. El estándar 802.11b funciona en la banda de 2.4 GHz. Debido al espacio ocupado por la codificación del protocolo CSMA/CA, en la práctica, la velocidad máxima de transmisión con este estándar es de aproximadamente 5.9 Mbit/s sobre ²⁷TCP y 7.1 Mbit/s sobre ²⁸UDP.

Los productos de la 802.11b aparecieron en el mercado muy rápido debido a que la 802.11b es una extensión directa de la técnica de modulación²⁹DSSS definida en el estándar original. Por lo tanto los chips y productos fueron fácilmente actualizados para soportar las mejoras del 802.11b. El dramático incremento en el uso del 802.11b junto con sustanciales reducciones de precios causó una rápida aceptación del 802.11b como la tecnología Wireless LAN definitiva.

802.11b es usualmente usada en configuraciones punto y multipunto como en el caso de los AP que se comunican con una antena omnidireccional con uno o más clientes que se encuentran ubicados en un área de cobertura alrededor del AP. El rango típico en interiores es de 32 metros a 11 Mbit/s y 90 metros a 1 Mbit/s. Con antenas de alta ganancia externas el protocolo puede ser utilizado en arreglos fijos punto a punto típicamente rangos superiores a 8 Km incluso en algunos casos de 80 km siempre que haya línea de vista directa de radio, esto debido a que después de este valor la curvatura de la tierra ocasiona obstáculo de línea de vista para el enlace. Esto se hace usualmente para reemplazar el costoso equipo de líneas o el uso de quipos de comunicaciones de microondas.

La tarjetas de 802.11b pueden operar a 11 Mbit/s pero pueden reducirse hasta 5.5, 2 o 1 Mbit/s en el caso de que la calidad de la señal se convierta en un problema. Dado que las tasas bajas de transferencia de información usan algoritmos menos complejos y más redundantes para proteger los datos son menos susceptibles a la corrupción debido a la atenuación o interferencia de la señal. Se han hecho extensiones del protocolo 802.11b para incrementar su velocidad a 22, 33, 44 Mbit/s pero estas no han sido ratificadas por la IEEE. Muchas compañías llaman a estas versiones mejoradas 802.11b+. Estas extensiones han sido ampliamente obviadas por los desarrolladores del 802.11g que tiene tasas de transferencia a 54 Mbit/s y es compatible con 802.11b.

²⁷ TCP: **Protocolo de Control de Transmisión** permite a dos usuarios establecer una conexión e intercambiar datos. El TCP garantiza la entrega de datos, es decir, que los datos no se pierdan durante la transmisión y también garantiza que los paquetes sean entregados en el mismo orden en el cual fueron enviados.

²⁸ UDP: Protocolo de transmisión de datos similar a TCP, cuya principal diferencia, es que no reenvía los datos dañados, por lo que es mucho más rápido que TCP.

²⁹ DSSS: Es uno de los métodos de modulación en espectro ensanchado para transmisión de señales digitales sobre ondas radiofónicas que más se utilizan

- **802.11g**

En Junio de 2003, se ratificó un tercer estándar de modulación: 802.11g. Este utiliza la banda de 2.4 GHz (al igual que el estándar 802.11b) pero opera a una velocidad teórica máxima de 54 Mbit/s, o cerca de 24.7 Mbit/s de velocidad real de transferencia, similar a la del estándar 802.11a. Es compatible con el estándar b y utiliza las mismas frecuencias. Buena parte del proceso de diseño del estándar lo *tomó el hacer compatibles los dos estándares*. Sin embargo, en redes bajo el estándar g la presencia de nodos bajo el estándar b reduce significativamente la velocidad de transmisión. . El mayor rango de los dispositivos 802.11g es ligeramente mayor que en los del 802.11b pero el rango que el cliente puede alcanzar 54 Mbit/s es mucho más corto que en el caso del 802.11b.

Los equipos que trabajan bajo el estándar 802.11g llegaron al mercado muy rápidamente, incluso antes de su ratificación. Esto se debió en parte a que para construir equipos bajo este nuevo estándar se podían adaptar los ya diseñados para el estándar b. Muchos de los productos de banda dual 802.11a/b se convirtieron de banda dual a modo triple soportando a (a, b y g) en un solo adaptador móvil o AP. A pesar de su mayor aceptación 802.11g sufre de la misma interferencia de 802.11b en el rango ya saturado de 2.4 GHz por dispositivos como hornos microondas, dispositivos Bluetooth y teléfonos inalámbricos.

- **802.11n**

En enero de 2004, la IEEE anunció la formación de un grupo de trabajo 802.11 para desarrollar una nueva revisión del estándar 802.11 la velocidad real de transmisión podría llegar a los 300 Mbps (lo que significa que las velocidades teóricas de transmisión serían aún mayores), y debería ser hasta 10 veces más rápida que una red bajo los estándares 802.11a y 802.11g, y cerca de 40 veces más rápida que una red bajo el estándar 802.11b. También se espera que el alcance de operación de las redes sea mayor con este nuevo estándar.

802.11n se construye basándose en las versiones previas del estándar 802.11 añadiendo MIMO (Multiple-Input Multiple-Output). MIMO utiliza múltiples transmisores y antenas receptoras permitiendo incrementar el tráfico de datos.

PARÁMETRO	802.11a	802.11b	802.11g	802.11n
Frecuencia	5 GHz	2.4 GHz	2.4 GHz	2.4 GHz hasta 40 GHz
Ancho de Banda	300 MHz	83.5 MHz	83.5 MHz	>1 GHz
Modulación	OFDM	HR/DSSS y CCK	OFDM	OFDM y MIMO
Ancho de Banda por Canal	20 MHz	22 MHz	22 MHz	20 MHz y 40 MHz
Canales no solapados	12 ¹	3	3	Depende del Fabricante
Tasa de Transmisión Teórica	De 6 a 54 Mbps	De 1 a 11 Mbps	De 1 a 54 Mbps	De 124 a 600 Mbps
Tasa de Transmisión Real Máxima ²	25 Mbps	5 Mbps	23 Mbps	300 Mbps
Rango de cobertura en interiores ³	10 – 40 metros	Más de 50 metros	30 – 50 metros	40 – 70 metros
Usuarios Simultáneos	64	32	50	Depende del Fabricante
Compatibilidad con otros Estándares WLAN	Incompatible con 802.11b/g	802.11g	802.11b	802.11 a/b/g

Tabla 1. Cuadro comparativo entre los principales estándares IEEE 802.11

Fuente: <http://ieeestandards.com>

6.4 Wi-Fi

³⁰WiFi, es la sigla para Wireless Fidelity (Wi-Fi), que literalmente significa Fidelidad inalámbrica. Es un conjunto de redes que no requieren de cables y que funcionan en base a ciertos protocolos previamente establecidos. Si bien fue creado para acceder a redes locales inalámbricas, hoy es muy frecuente que sea utilizado para establecer conexiones a redes de datos.

WiFi es una marca de la compañía Wi-Fi Alliance que está a cargo de certificar que los equipos cumplan con la normativa vigente (que en el caso de esta tecnología es la IEEE 802.11).

³⁰www.wi-fi.org

Esta nueva tecnología surgió por la necesidad de establecer un mecanismo de conexión inalámbrica que fuera compatible entre los distintos aparatos. En busca de esa compatibilidad fue que en 1999 las empresas 3com, Airones, Intersil, Lucent Technologies, Nokia y Symbol Technologies se reunieron para crear la Wireless Ethernet Compability Aliance (WECA), actualmente llamada Wi-Fi Alliance.

Al año siguiente de su creación la WECA certificó que todos los aparatos que tengan el sello WiFi serán compatibles entre sí ya que están de acuerdo con los criterios estipulados en el protocolo que establece la norma IEEE 802.11.

En concreto, esta tecnología permite a los usuarios establecer conexiones a Internet sin ningún tipo de cables y puede encontrarse en cualquier lugar que se haya establecido un "punto caliente" o hotspot WiFi.



Figura 13. Logotipo wifi Alliance

Fuente: www.wi-fi.org

7 BANDA DE FRECUENCIA 2.4 GHz

7.1 Bandas ISM

³¹Las bandas ISM (*Industrial Scientific Medical*) son bandas de radiofrecuencia electromagnética reservadas internacionalmente para uso no comercial en áreas de trabajo industriales, científicas y médicas. Estas bandas pueden utilizarse sin necesidad de licencia siempre que se respeten unos determinados límites de potencia.

Fueron definidas por la ITU (*International Telecommunications Union*) en el artículo 5 de las Regulaciones de Radio (RR 5.138, 5.150 y 5.280) y todo aparato que trabaje con ellas debe ser tolerante a errores y utilizar mecanismos de protección contra interferencias, como técnicas de ensanchado de espectro (RR 15.13). Por este motivo, las redes que funcionan en esta banda se les denominan redes de espectro ensanchado. Entre dichas frecuencias se encuentran aquellas que componen la banda de 2.4 GHz

Algunos aparatos que usan la frecuencia de 2,4 GHz son los microondas, teléfonos inalámbricos, monitores de bebés, IEEE 802.15.1 (WPAN - Bluetooth) e IEEE 802.11 (WLAN).

Además de utilizarse diferentes técnicas de espectro ensanchado, en función de la relación señal/ruido se puede utilizar una modulación (bits por símbolo) más o menos rica para alcanzar más velocidad, por lo que los aparatos realizan una negociación de velocidades.

El uso de estas bandas de frecuencia está abierto a todo el mundo sin necesidad de licencia, respetando las regulaciones que limitan los niveles de potencia transmitida. Este hecho fuerza a que este tipo de comunicaciones tengan cierta tolerancia frente a errores y que utilicen mecanismos de protección contra interferencias, como técnicas de ensanchado de espectro.

7.2 Canales utilizados en la banda de 2.4 GHz

Tanto los AP como las estaciones transmiten en diferentes frecuencias llamadas canales. El estándar IEEE 802.11, tiene asignados 14 canales en un ancho de banda de 22Mhz, y la gama de frecuencias disponible, va de los 2,412 GHz hasta los 2.484 GHz.

³¹http://quimi.net/monograficos/G-Redes_de_comunicaciones/G-RCnode29.html

Relación entre Canal y Frecuencia.	
Canal	Frecuencia
1	2.412 GHz
2	2.417 GHz
3	2.422 GHz
4	2.427 GHz
5	2.432 GHz
6	2.437 GHz
7	2.442 GHz
8	2.447 GHz
9	2.452 GHz
10	2.462 GHz
11	2.462 GHz
12	2.467 GHz
13	2.472 GHz
14	2.484 GHz

Tabla 2. Relación de los 14 canales

Fuente: <http://es.scribd.com/doc/38706496/35/C-I-Banda-Estrecha>

La siguiente tabla muestra la asignación de los canales que dispone en cada región determinada:

Canales Autorizados	
USA	1 - 11
Europa	1 - 13
España	10 y 11
Francia	10 - 13
Japón	1 - 14
Colombia	1 - 11

Tabla 3. Asignación de canales

Fuente: <http://es.scribd.com/doc/38706496/35/C-I-Banda-Estrecha>

El ancho de banda de la señal (22MHz) es superior a la separación entre canales consecutivos (5MHz), por eso se hace necesaria una separación de al menos 5 canales con el fin de evitar interferencias entre celdas adyacentes. Tradicionalmente se utilizan los canales 1, 6 y 11 o los canales 1, 5, 9 y 13.

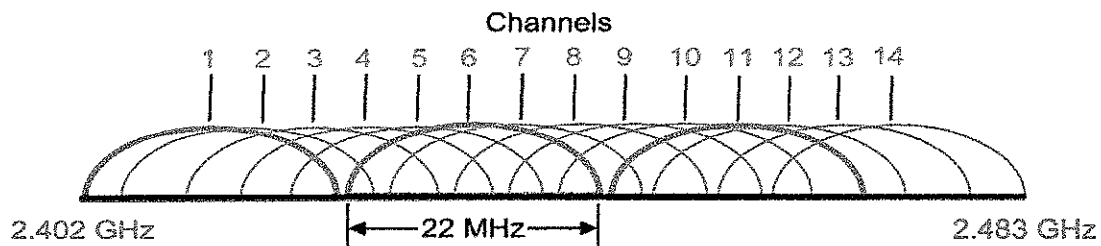


Figura 14. Canales recomendados banda 2.4 GHz

Fuente: <http://quimi.net/monograficos>

7.2.1 Interferencia entre canales

³²La interferencia entre canales puede ser:

Co-canales: al transmitir simultáneamente sobre el mismo canal.

Inter-canales: al transmitir sobre canales adyacentes.

Tanto la interferencia de co-canales como la de intercanales pueden limitar con severidad la capacidad de la WLAN. Para evitar este tipo de interferencias de debe seguir algunas reglas de diseño:

- Espaciar lo máximo posible los APs asegurando cobertura completa del área. Este criterio ayuda a reducir la interferencia co-canal y costos de equipos.
- **Red de un piso:** usar canales 1, 6 y 11 para evitar toda interferencia inter-canal y evitar que los APs adyacentes usen el mismo canal.
- **Red de varios pisos:** usar canales 1, 4, 7 y 11 para limitar la interferencia inter-canal y evitar que canales adyacentes usen el mismo canal.

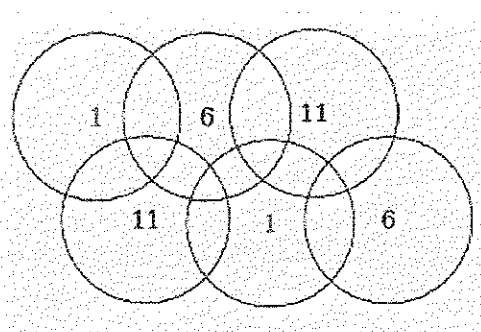


Figura 15. Asignación de canales sin interferencia

Fuente: <http://qtr.telecom.pupcp.edu.pe/wiki/index.php>

³²<http://qtr.telecom.pupcp.edu.pe/wiki/index.php>

Como resultado, dos dispositivos que empleen canales contiguos sin la debida separación, crearán interferencias mutuamente, repercutiendo en las prestaciones de la red inalámbrica, para evitar totalmente solapamiento de los canales usados se deben dejar cinco canales de separación entre los utilizados.

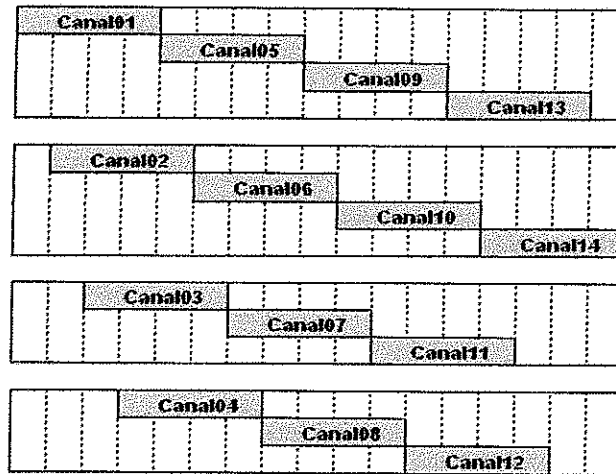


Figura 16. Solapamiento de canales

Fuente: <http://gtr.telecom.pucp.edu.pe/wiki/index.php>

Por lo tanto, únicamente se dispone de 3 canales para una coexistencia sin interferencia de distintas redes wireless en la misma área.

7.3 ¿ Cómo evitar el solapamiento señales en comunicaciones inalámbricas?

³³Más allá de los diferentes estándares de comunicación que tiene este tipo de tecnología, hay algo que todos tienen en común: la forma en que ordenan las señales de datos que se solapan. En lugares de una densidad de población alta, se pueden encontrar un gran número de dispositivos inalámbricos que están enviando señales al mismo tiempo utilizando un grupo similar de frecuencias.

Los dispositivos inalámbricos usan dos tipos diferentes de estrategias para resolver este solapamiento de señales:

7.3.1 FH o FHSS

(Espectro extendido con salto de frecuencia), en este estándar, las frecuencias cambian alrededor de 1.600 veces por segundo. Este tipo de estándar posee un gran número de patrones de salto para que las redes que utilicen este espectro y se encuentren en un lugar compartido en presencia de radiación electromagnética,

³³ Montico, Matias, (2005) *Wireless: La revolución inalámbrica, Guía teórica y práctica*. Editorial users.

cercano unas a otras y no tengan posibilidad de usar la misma frecuencia en forma simultánea.

7.3.2 DS o DSSS

(Espectro Ensanchado por Secuencia Directa), es uno de los métodos de modulación en espectro ensanchado para transmisión de señales digitales sobre ondas radiofónicas que más se utilizan. En esta técnica se genera un patrón de bits redundante para cada uno de los bits que componen la señal. Cuanto mayor sea este patrón de bits, mayor será la resistencia de la señal a las interferencias. Debido a que utiliza canales distintos en una misma zona, hay redes que pueden llegar a solaparse sin que las señales de unas y otras se interfieran.

Estas dos formas de transmisión de espectro ensanchado resisten las interferencias, ya que no hay una sola frecuencia en uso constante.

8 DETECCIÓN DE POSIBLES FUENTES DE INTERFERENCIA

³⁴Como se ha mencionado anteriormente, las posibles fuentes de interferencia que pueden existir en una WLAN pueden ser generadas por hornos microondas, teléfonos inalámbricos u otros equipos y dispositivos electrónicos que operan en la banda de 2.4GHz.

Incluso la interferencia normalmente viene desde otros puntos de acceso (APs) y dispositivos de clientes que pertenecen a la WLAN, siendo esto suficiente como para que la señal se debilite o se interrumpa. También APs que no forman parte de la estructura causan interferencia.

A continuación se mencionan algunos tipos de interferencia según su tipo:

Destructiva: una señal anula a la otra

Constructiva: ambas señales se suman generando una nueva onda.

Reflexión: ocurre cuando una onda choca con un medio y no es capaz de atravesarlo, sino que rebota (se refleja).

Refracción: ocurre cuando una señal choca con un medio y es capaz de atravesarlo.

Difracción: ocurre cuando una señal es capaz de rodear el obstáculo.

8.1 Relación Señal a Ruido (SNR)

³⁵SNR es un concepto de ingeniería definido como la relación entre una señal transmitida dada el ruido de fondo del medio de transmisión. Es ampliamente usado en el ambiente inalámbrico y se refiere a la relación de potencia entre una señal y el ruido que la acompaña como lo muestra la ecuación.

$$SNR = P(\text{Señal})/P(\text{Ruido})$$

Ecuación # 1: relación señal ruido

Fuente: Contreras Alcántara Juan Carlos, Rodríguez Solano Miguel Ángel (2008) "Determinación de las condiciones óptimas para la instalación de una WLAN".

³⁴www.ciscosistemas.org/web/LA/netacad/.../inalambricas.html

³⁵ Contreras Alcántara Juan Carlos, Rodríguez Solano Miguel Ángel (2008) "Determinación de las condiciones óptimas para la instalación de una WLAN". México D.F., México.

SNR es usualmete expresado en términos de una escala en decibeles logaritmica. En decibeles, la SNR es veinte veces la base 10 logaritmica de la relación entre la amplitud, o diez veces el logaritmo entre la relación de potencia.

$$SNR(dB) = 10 \log_{10} (P \text{ señal} / P \text{ ruido}) = 20 \log_{10} (A \text{ señal} / A \text{ ruido})$$

Ecuacion # 2: SNR en decibeles.

Fuente: Contreras Alcántara Juan Carlos, Rodríguez Solano Miguel Angel (2008) "Determinacion de las condiciones optimas para la instalacion de una WLAN".

8.2 Interferencia y distorsión multitrayectoria (Multipath Distortion)

El desempeño en la velocidad de transmisión (throughput) de la red WLAN es afectado por señales inservibles. La interferencia y la distorsión multitrayectoria causan fluctuación en la señal transmitida.

La distorsión multitrayectoria describe el fenómeno donde una señal toma varios caminos para llegar finalmente en diferentes tiempos al receptor. El efecto se genera en el momento en que cualquier objeto refleja una señal de radio varias veces. En el receptor se solapan señales en tiempos diferentes causando interferencia. En el peor de los casos se extiende la fase entre dos señales por 180 grados por las diferencias en tiempo haciendo que las ondas se eliminen totalmente. Por esta razón puede ocurrir fácilmente que no se logre una conexión LAN aunque el Access Point se encuentre en el mismo cuarto y a pocos metros de distancia.

En adición a esto, la interferencia decrece la relación señal a ruido (SNR) de una data rate (tasa de transferencia de datos) particular, mientras el conteo de reintento de paquete aumenta en el área donde la interferencia o distorsión multitrayectoria son altas.

La interferencia incluso se refiere al nivel de ruido o noise floor. La intensidad de la señal recibida del AP asociado debe ser lo suficientemente alta sobre el nivel de ruido del receptor para ser decodificado correctamente. Este nivel de fuerza se refiere a la relación señal a ruido o SNR.

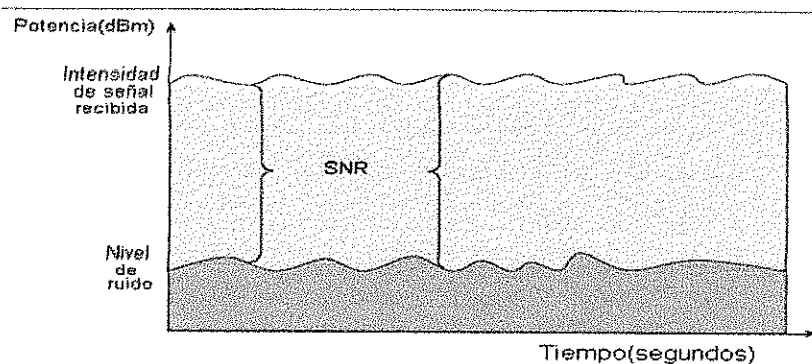


Figura 17. Relación señal a ruido (SNR)

Fuente : Contreras Alcántara Juan Carlos, Rodríguez Solano Miguel Angel (2008) "Determinacion de las condiciones optimas para la instalacion de una WLAN".

8.3 Influencia de los materiales en una WLAN

Cuando se lleva a cabo un estudio de un sitio, es necesario tomar en cuenta los siguientes aspectos:

En general, todos los objetos absorben o reflejan parte de una señal logrando su degradación o bloqueo al paso de la misma. Algunos casos son:

- Paredes: Especialmente si la pared esta compuestas por materiales de construcción pesados, como el concreto o bloques de ladrillos.
- Recubrimientos en el techo: especialmente si están hechos de material metálico.
- Muebles: especialmente aquellos que en su mayoría están hechos de metal.
- Elementos naturales: como el agua, árboles y matorrales; no solo afuera, sino también en las salas de estancia, patios u otros espacios públicos anteriores.
- Vidrio recubierto: el cristal transparente generalmente no degrada en gran tamaño la fuerza de la señal, pero puede hacerlo si está recubierto con una película metálica o tiene un cable de malla incrustado en él. El vidrio es un material que puede también reflejar la señal y presentar difracción, reflexión, entre otros aspectos propios de la interacción ejercida con este tipo de elementos.

8.3.1 Atenuación de la Señal

La atenuación de la señal o pérdida de la señal ocurre cuando una señal viaja por el espacio libre. La pérdida de potencia en la señal es más pronunciada conforme la señal viaja a través de múltiples objetos. Una potencia de transmisión de 20mW

es equivalente a 13 dBm. Por lo tanto, si la potencia de transmisión a la entrada de un punto en una pared recubierta es de 13 dBm, la potencia de la señal se atenuara a 10 dBm al salir de esa pared.

dBm es la potencia de radio expresada en dB referida a 1Mw . Para convertir mW a dBm se procede así:

$$\begin{aligned} dBm &= \log_{10} (mW) * 10 \\ dBm &= \log_{10} (20) * 10 \\ &= 13 \text{ dBm} \end{aligned}$$

La atenuación de una pared de concreto es = 3dB, por lo tanto:

$$13dBm - 3dB = 10 \text{ dBm}$$

La tabla 4 a continuación muestra la perdida probable de la fuerza de la señal causada por diversos tipos de objetos.

Objeto en la trayectoria de la señal.	Atenuación de la señal a través del objeto.
Pared recubierta	3 dB
Pared de vidrio con marco de metal	6 dB
Bloque de pared	4 dB
Ventana de oficina	3 dB
Puerta de metal	6 dB
Puerta de metal en pared de ladrillo	12 dB
Cuerpo humano.	3 dB

Tabla 4. Objetos que generan atenuación de potencia

Fuente: Contreras Alcántara Juan Carlos, Rodríguez Solano Miguel Angel (2008) "Determinacion de las condiciones óptimas para la instalacion de una WLAN".

9 SOFTWARE PARA ANALISIS DE REDES WLAN

Existen en el mercado una larga lista de programas para el estudio de redes inalámbricas, por mencionar algunos:

- AirMagnet Survey
- Cisco Wireless Control System
- Fluke Networks InterpretAir WLAN Survey
- AirView Spectrum Analyzer
- Netstumbler
- VisiWave

Para la mayoría de los programas se requiere comprar licencias, pero en la paginas web de algunos fabricantes, se permite la descarga de versiones DEMO o de prueba, para saber como funciona y de esta forma decidir si es conveniente comprar la licencia mas adelante.

Para el desarrollo de este estudio se utilizaron las versiones DEMO de los programas Airmagnet WiFi, InterpretAir WLAN site Survey y Airview Spectrum Analyzer como principales herramientas aplicadas en el estudio y las cuales se describen a continuación.

9.1 AirMagnet

Airmagnet perteneciente a la empresa Fluke Networks, posee un amplio número de herramientas y software para aplicar en la gestión de redes; así, como para la planificación, seguridad y diseño de las mismas. Dentro de sus principales productos se encuentran: AirMagnet Survey y AirMagnet Planner, AirMagnet WiFi Analyzer, AirMargnet VoFi Analyzer, AirMargnet Spectrum Analyzer, AirMagnet AirMedic, AirMagnet Enterprise y el AirMagnet WiFi Analyzer.

9.1.1 AirMagnet WiFi Analyzer

Este analizador de red inalámbrica incluye herramientas activas de diagnóstico de WLAN, permitiendo a los administradores de red poner a prueba y diagnosticar fácilmente problemas comunes de desempeño de la red inalámbrica, incluidos los temas de rendimiento, problemas de conectividad y conflictos entre dispositivos.

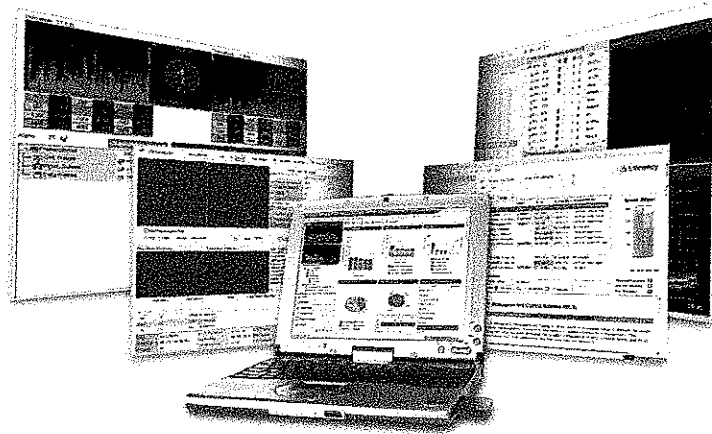


Figura 18. AirMagnet WiFi Analyzer.

Fuente: <http://www.flukenetworks.com/enterprise-network/wireless-network/airmagnet-wifi-analyzer>

Generalidades en el Software

Es una herramienta que en conjunto con un hardware (antena), permite identificar y resolver problemas de rendimiento, seguridad, flujo de información, interferencias, desempeño, entre otra serie de parámetros influyentes en redes WLAN y que dependiendo de la mayoría de estos se tendrá confianza y efectividad en el manejo de este tipo de redes.

Reúne las herramientas más avanzadas de la industria de analizadores de redes inalámbricas (WLAN), encontrando el justo equilibrio entre supervisión de redes, análisis y diagnósticos en una sola aplicación móvil. Sus competencias básicas incluyen, inspección del sitio, auditoría, solución de problemas de conexión, seguridad y gestión de rendimiento.

En el centro de la solución se encuentra el experto sistema inalámbrico AirMagnet "AIRWISE", supervisor analítico que alerta y chequea a más de 100 dispositivos inalámbricos en más de una red que se encuentren dentro de su rango de cobertura inconvenientes de seguridad, configuración, amenazas de forma específica proporcionando un contexto de asesoramiento entre el usuario y la red que este siendo objeto de análisis.

Características Principales

AirMagnet WiFi Analyzer (o Laptop Analyzer) ofrece las siguientes características como solución móvil en una red inalámbrica.

Estado de la Red en Tiempo Real: Hace que sea fácil conocer el estado de la red, a través de una serie de alarmas de rendimiento personalizables, para estar al tanto de los posibles problemas de rendimiento, o interrupciones en el servicio.

Herramientas de Perfil de Red: Ayuda a controlar los cambios en el entorno WLAN a través del nombramiento de perfiles de configuración múltiple y libretas de direcciones para la asignación de mapas.

Alarmas de seguridad y rendimiento: Mantiene a los usuarios a la vanguardia de la administración inalámbrica, con la detección automática de eventos de la red que podrían llevar a inconvenientes.

Soporte SSID: Permite a los usuarios ver todos los SSID (Identificador en la red) utilizados, por lo que es fácil hacer el seguimientos, ya sea utilizando múltiples VLANs (Redes Virtuales) y VoWLAN (Voz sobre Wlan).

Reportes Integrados sobre AirMagnet Móvil: Esta característica permite a los usuarios convertir los datos en informes profesionales, por lo que es fácil ver, analizar, compartir y realizar copias de seguridad de red. Con unos pocos clics en los botones, los usuarios pueden obtener un libro de informe personalizado, de informes individuales seleccionados de la lista.

Trazo Orientado a Objetos: El usuario puede capturar y guardar la información de objetos tales como las estadísticas del canal, dispositivos y los datos de alarma, además de la captura de paquetes.

Aplicación Global de canal: Permite al usuario controlar los 14 canales en el espectro 802.11b, incluso la detección de problemas en bandas no designadas.

Soporte con GPS: Permite a los usuarios integrar longitud, latitud, altitud, distancia e información de los dispositivos haciendo el seguimiento de la infraestructura de la red, hallando el camino para el mejor sitio propagación de dispositivos inalámbricos.

Administrador de Políticas de seguridad: El aumento de redes WLAN, introduce toda una nueva clase de amenazas para la seguridad de la red. Las señales de radiofrecuencia que penetran en las paredes se extienden más allá de las zonas correspondientes, lo que significa que se expone la red a usuarios no autorizados. Proporciona las herramientas necesarias para garantizar que todos los dispositivos de la red cumplan con las políticas establecidas, y la identificación proactiva de amenazas específicas y puntos en lo que la señal es débil.

Monitoreo de Seguridad de la infraestructura de la Red: Alerta ante ataques de intrusos a la red, y asegura puntos de acceso.

Ver Resumen de la red: Ofrece una visión general de los catorce canales 802.11a/b/g y su estado de uso, con la capacidad de profundizar en los detalles de cualquier nodo de la red.

Monitor de Ancho de Banda: Muestra la interferencia de canales, multicast / broadcast, señales débiles en RF, bajas tasas de transmisión. Las señales de RF pueden ser mostradas en porcentaje (%) o en decibeles (dBm).

Monitor de Interferencia de Canal: Monitorea la transmisión del canal y alerta cuando un canal está sobrecargado con puntos de acceso o estaciones.

Monitor de Ruido del Canal: Proporciona una alerta si un canal está experimentando la interferencia de una fuente no identificada.

Herramientas de Sondeo para el sitio de la Red: Facilita la obtención de la señal de RF y los datos de rendimiento, por lo que los nodos de la red se pueden mejorar su funcionalidad.

Herramienta de Cobertura: Expone un lugar en particular, si está cubierto por sus puntos de acceso y permite a los usuarios identificar los límites entre APs.

Herramientas de Calidad / Intensidad de señal del canal: Ayuda a identificar las interferencias entre canales de APs desconocidos y otras fuentes potenciales, ayudando a prevenir posibles conflictos o problemas de rendimiento.

Captura de paquetes en tiempo real: Captura paquetes de datos y los muestra en tiempo real, y permite grabar para realizar posteriores análisis.

Requisitos del sistema

Para ejecutar AirMagnet Wi-Fi Analyzer sin inconvenientes, la computadora portátil debe cumplir los siguientes requisitos:

- Microsoft® Windows Vista™ Business o Ultimate,
- XPTM Professional (Service Pack 2), 2000 (Service Pack 4 o posterior)
- Tablet PC Edition 2005 (Service Pack 2)
- Intel® Pentium® a 1,6 GHz o superior (se recomienda Pentium® M 1,6 GHz o superior recomendado)
- 512 MB recomendado para Windows XP o 1GB para Windows Vista
- 100 MB de espacio libre en disco duro
- Puerto PCMCIA o Express Card

Descripción Pantalla Inicio de AirMagnet WiFi Analyzer

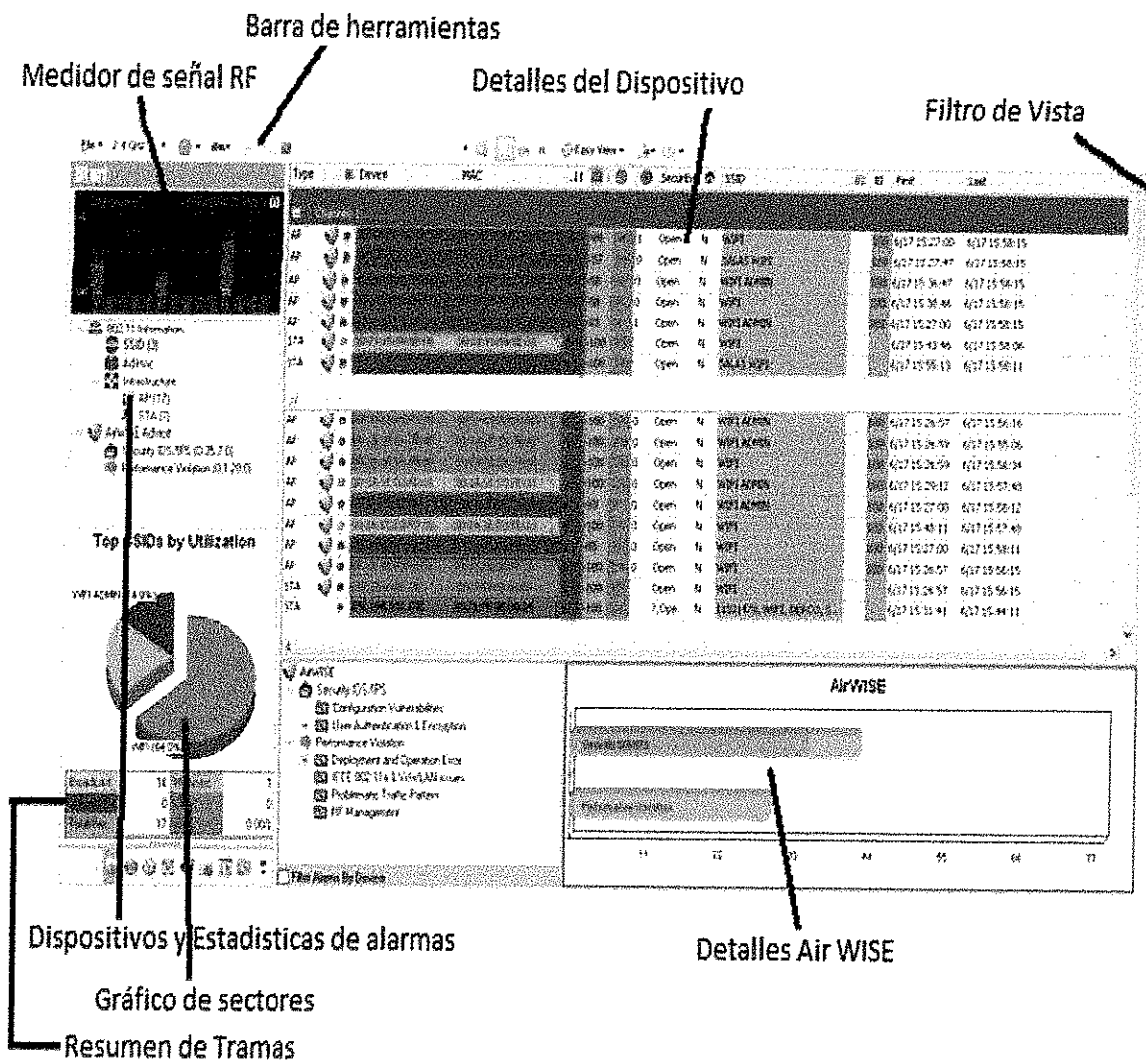


Figura 19. Pantalla de Inicio WiFi Analyzer

Fuente: Airmagnet Wifi Analyzer

Barra de navegación

En la parte inferior izquierda de la pantalla del analizador, incluye botones de navegación para acceder a las diferentes herramientas y pantallas.

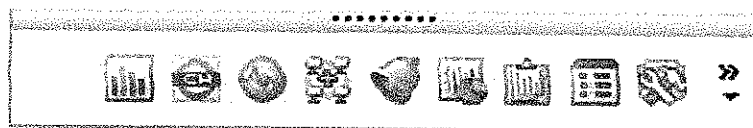


Figura 20. Barra de Navegacion Airmagnet Wifi Analyzer

Fuente: Airmagnet Wifi Analyzer

Puede ampliar la barra de herramientas para facilitar la visualización haciendo clic en la línea de puntos por encima de los botones.

La siguiente tabla contiene descripciones breves de cada uno de los botones.

BOTON	DESCRIPCIÓN
 Start	Botón de inicio se abre la pantalla de inicio, que muestra el estado general del entorno de la red inalámbrica.
 Channel	Botón de canal, se abre la pantalla de Canal, que le permite visualizar el tráfico por el canal 802.11.
 Interference	Botón interferencia, se abre la pantalla de interferencia, lo que le permite ver los niveles de interferencia de cada canal en la red.
 Infrastructure	Botón de infraestructura, se abre la pantalla de Infraestructura, que muestra la estructura de la WLAN y los componentes.
 AirWISE	Botón AirWISE, abre la pantalla AirWISE, que enumera las alarmas de rendimiento y seguridad detectados por AirWISE.
 Top Traffic Analysis	Botón de Tráfico, muestra 10 consumidores de ancho de banda de la red inalámbrica.
 Reports	Botón de informes, le permite ver informes personalizados y por defecto, y los informes de alarma.
 Decodes	Botón Decodificación abre la pantalla de Decode, que muestra el resumen de paquetes 802.11 en tiempo real.
 WiFi Tools	Botón de Herramientas, se abre la pantalla de Herramientas, que contiene 10 herramientas fáciles de usar en WLAN para que usted elija.

Tabla 5. Navegador y Botones WiFi Analyzer

Fuente: Autores

9.2 AirView Spectrum Analyzer

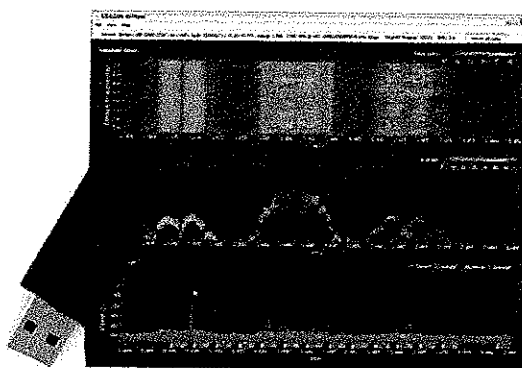


Figura 21. Ubiquiti AirView

Fuente: <http://morelosnet.com/airview.html>

Es un módulo USB que conectado a un computador portátil PC y descargando un software que suministra el fabricante "Ubiquiti" de manera gratuita, permite realizar un análisis de espectro para determinar la distribución de energía radioeléctrica en la banda de 2,4GHz, facilitando estudiar las contribuciones de energía en RF, porcentajes de uso de canales, y tendencia de ocupabilidad por canales. Ideal para optimizar redes WiFi de 2,4GHz e imperativo para determinar la configuración más acertada posible de un equipo Wireless dentro de un red inalámbrica.

Es compatible Windows XP, Vista, Seven 32 o 64 bit, Apple OSX y Linux.

La banda de 2,4 GHz, se está volviendo cada vez más poblada, pues los teléfonos inalámbricos, sistemas de alarma, y la mayoría de los dispositivos WiFi comparten el mismo medio de comunicación y para muchos instaladores de redes inalámbricas analizar el espectro en este rango de frecuencias es de gran importancia ya que luego vendrán los problemas de contaminación entre canales o interferencia entre otros dispositivos. Estos análisis se hacen con un "Analizador de espectro".

- **Canales WiFi en el Analizador de Espectro**

El estándar inalámbrico 802.11 b, g, n permite que en la mayoría de los dispositivos que tengan conexión WiFi, se proporciona un acceso a una red de datos por medio inalámbrico y esta red inalámbrica puede ser montada bajo cierto criterio de utilización de canales de acuerdo con la Tabla 5.

Ch1	2412MHz*
Ch2	2417MHz
Ch3	2422MHz
Ch4	2427MHz
Ch5	2432MHz
Ch6	2437MHz*
Ch7	2442MHz
Ch8	2447MHz
Ch9	2452MHz
Ch10	2457MHz
Ch11	2462MHz*

Tabla 6. Descripción de canales para uso en el mundo

Fuente: Ubiquiti

Cada canal requiere aproximadamente 20 MHz de ancho de banda lo que significa que solo hay cierto número de canales no solapados o superpuestos que están disponibles para su uso y asignación en dispositivos inalámbricos, correspondientes a los canales 1, 6 y 11 por lo que la mayoría de redes se configuran usando estos canales.

Adicionalmente, están estos canales adicionales asignados para Europa.

Ch12	2467MHz
Ch13	2472MHz
Ch14	2484MHz

Tabla 7. Canales adicionales para Europa

Fuente: Ubiquiti

Características y Funcionamiento

Al iniciar Airview Spectrum Analyzer la barra superior muestra el reconocimiento del dispositivo con un código numérico y su correspondiente ubicación en el puerto del computador (COM1, COM2, COM3); luego está la fecha en la fue construido el dispositivo. Adicionalmente muestra el rango de barrido, fijado en 2399 – 2485 MHz con intervalos de búsqueda de energía en RF de 500 KHz, con un número total de tramas para el análisis en curso de 3.7 por segundo en cada barrido. Lo que quiere decir que cada trama corresponde a un ciclo de la señal de radio control que se reconoce como periodo de frame (trama). En un segundo se analizan 3.7 tramas por barrido de captura que realiza el analizador de espectro.

Por último se ve la ventana de Reajustar todos los Datos, lo que permite que todos los registros sean borrados para retomar a una nueva sesión de toma de datos.

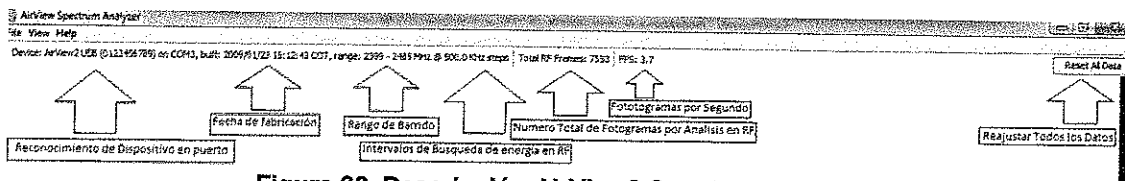


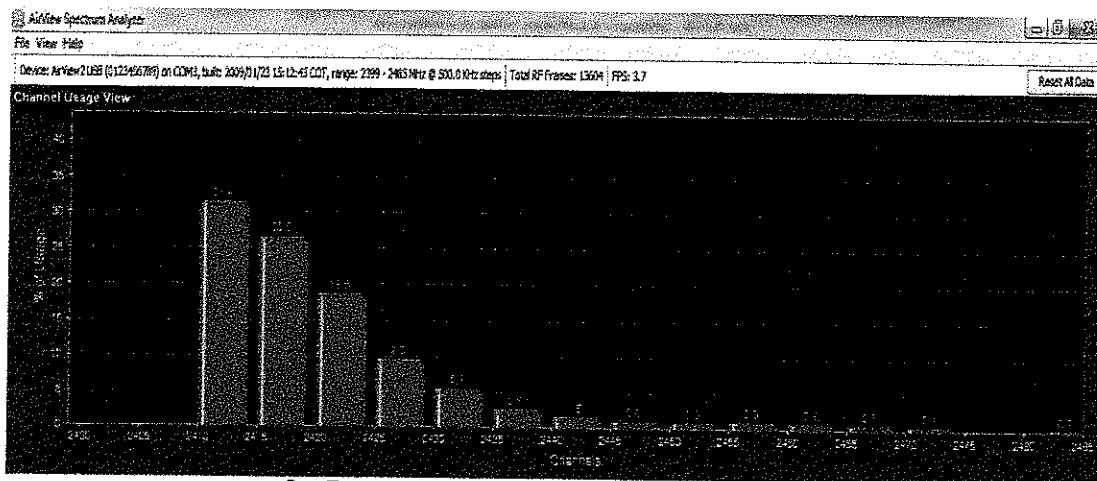
Figura 22. Descripción AirView2 Spectrum Analyzer

Fuente: Autores

9.2.1 Gráfico Uso Canales

Este gráfico es ideal para determinar el mejor canal para configurar una red WiFi para un rendimiento óptimo. Cada canal de 2.4 GHz está representado por una barra que a su vez muestra el porcentaje de hacinamiento de ese canal específico. Dicho porcentaje es calculado por el software mediante el análisis tanto del nivel de hacinamiento por canal y la fuerza de la energía de Radiofrecuencia en este canal desde que se dio inicio a la sesión de análisis.

El eje Y de la gráfica, muestra el porcentaje de uso reflejado en cada canal con una escala de 0 a 40 con intervalos de 5, ya que según los parámetros del software, se considera que a un 40% de uso de canal existe Saturación y en el eje X se visualizan los canales en el rango de 2400 a 2485 MHz. De esta forma se podrá tener en cuenta en los canales de menor uso la creación de nuevos Dispositivos AP en una red inalámbrica.



Gráfica 1. Ejemplo Canales de acceso AirView2

Fuente: AirView Spectrum Analyzer

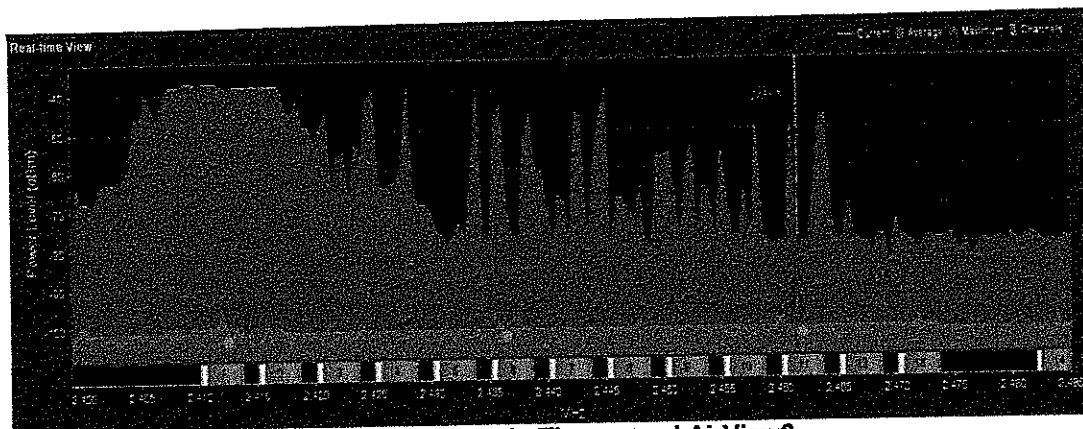
9.2.2 Gráfico Vista de Tiempo Real

En este gráfico se puede visualizar el análisis de espectro en tiempo real, en el que se muestra la energía en dBm (decibeles métricos) en función de la frecuencia

con la particularidad de llevar un registro de picos de energía que se ven reflejados en una gráfica sombreada en el fondo de color azul, según sea la sesión de análisis.

En el eje Y se demarca la escala de nivel de potencia desde -100 hasta -40 en dBm. En el eje X del gráfico se encuentran enunciados los canales desde 1 hasta 14 según la frecuencia establecida para uso de canales.

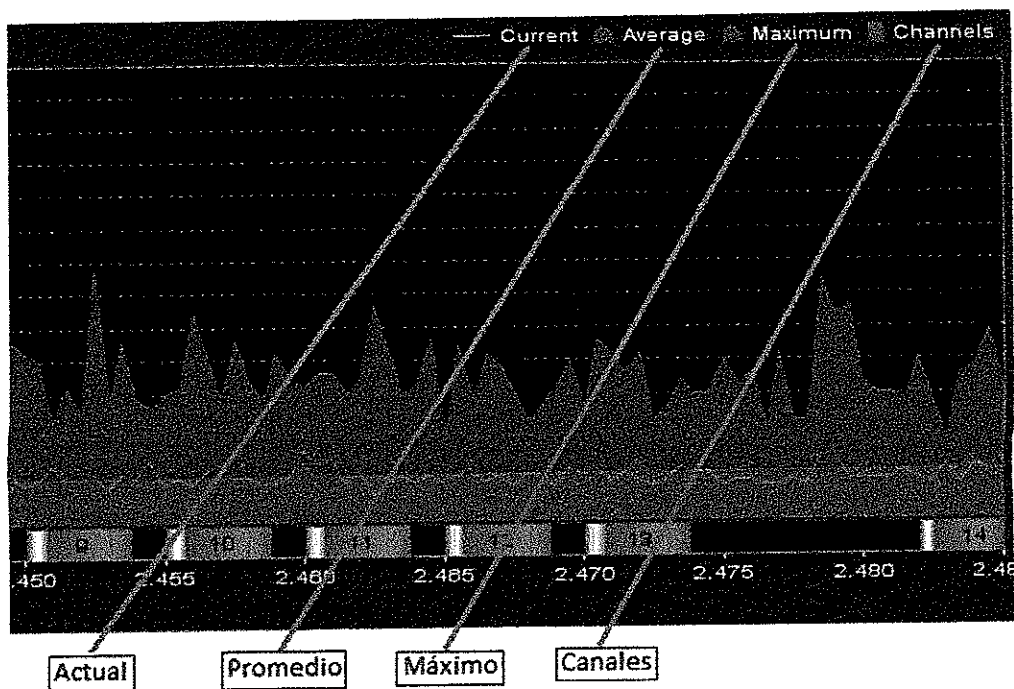
Adicionalmente, se puede hacer un seguimiento de muestras resaltadas por medio de una línea paralela roja que se puede desplazar por el eje X y de esta forma poder tener puntos específicos en determinados canales que se requiera ser objeto de análisis.



Grafica 2. Ejemplo Tiempo real AirView2

Fuente: AirView Spectrum Analyzer

Además posee parámetros de Corriente, Promedio, Máximos y Canales; correspondientes a la gráfica en tiempo real y que forman parte de la descripción de este parámetro que posee el software.



Gráfica 3. Ejemplo Tiempo Real Convenciones AirView2
Fuente: AirView Spectrum Analyzer

- **Actual**

Esta gráfica representa el estado actual, denotado por la línea amarilla que corresponde al nivel de energía en tiempo real en función de una frecuencia determinada por el software, junto con el dispositivo analizador de espectro Airview.

- **Promedio**

Representado por la mancha que cubre la zona de color verde, lo que corresponde al promedio de energía en función de la frecuencia y que ocurre en cada sesión de análisis, transcurrido un tiempo superior a 6 minutos.

- **Máximo**

Este trazado corresponde a la mancha azul, el cual mantiene los niveles máximos de potencia en función de la frecuencia desde que se dio inicio a una sesión de análisis. Puede variar de acuerdo al tiempo que lleve de recolección de información y se puede borrar para ser reiniciado y comenzar una nueva sesión.

- **Canales**

Corresponde a los canales representados por medio de la escalabilidad en función de los rangos de frecuencia desde 2400 a 2485 MHz, del 1 al 14 según

parámetros de frecuencia. Cada canal se puede visualizar a través del color gris en los cuales se puede observar el nivel de ocupabilidad de cada uno.

El gráfico en tiempo real, además ofrece la posibilidad de conocer una frecuencia de paso, la cual se puede determinar por medio del desplazamiento de la barra roja en el eje X en determinado lugar de los canales, generando un punto amarillo que además de mostrar el valor de frecuencia capturada en una simulación en vivo que aparece, también muestra el nivel de potencia en dBm que a su vez será seguido y modificado por el software según sea la ocurrencia o el estado de análisis que se esté realizando.

Se pueden destacar diferentes puntos amarillos, a través del movimiento del mouse de forma horizontal y en el eje de canales, conociendo así valores de frecuencia y potencia en cada canal y sus alrededores. Al resaltar estos puntos que se tornan de color amarillo se mantienen hasta que se vuelvan a resaltar o apuntar por medio del mouse, el cual permite en dado caso quitarlos o asignarlos en otro lugar dentro de este gráfico.

Al iniciar una nueva sesión de análisis estos puntos pueden ser borrados por medio del icono superior derecho que menciona "reiniciar todos los datos".

9.2.3 Descripción de Instalación de Airview Spectrum Analyzer

El dispositivo USB, requiere la descarga del software; que se encuentra en el siguiente link <http://ubnt.com/airview/downloads> el cual contiene no solo este software sino también otro tipo de instaladores y herramientas con sus respectivas referencias en hardware para análisis del protocolo 802.11 a, b, g.

Nota: El proceso de instalación que se muestra a continuación, corresponde a la instalación del software para un sistema operativo de 64 bits en plataforma de Windows 7 que también es permitido instalar para Windows Vista, si se requiere la instalación en otra plataforma y bajo otra arquitectura, es recomendable consultar la página de descargas que se citó anteriormente.

Paso 1:

Luego de haber realizado la descarga, se ejecuta el archivo que se haya guardado en el PC de la siguiente forma.

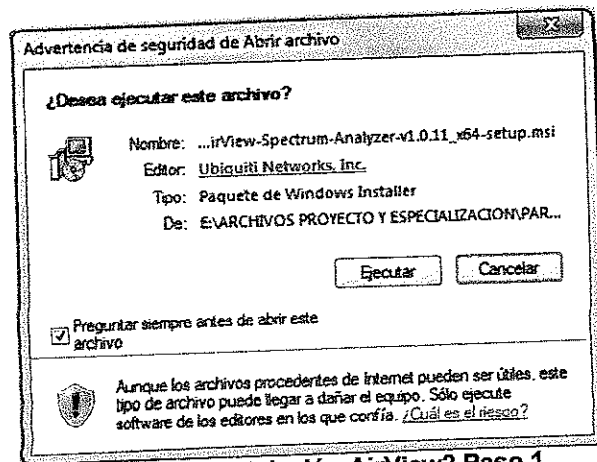


Figura 23. Instalación AirView2 Paso 1

Fuente: Autores

Paso 2:

A continuación mostrará una ventana de bienvenida (en idioma ingles), en la cual se selecciona siguiente.

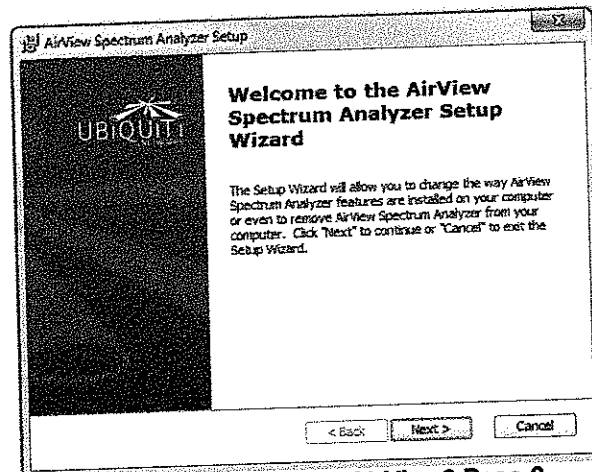


Figura 24. Instalación AirView2 Paso 2

Fuente: Autores

Paso 3:

En seguida aparecerá el proceso de instalación, el cual por defecto se instala en la unidad de disco duro donde se encuentre el sistema operativo llámese C,D o F dependiendo del tipo de configuración que se tenga, hasta que termine la barra de proceso.

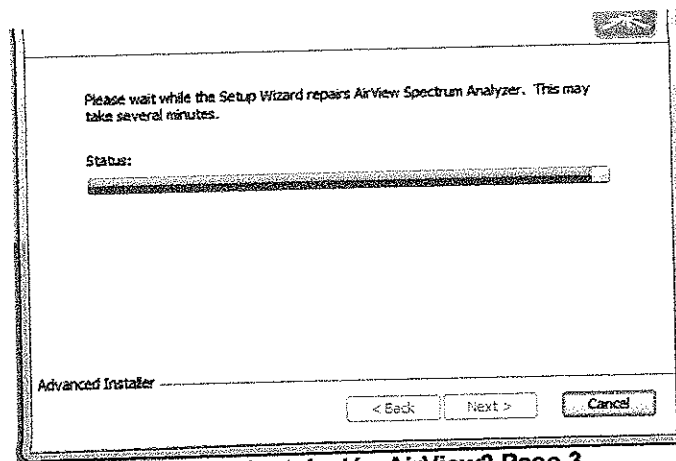


Figura 25. Instalación AirView2 Paso 3

Fuente: Autores

Paso 4:

Una vez finalizado el proceso de instalación se selecciona Finalizar y luego se reinicia el PC para que los cambios sean reconocidos en el siguiente arranque del sistema operativo.

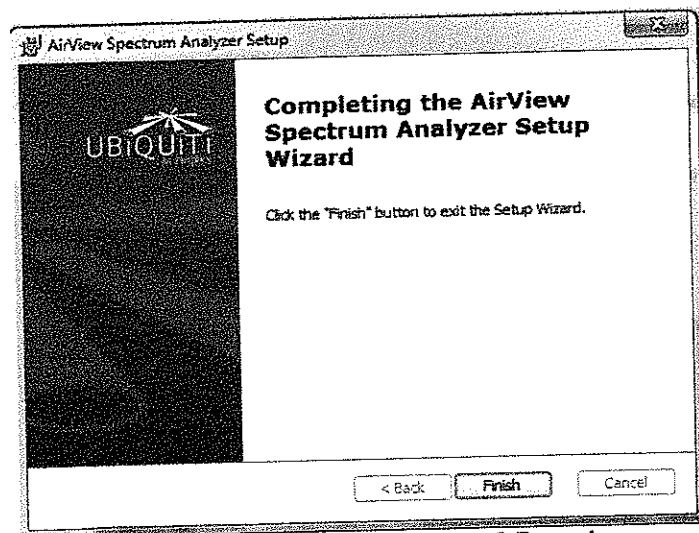


Figura 26. Instalación AirView2 Paso 4

Fuente: Autores

9.3 InterpretAir

³⁶InterpretAir de Fluke Networks es una herramienta que permite un análisis proyectado a la planificación, verificación y documentación de una red WLAN 802.11a/b/g. Proporciona una visualización de los indicadores del comportamiento RF en el medio ambiente inalámbrico, permite parametrizar el rendimiento de una red WLAN, si el mismo no es óptimo, esta herramienta de manera proactiva aborda los problemas que podrían afectar el rendimiento de la red inalámbrica y plantear alguna solución.

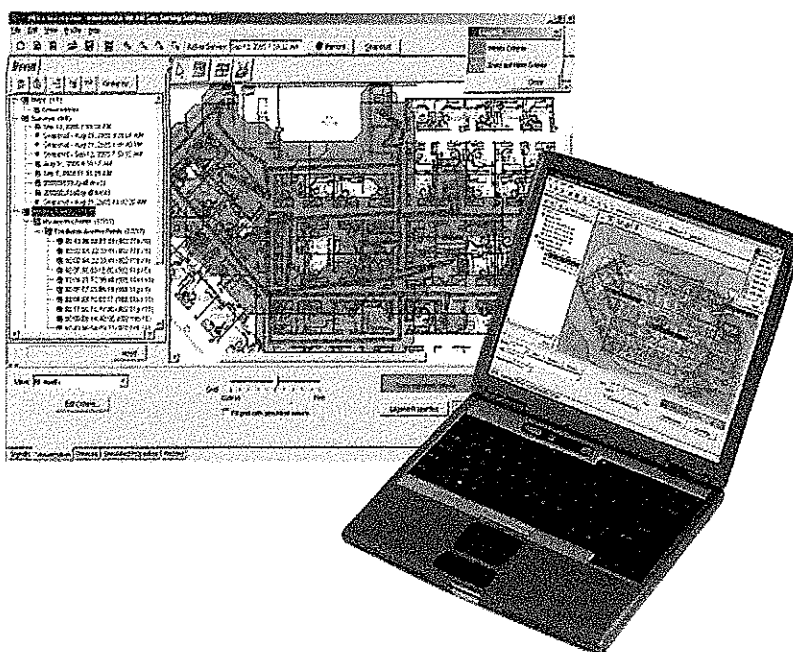


Figura 27. InterpretAir

Fuente: www.flukenetworks.com/.../interpretair

- **Requerimientos de Sistema**

- ✓ Sistema operativo Windows® XP, 2000, Vista™, Win 7.
- ✓ 1 GB de memoria RAM
- ✓ Dispositivo Wi-Fi. BUFFALO AirStation WLI-CB-AMG54 Wireless PCMCIA Card.
- ✓ Resolución de pantalla de 1024 x 768 o mayor a 32-bit.
- ✓ InterpretAir soporta formato para ingresar mapas: BMP, WBM, JPG, JPEG, PNG y GIF.

³⁶www.flukenetworks.com/.../interpretairsuptmsup-wlan-site-survey-software-russian

- **Como iniciar InterpretAir Software**

La primera vez que se inicia el software se le solicitará una clave de licencia. Si se está evaluando el software no es necesaria dicha licencia.

- **Limitaciones de evaluación de Licencia**

La licencia de evaluación presenta algunas limitaciones como:

- ✓ La licencia expira en 30 días.
- ✓ La herramienta de planning tiene un tiempo límite de prueba de 15 minutos.
- ✓ Las opciones de abrir y guardar un proyecto no están habilitadas.

- **Principales características y aplicaciones**

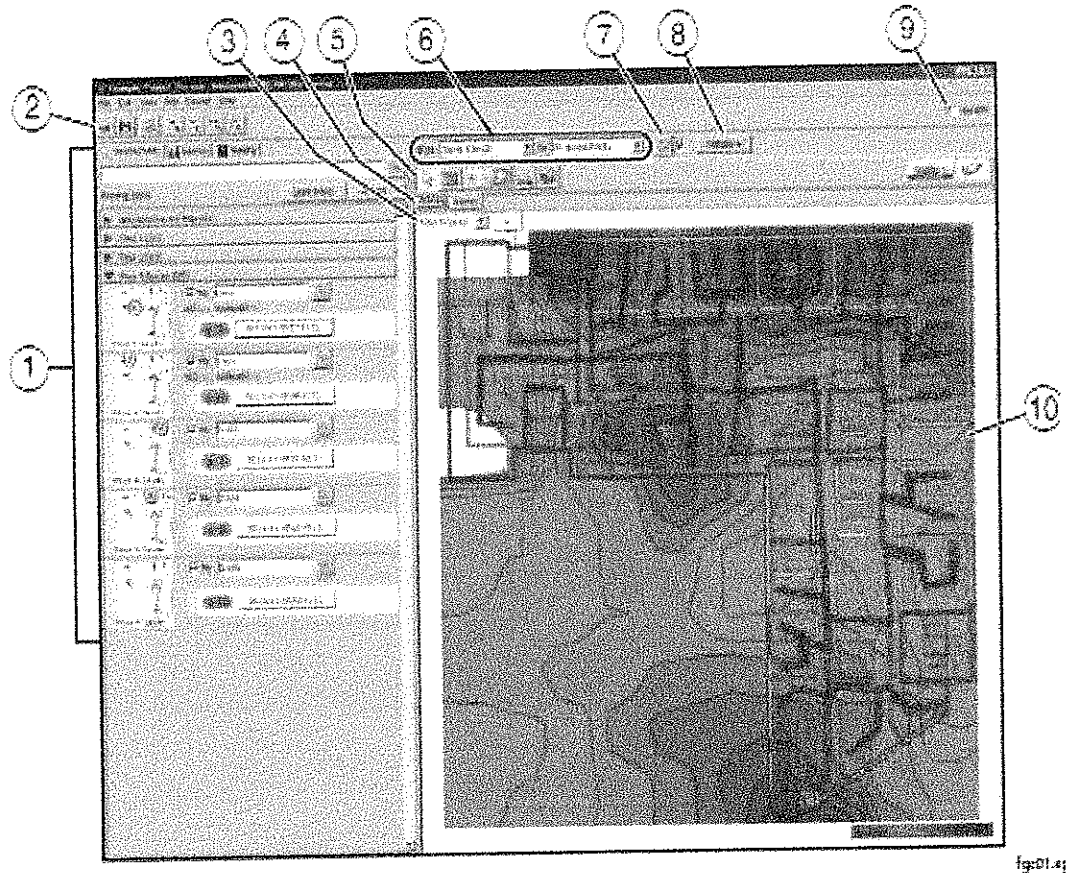


Figura 28. Características y aplicaciones
Fuente: InterpretAir

1. Espacio donde se muestran los Puntos de Acceso y la construcción de edificios.
2. Herramientas para funciones comunes.
3. Selector de mapas.
4. Espacio para Planning.
5. Herramientas para Planning.
6. Opciones para el tipo de visualización y Access Point.
7. Botón de actualización automática. . (No disponible en versión DEMO)
8. Opciones de apariencia de la visualización.
9. Confirmación de uso de GPS. (No disponible en versión DEMO)
10. Visualización del comportamiento y parámetros de los Access Point sobre el mapa.

- **Herramientas planning**

Icono	Nombre	Descripción
	Editar	Se usa para editar elementos en el mapa.
	Escala	Se usa para medir distancias sobre el mapa y crear una escala de medición
	Acces Point Simulado	Ubica un acces point simulado en el mapa. Es posible seleccionar las propiedades del AP antes de ubicarlo.
	Wall	Permite dibujar y simular paredes de diferentes materiales sobre el mapa.

Tabla 8. Herramientas Planning

Fuente: Autores.

- **Ajuste de las propiedades de AP's**

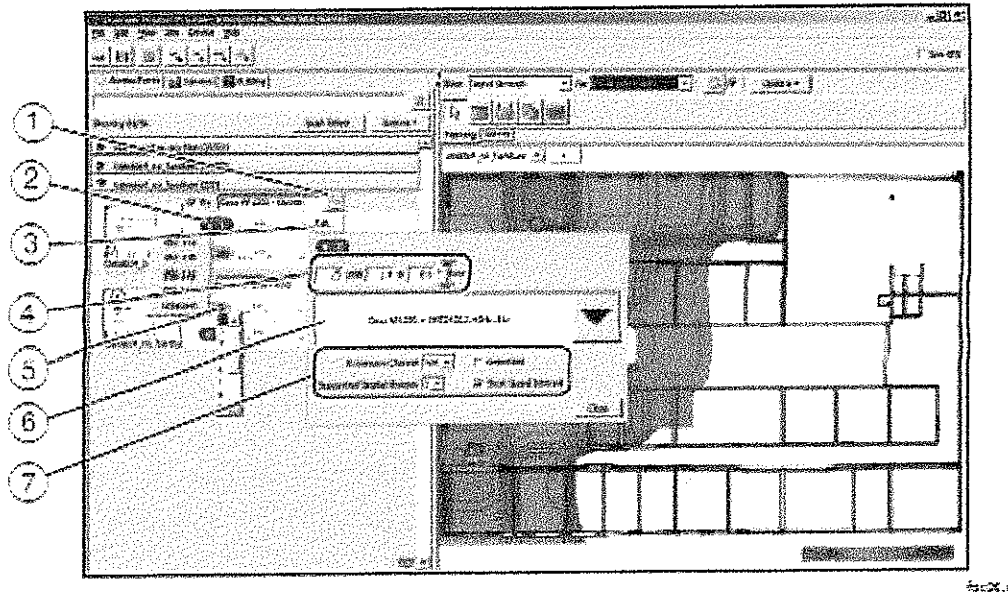


Figura 29. Ajuste de propiedades de AP's

Fuente: InterpretAir.

1. Boton para ingresas notas sobre el AP
2. Tecnología 802.11 (a/b/g/n)
3. Boon para ajustar propiedades de la antena.
4. Poder de transmicion y e inclinación de la antena.
5. Canal de transmisión.
6. Tipo de antena
7. Propiedades 802.11n.

- **Definir requerimientos de la red**

Cada instalacion Wi-Fi es diferente. La aplicación usada en la red tal como e-mail, voz sobre Wi-Fi, etc, determina la cobertura y el desempeño requerido.

InterpretAir permite determinar las condiciones para la red y verificar si dichos requerimientos son cumplidos.

Los requerimientos incluidos son los siguientes:

- ✓ Requirement: predefine los perfiles del requerimiento tales como conectividad básica, o voz sobre WLAN.
- ✓ Signal strength: la intensidad minima de señal para el AP mas fuerte.
- ✓ Signal-to-noise ratio: el SNR mínimo, tasa mínima de datos permitida en la red.

- ✓ Data Rate: tasa de datos mínima en la red.
- ✓ Number of access points: número mínimo de AP's para entregar el mínimo de señal permitido.

Requirement: Basic Connectivity New Delete Duplicate

Criteria

Signal strength	at least	-85 dBm	
Signal-to-noise ratio	at least	5 dB	when data rate 1 Mbps
Data rate	at least	1 Mbps	
Number of access points	at least	1	when signal strength -85 dBm

Conditions

Network Load: Moderate - 10% 0 20 40 60 80 100

Adapter: Raw Measurements

☒ Show Contours Close

Signal Strength #APs Data Rate Signal-to-Noise Ratio

Figura 30. Requerimientos de la red

Fuente: InterpretAir

• Simulación del comportamiento de una red W-Fi con InterpretAir

Para crear un preciso plan de la red, es necesario incluir mapas del sitio a analizar y calibrar la escala de medidas. Es posible definir las principales paredes y estructura físicas del lugar. Con esta información, InterpretAir puede calcular la propagación de una señal Wi-Fi. Después de definir el ambiente, se puede comenzar con la ubicación y configuración de los AP's. La figura 32 muestra un ejemplo de una red creada con este procedimiento.

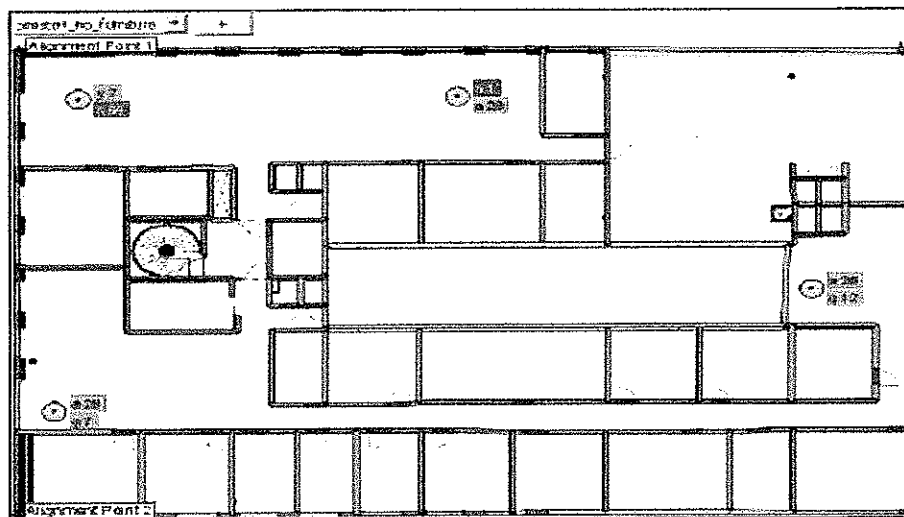


Figura 31. Simulación de una red Wi-Fi

Fuente: InterpretAir

Posteriormente, es posible modificar los tipos de antena y modificar las potencias de transmisión, así como el canal y el estándar utilizado, los resultados de la cobertura y el rendimiento esperados se ven inmediatamente en el mapa, es posible visualizar la siguiente informacion:

Visualizacion	Proposito
Data Rate (tasa de datos)	¿Cual es la tasa de datos estimado por los clientes (en Mbit/sec) ?
Interferencia	¿Que tan grave es la interferencia (en dBm)?
Network Helth (salud de la red)	¿Cumple la red con los requerimientos necesarios?
Numero de Access Point	¿Cuantos APs son audibles en cada posicion?
All Access Point	Presenta la ubicación de todos los acces point
Signal Strength (Potencia de la señal)	¿Qué tan buena es la cobertura de la señal (en dBm)?
Signal-to-Noise Ratio (relacion señal a ruido)	¿Qué tan fuerte es la señal útil con respecto a la interferencia (en dB)?

Tabla 9. Información de las diferentes visualizaciones

Fuente: Autores

9.3.1 Data Rate (tasa de datos)

³⁷ La velocidad o tasa de datos es la velocidad de comunicación entre el dispositivo cliente y el punto de acceso.

La figura 33 muestra una visualizacion de velocidad de datos. Cuanto mayor sea la velocidad de datos, mas datos seran tranferidos entre el dispositivo cliente y el punto de acceso en un periodo de tiempo. En 802.11 la velocidad de datos es la maxima indicada teoricamente en la que los dispositivos son capaces de comunicarse. Sin embargo, la red de transmision de datos entre dos dispositivos es tipicamente menos de la mitad de la velocidad de datos anunciados.

El software calcula la velocidad de datos usando la siguiente configuracion:

- La carga de la red afecta la velocidad de datos: cuan mayor sea la carga de la red, mayor sera la interferencia. Cuan mayor sea la interferencia, menor sera el SNR, a menor SNR, menor sera la Data Rate.
- Diferentes adaptadores tienen diferentes capacidades de recepcion , e incluso soportan diferentes estandares 802.11. Por lo tanto, el uso de adaptadores diferentes puede tener un impacto significativo en la velocidad de datos. Por ejemplo, un adaptador 802.11b solo puede comunicar en un maximo de 11Mbps.

³⁷Redactado a partir de: *Use GuideInterpretAir™ WLAN SiteSurvey Software. Fluke Networks Corporation. 2009*

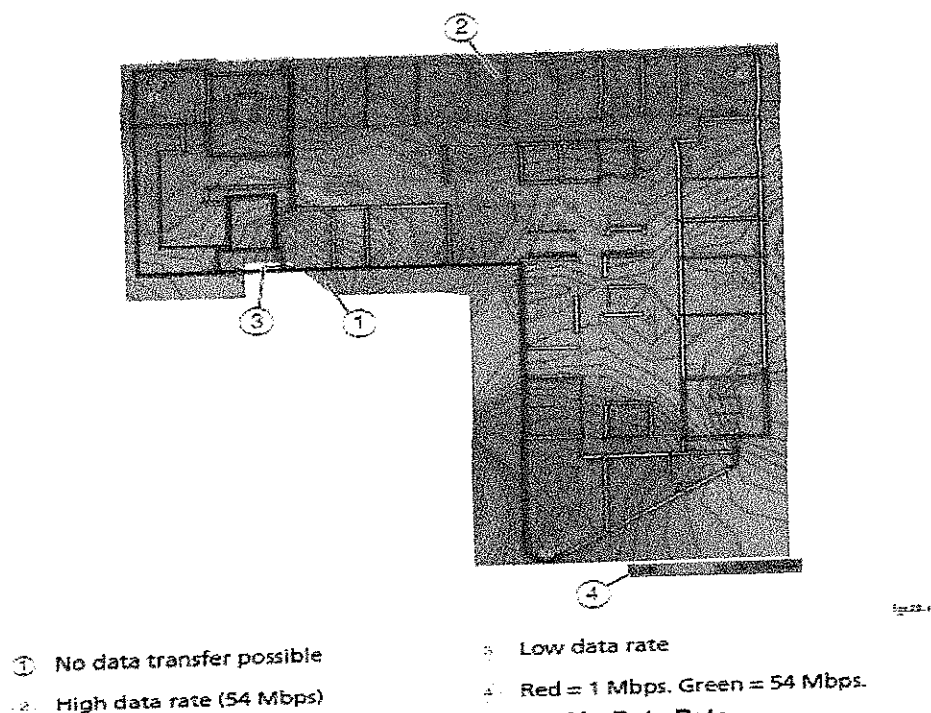


Figura 32. Ejemplo Visualización Data Rate
Fuente: InterpretAir

9.3.2 Interferencia

³⁸ Si dos puntos de acceso están cerca uno del otro y en canales adyacentes se generara interferencia. En muchos casos, una cierta cantidad de interferencias de canales adyacentes es inevitable, pero la interferencia excesiva resultara en una disminución del rendimiento de la red inalámbrica.

La visualización de la interferencia (Figura 34) muestra la cantidad estimada de interferencia entre canales, basado en la potencia de la señal y los canales de los Access Point. Esta visualización se ve afectada por los siguientes ajustes:

- La carga de la red: carga de la red es la cantidad estimada de tráfico en la red. A mayor carga de red, mayor interferencia entre canales es propenso a ser generado. Con un bajo uso de la red, la carga esta típicamente entre 1% y 10%. La carga de red de una red Wi-Fi esta entre 10% y 20%. Si la red está llena de usuarios, la carga de red puede alcanzar el 30% o incluso el 40%.
- La selección del adaptador también afecta la interferencia, ya que tienen diferentes características de radio.

³⁸ Redactado a partir de: Use Guide InterpretAir™ WLAN Site Survey Software. Fluke Networks Corporation. 2009

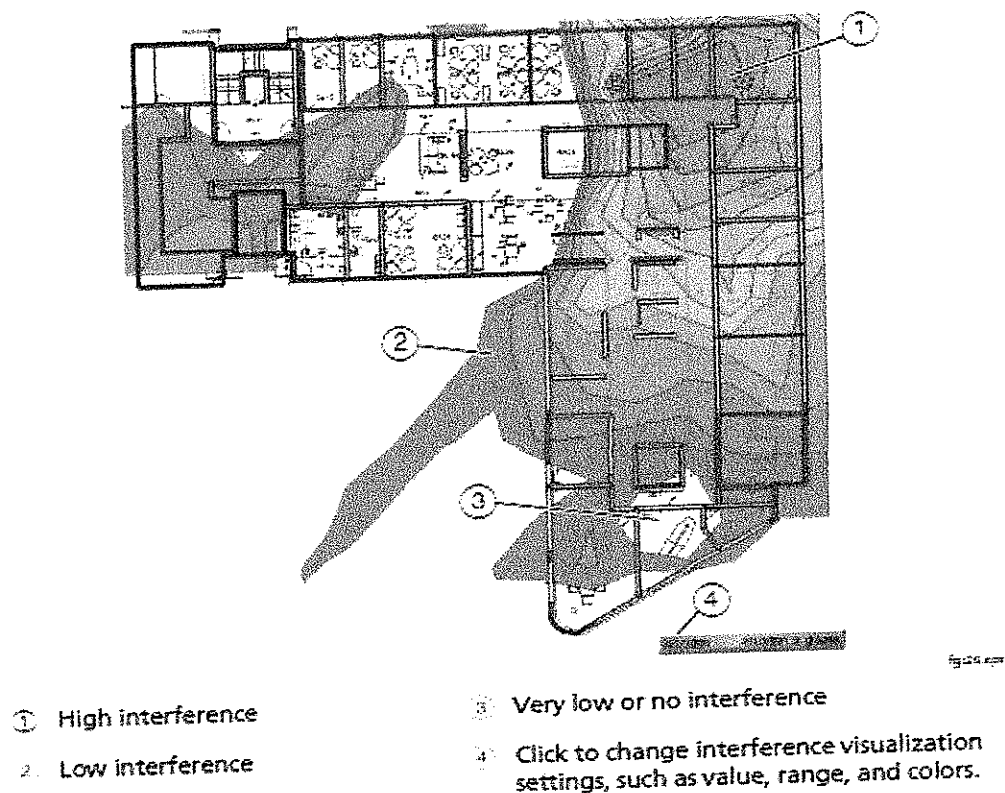


Figura 33. Ejemplo Visualización de interferencia
Fuente: InterpretAir

9.3.3 Network Health (salud de la red)

³⁹ Proporciona una visualización general de la red (Figura 35). Esto permite ver si todos los requerimientos establecidos se cumplen o no. Si uno o más de los requerimientos no se cumplen se dice que la salud de la red falla, y el color rojo se muestra para esas áreas. Para las áreas donde todos los requisitos se cumplen se muestra de color verde.

³⁹ Redactado a partir de: Use Guide InterpretAir™ WLAN Site Survey Software. Fluke Networks Corporation. 2009

- La selección del adaptador afecta al número de puntos de acceso de visualización, ya que algunos adaptadores son más sensibles, y por lo tanto puede detectar más puntos de acceso en un lugar determinado más que los demás.

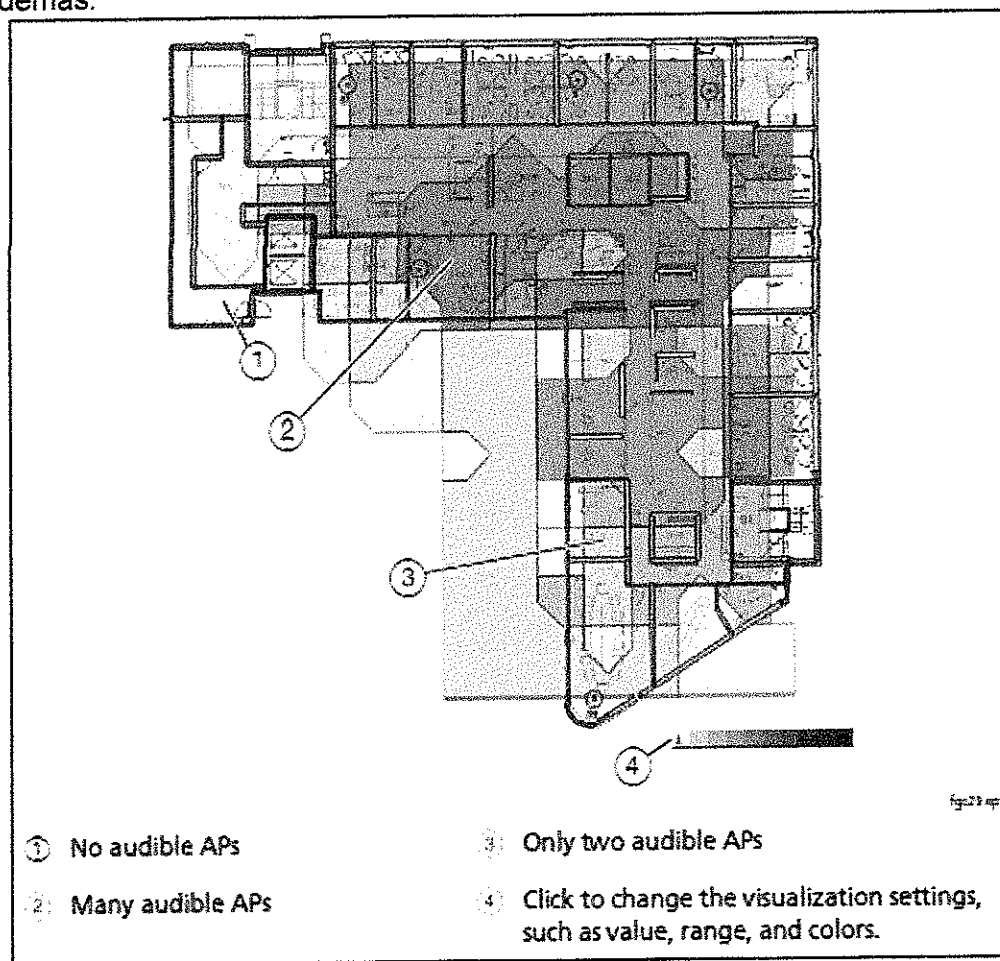


Figura 35. Ejemplo Visualización de número de APs

Fuente: InterpretAir

9.3.5 Signal Strength (Potencia de la señal)

⁴¹ La visualización de potencia de la señal (Figura 37) muestra la intensidad de la señal de conjunto de APs seleccionados en dBm.

⁴¹ Redactado a partir de: Use Guide InterpretAir™ WLAN SiteSurvey Software. Fluke Networks Corporation. 2009

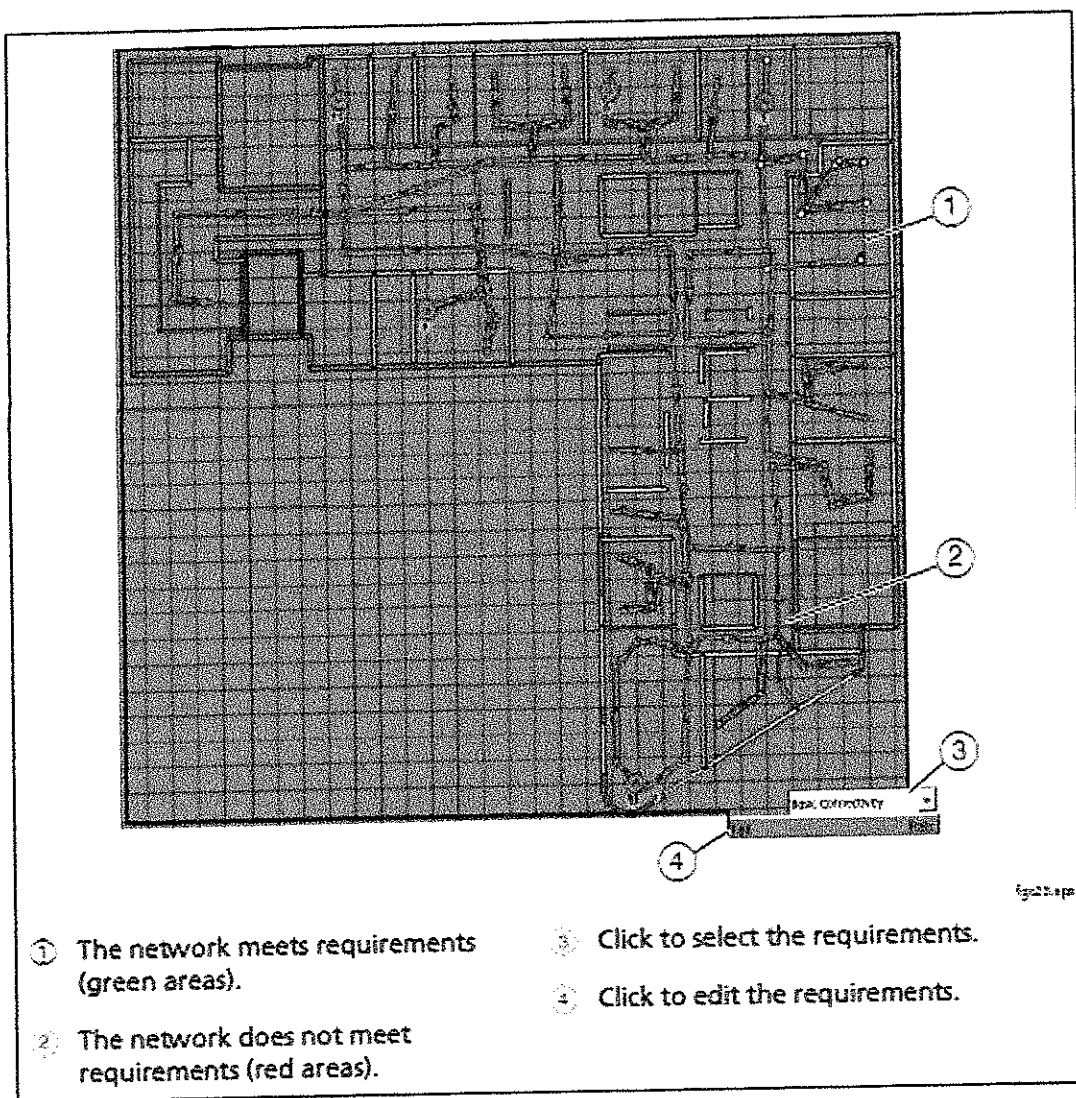


Figura 34. Ejemplo Visualización de la salud de la red
Fuente: InterpretAir

9.3.4 Número de Access Point

⁴⁰ La figura 36 muestra la cantidad de puntos de acceso perceptible en una ubicación. El número de puntos de acceso debe ser suficiente para asegurar la capacidad de superposición en la red. La superposición es necesaria para un sistema roaming entre puntos de acceso, así como el equilibrio de carga. Los siguientes ajustes afectan la visualización:

- La mínima potencia de señal permite incluir un AP en la visualización.

⁴⁰ Redactado a partir de: Use Guide InterpretAir™ WLAN Site Survey Software. Fluke Networks Corporation. 2009

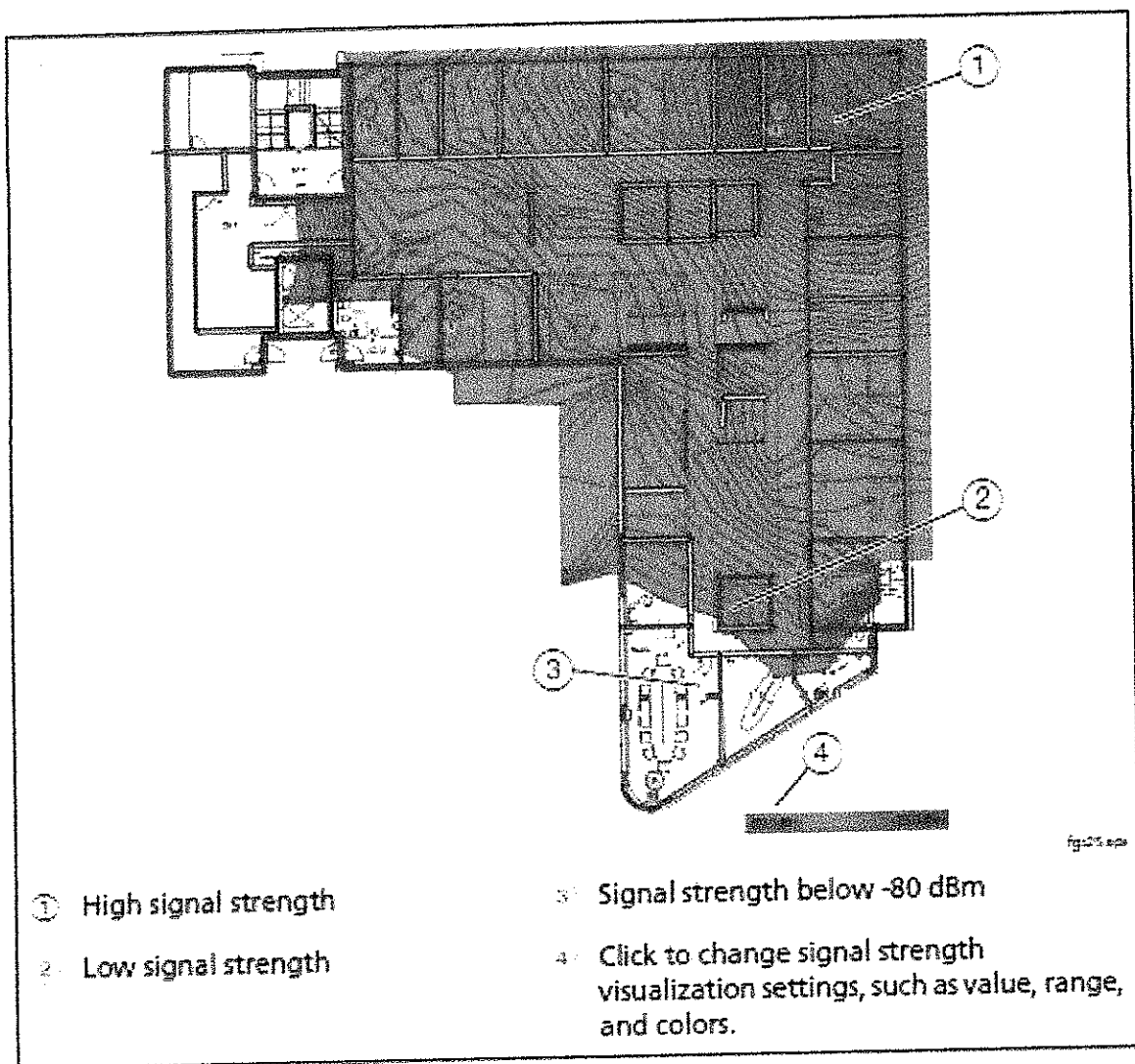


Figura 36. Ejemplo Visualización de Intensidad de la señal

Fuente: InterpretAir

9.3.6 Signal-to-Noise Ratio (relacion señal a ruido)

En comunicaciones inalámbricas, la intensidad de la señal debe superar el nivel de ruido. De lo contrario dos dispositivos no serían capaces de comunicarse entre sí. La visualización de relación Señal-Ruido (SNR) (Figura 38) muestra si el nivel de la señal supera el ruido y en qué porcentaje de dB. La visualización de la relación señal-ruido se ve afectada por los siguientes ajustes:

- La carga de la red afecta el SNR. Cuanto mayor sea la carga de la red, mayor será el SNR.
- La variedad de adaptadores tiene diferentes características de sensibilidad de recepción. Por lo tanto algunos adaptadores ofrecen un mayor SNR que otros.
- Nota: en el software InterpretAir, el ruido se compone de las interferencias generadas por Access Point cercanas al protocolo de IEEE 802.11. Para ver el impacto de fuentes de ruido que no pertenecen al estándar IEEE 802.11, tales como hornos microondas, se debe usar un analizador de espectro.

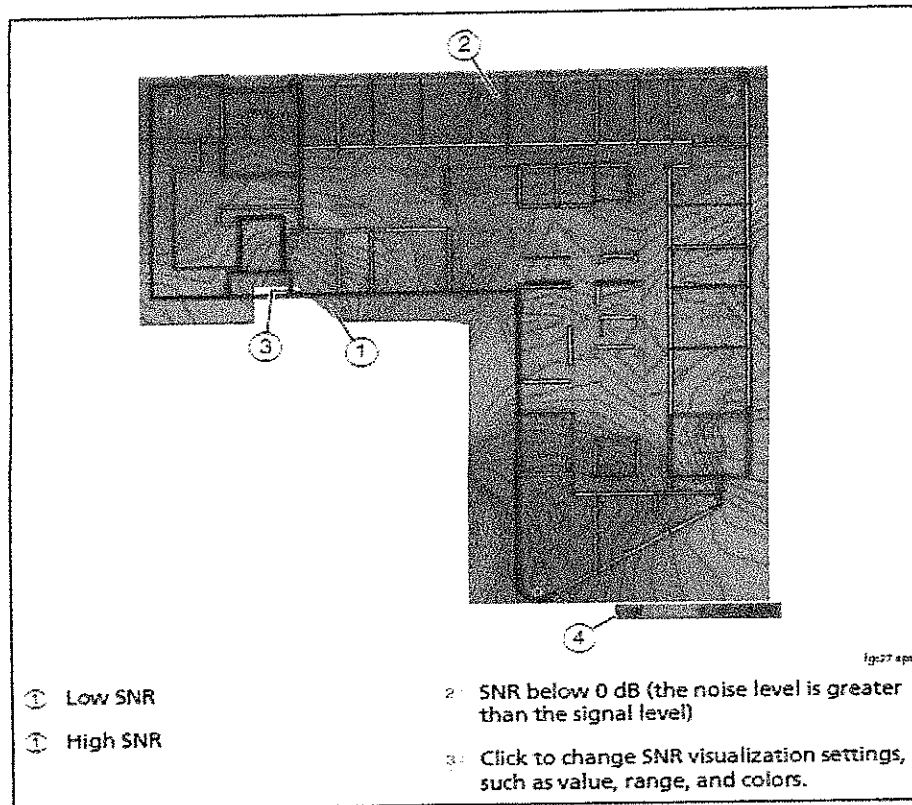


Figura 37. Ejemplo Visualización de relación señal-ruido

Fuente: InterpretAir

10 METODOLOGÍA

En esta parte se analizarán aspectos como: Hipótesis planteada sobre la problemática tratada, el tipo y método de investigación que se aplicó y la descripción del desarrollo de la investigación dividida en etapas

10.1 Hipótesis

Se considera posible realizar el estudio del uso de frecuencias en la banda de 2,4 GHz enfocado a la red de acceso inalámbrico, por medio de aplicación de herramientas de software. De esta manera encontrar un criterio de análisis respecto a las interferencias e implicaciones que tiene el uso de los dispositivos de acceso inalámbrico en la red de datos de la Universidad Santo Tomas sede centro.

10.2 Tipo de Investigación

El tipo de desarrollo que se propone en la ejecución de este proyecto es de tipo Teórico-Práctico, ya que se parte una serie de argumentos e información extraídos de fuentes bibliográficas e infográficas para abordar las bases teóricas que den sentido a la temática a estudiar. Además se plantea extraer información de opinión con respecto al ambiente donde se desarrolla la problemática, por medio de la aplicación de una encuesta dirigida a la comunidad de la Universidad Santo Tomas Tunja sede Centro.

Partiendo de la información teórica, se da paso a la ejecución práctica en donde se hace uso de herramientas para el desarrollo de la investigación aplicada. Dichas herramientas son Software especializados que con su respectivo soporte de hardware, permite analizar variables que intervienen en el comportamiento del objetivo de estudio, para este caso la red WIFI de la Universidad Santo Tomas.

La investigación tiene también un enfoque holístico, dado que esta aplicada al estudio del comportamiento de un servicio del que hace uso una comunidad educativa, y se hace presente la necesidad de involucrar el impacto que esto representa a nivel social, humanístico y educativo en forma integral.

10.3 Etapas del proyecto

10.3.1 ETAPA I: Estudio teórico de la temática

Este estudio se realizó a través de una recopilación de información documental referente a redes inalámbricas, su historia, funcionamiento y componentes, además de temáticas relacionada con comportamiento del ambiente inalámbrico y las herramientas existentes para el análisis y el estudio del mismo .Las fuentes de

las cuales se extrajo la información, principalmente bibliográficas e infografías, están citadas durante todo el documento.

10.3.2 ETAPA II: Recolección de datos

- **Aplicación de métodos de recolección de datos**

Por medio de una ⁴²encuesta aplicada a la comunidad de estudiantes y docentes de la Universidad Santo Tomas, quienes se consideran son los principales usuarios de este servicio de conectividad inalámbrica, se logró determinar los lugares y áreas en donde este servicio podría presentar un menor desempeño.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, se dio un enfoque a la investigación y una idea de donde enfatizar el estudio o tener mayor campo de desarrollo al respecto. Sin embargo se plantea el hecho de trabajar en zonas de muestreo donde la conectividad es favorable en cuanto al servicio prestado.

- **Información técnica**

Fue necesario solicitar documentación referente a información técnica al Departamento de Planta Física y el Departamento de Sistemas de la Universidad Santo Tomas.

Dicha documentación hace referencia a los ⁴³planos físicos de las instalaciones de la Universidad Santo Tomas sede centro, lo cual fue necesario como punto de partida para conocer e identificar por medio de estos, las ubicaciones exactas de los Access Point que hacen parte de la red inalámbrica, lo que representa un factor importante para la aplicación de uno de los Software utilizados para el desarrollo de este trabajo abordados más adelante.

Gracias al Departamento de Sistemas se obtuvo información general sobre la ⁴⁴distribución de la red inalámbrica, además de las descripciones técnicas de los Access Point que la conforman, dicha documentación fue de gran importancia para dar inicio al estudio.

Las ⁴⁵solicitudes respectivas se realizaron por escrito y se encuentran adjuntados en anexos referenciados.

⁴² Anexo 1

⁴³ Anexo 4

⁴⁴ Anexo 5, Anexo 6

⁴⁵ Anexo 2, Anexo 3

10.3.3 ETAPA III: Determinación del uso de tipo de Software

Debido a que el principal objetivo del presente estudio es el análisis del comportamiento de la red inalámbrica de la Universidad Santo Tomas, fue necesario determinar que herramientas serían las indicadas y convenientes para tal fin.

Como se había mencionado anteriormente, actualmente se encuentra en el mercado una gran variedad de Software especializados en el estudio, la administración, análisis y creación de redes WLAN, por lo tanto se encontraron diversas opciones de solución a estos parámetros. Esto represento la búsqueda de referentes en este punto del proceso que permitiera llegar a la mejor elección según las necesidades y condiciones que requiere la presente investigación.

En el numeral 10 correspondiente al desarrollo, se describe el proceso y los criterios que se tuvieron en cuenta para la selección definitiva de los software.

10.3.4 ETAPA IV: Selección de antena

Con excepción del Software "AirView2 Spectrum Analyzer" el cual viene integrado con una antena USB UBIQUITI, los demás Software seleccionados para aplicar en el estudio requieren del uso de antenas específicas.

En este punto, fue necesario explorar las hojas técnicas de los software para conocer los requerimientos necesarios en cuanto a su compatibilidad de adaptadores de red. A pesar de la gran lista de opciones de antenas compatibles, actualmente en el país no se tiene disponibilidad de acceso para su adquisición; por este motivo se generaron algunas dificultades con respecto a la búsqueda de la antena más adecuada y conveniente que permitiera continuar con la aplicación conjunta de software y hardware.

En el numeral 10 correspondiente al desarrollo, se describe el proceso y los criterios que se tuvieron en cuenta para la selección definitiva de las antenas.

11 DESARROLLO

A continuación se describe el desarrollo de las etapas que requirieron un determinado procedimiento y que previamente fueron enunciados en la metodología. En esta ocasión se da a conocer el desarrollo de las etapas II, III y IV

11.1 ETAPA II: Recolección de datos técnicos

La red inalámbrica está compuesta por:

- ❖ *Proveedores de Internet*: El cual es telefónica y Telmex
- ❖ *Modem DSL o ADSL*: Son módems que incluyen un switch para conectar otros dispositivos con un punto de acceso inalámbrico adicional.
- ❖ *Puntos de Acceso (Access Point "AP")*: Corresponde a los diferentes puntos de acceso que permiten la multiplicación de la señal inalámbrica ubicados de manera estratégica en los espacios.

Posee un dispositivo Controller Aruba Air 800 el cual administra todos los puntos de acceso (AP). Los puntos de acceso AP están distribuidos de forma que la señal se reparta en casi todos los lugares de la Universidad.

Se encuentran instalados actualmente 8 AP, todos de la misma marca Aruba AP 60 con características técnicas enunciadas en los anexos.

Dentro de la configuración de la red inalámbrica existen unos SSID (Service Set Identifier), el cual es un nombre incluido en todos los componentes de una red Inalámbrica WIFI para ser identificados como parte de esa red, no puede exceder un máximo de 32 caracteres por lo general alfanuméricos, y todos los dispositivos inalámbricos que se quieren conectar a la red necesariamente van a compartir el o los mismos SSID.

En la red de la Universidad, se encuentran activos y en uso los siguientes SSID, con los que se puede tener acceso a la red inalámbrica:

- 10 WIFI
- 11 SALAS WIF
- 12 WIFI ADMIN

La distribución de la red se presenta a continuación:

❖ **Primer Piso Edificio Biblioteca “Cafetería”**

Está ubicado en el primer nivel del edificio de la Biblioteca.

Altura: 2818 m

Ubicación: N 5°31.991'

W 73°21.834'

Precisión GPS: 6 m

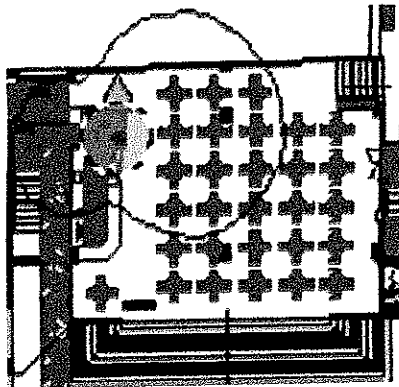


Figura 38. AP cafetería

Fuente: Autores

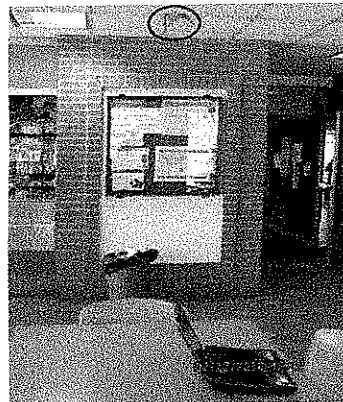


Imagen 1. AP cafetería

Fuente: Autores

❖ **Primer Piso Edificio Santo Domingo Nuevo “Auditorio Mayor”**

Está ubicado en el primer nivel del edificio Santo Domingo en la parte nueva, al costado izquierdo al entrar a la Universidad

Altura: 2816 m

Ubicación: N 5°32.998'

W 71°20.634'

Precisión GPS: 11 m

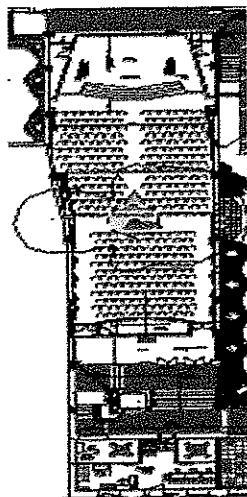


Figura 39. AP Auditorio San Alberto Magno

Fuente: Autores



Imagen 2. AP paraninfo San Alberto Magno

Fuente: Autores

❖ **Segundo Piso Edificio Antiguo Convento Santo Domingo “Sala de Consejos”**

Está ubicado en el segundo nivel del edificio del Antiguo Convento Santo Domingo, al costado derecho al entrar a la Universidad.

Altura: 2834 m

Ubicación: N 5°31.970'

W 73°21.844'

Precisión GPS: 42 m

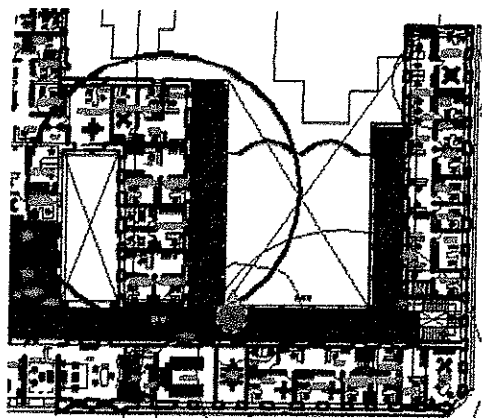


Figura 40. AP sala de consejos

Fuente: Autores



Imagen 3. AP sala de consejo

Fuente: Autores

❖ **Segundo Piso Edificio Antiguo Liceo Santo Domingo “Centro de Investigaciones”**

Está ubicado en el segundo nivel del edificio del Antiguo Liceo Santo Domingo, al costado izquierdo al entrar a la Universidad.

Altura: 2806 m

Ubicación: N 5°31.970'

W 73°21.831'

Precisión GPS: 38 m

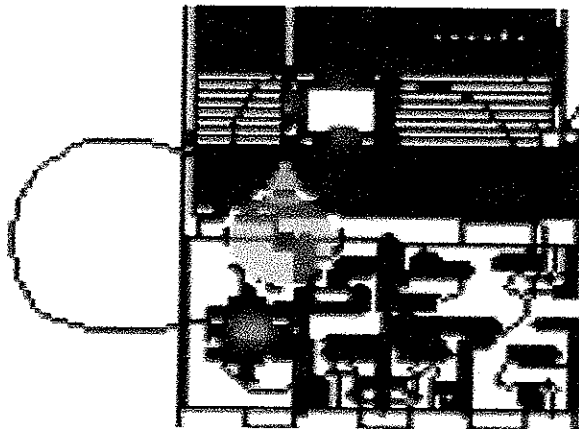


Figura 41. AP centro de investigaciones

Fuente: Autores



Imagen 4. AP centro de Investigaciones

Fuente: Autores

❖ **Tercer Piso Edificio Antiguo Liceo Santo Domingo “Sala de Profesores”**

Está ubicado en el tercer nivel del edificio del Antiguo Liceo Santo Domingo, al costado derecho al entrar a la Universidad.

Altura: 2807 m

Ubicación: N 5°31.969'

W 73°21.815'

Precisión GPS: 7 m

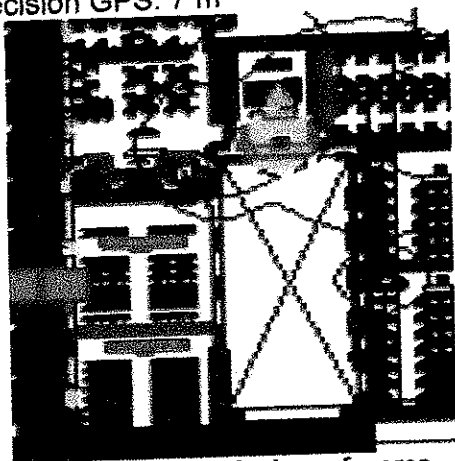


Figura 42. AP sala de profesores

Fuente: Autores



Imagen 5. AP sala de profesores

Fuente: Autores

❖ **Tercer Piso Edificio Antiguo Convento Santo Domingo “Sala de Sistemas 4”**

Está ubicado en el tercer nivel del edificio del Antiguo Convento Santo Domingo, al costado derecho al entrar a la Universidad.

Altura: 2807 m

Ubicación: N 5°31.964'

W 73°21.791'

Precisión GPS: 11 m

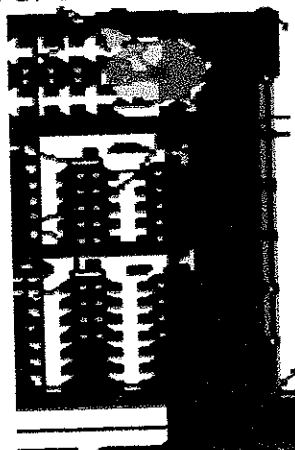


Figura 43. AP Sala de sistemas4

Fuente: Autores



Imagen 6. AP sala de sistemas 4

Fuente: Autores

❖ Tercer Piso Edificio Santo Domingo Nuevo "Sala de Internet"

Está ubicado en el tercer nivel del edificio Santo Domingo en la parte nueva, al costado izquierdo al entrar a la Universidad.

Altura: 2816 m

Ubicación: N 5°31.997'

W 73°21.847'

Precisión GPS: 9 m

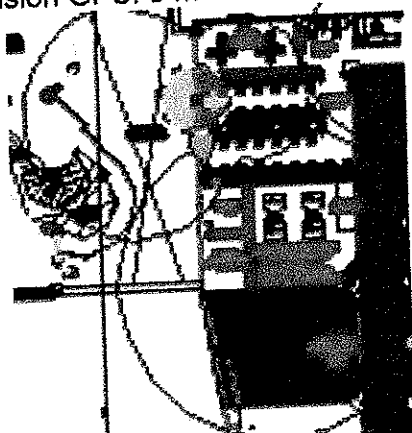


Figura 44. AP sala de internet
Fuente: Autores

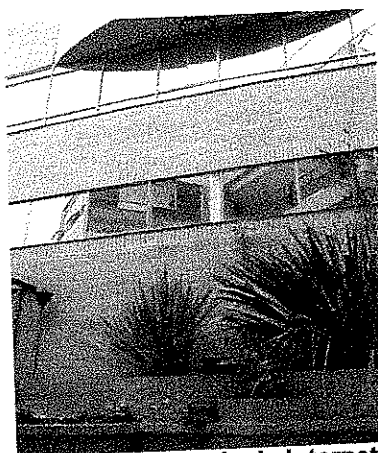


Imagen 7. AP sala de Internet
Fuente: Autores

❖ Tercer Nivel Edificio Biblioteca "Biblioteca"

Está ubicado en el tercer nivel del edificio de la Biblioteca en la parte nueva, al frente entrando a la Universidad.

Altura: 2822 m

Ubicación: N 5°31.942'

W 73°21.811'

Precisión GPS: 44m

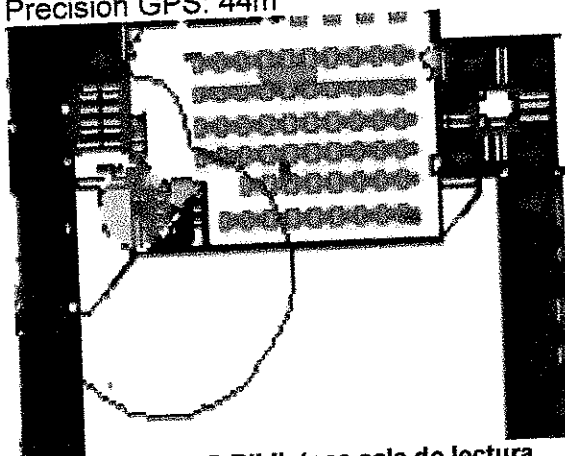


Figura 45. AP Biblioteca sala de lectura
Fuente: Autores

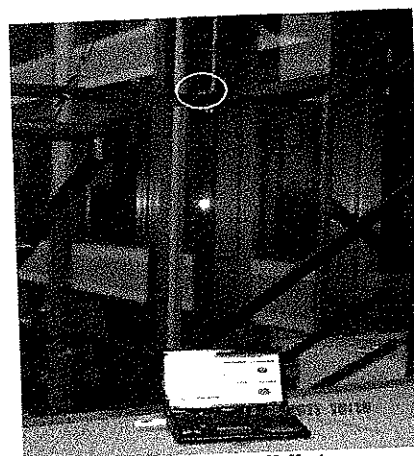


Imagen 8. AP biblioteca
Fuente: Autores

11.2 ETAPA III: Determinación del uso de tipo de Software

Desafortunadamente, para la mayoría de este tipo de Software se requiere comprar licencias muy costosas y de acceso muy limitado. Sin embargo en las páginas web de algunos fabricantes se permite la descarga de una versión de prueba gratuita o DEMO que consiste en una demostración del funcionamiento del programa, pero al mismo tiempo presentan limitaciones para la aplicación de algunas de sus funciones.

Teniendo en cuenta lo anterior, se realizaron pruebas con diferentes versiones DEMO de distintos fabricantes; Inicialmente, se descargaron los Software para análisis y diagnóstico de redes del fabricante AirMagnet de Fluke Networks, marca reconocida en el mercado por su amplia gama de servicios, aplicaciones y dispositivos para el diseño, seguridad, análisis y monitoreo de redes WLAN. Dentro de la gama de opciones que ofrece AirMagnet se decidió realizar pruebas con los Software:

- “AirMagnet Spectrum Analyzer (DEMO)”: Programa que permite visualizar el comportamiento del espectro electromagnético en el ambiente inalámbrico.

En el desarrollo de pruebas y conocimiento de otras herramientas de diagnóstico se encontró que esta versión Demo resulto ser la que más limitaciones de aplicación presenta, ya que se trata de una prueba realizada previamente y de la cual se muestra un “playback” de resultados, análisis y comportamiento; es decir, no es posible aplicar el software en tiempo real. Por tal motivo se optó por excluir esta opción. En la figura 47 se observa el modelo de funcionamiento de esta herramienta de software.

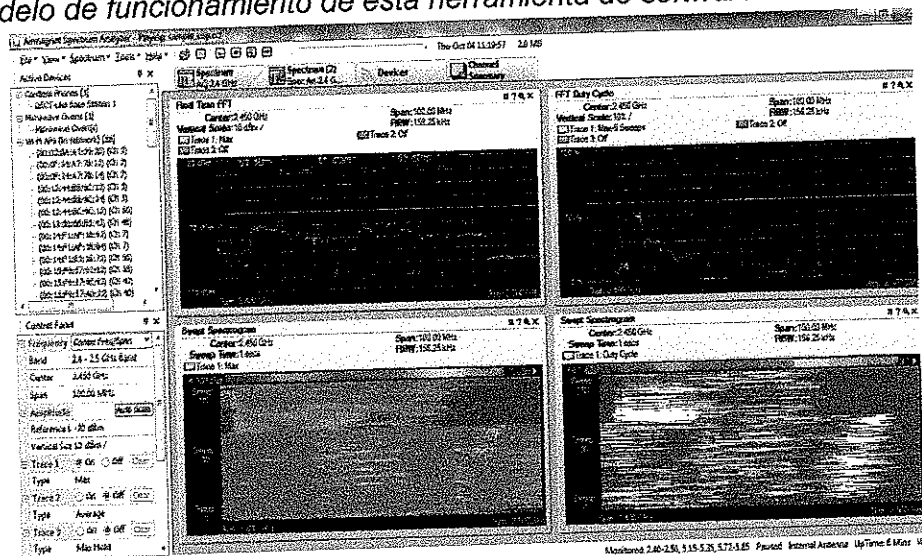


Figura 46. Modelo de funcionamiento AirMagnet Spectrum Analyzer DEMO
Fuente: AirMagnet Spectrum Analyzer DEMO

- " AirMagnet Survey Planner (DEMO)": Permite medir el rendimiento de los AP de la red inalámbrica y la cobertura de RF de la misma. Muestra por medio de una mancha el alcance de la señal en un ambiente cerrado, gracias a su compatibilidad con el programa "Autocad" integrando de esta forma mapas reales del sitio que se desea analizar.

En la figura 48 se puede observar el modelo de funcionamiento de AirMagnet Survey Planner (DEMO).

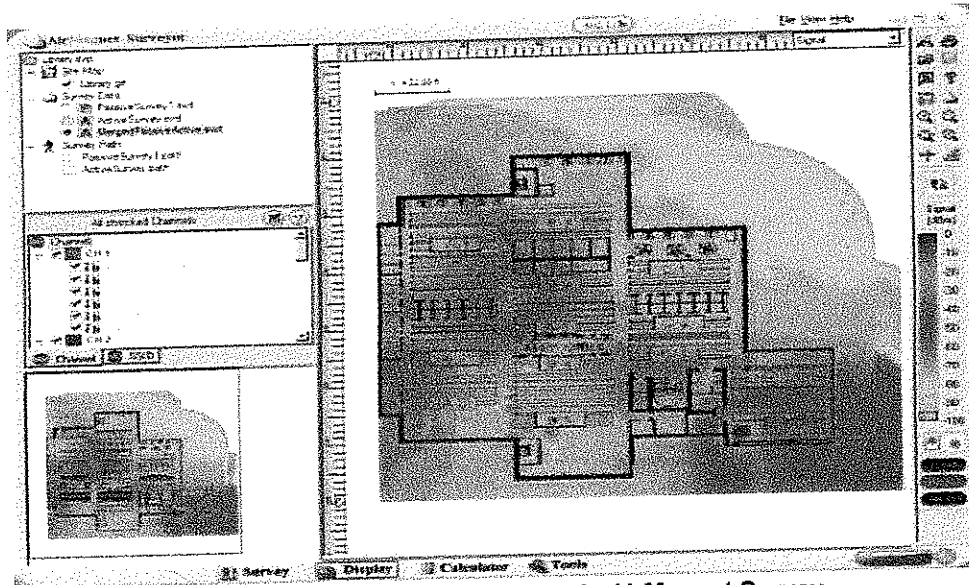


Figura 47. Modelo de funcionamiento de AirMagnet Survey.

Fuente: AirMagnet Survey

Las características de este programa lo hace una de las herramientas que más se acercaban a cubrir las necesidades y requerimientos que presenta el estudio, por lo que se profundizó arduamente en la exploración del funcionamiento y aplicaciones que este ofrece. Sin embargo, la versión DEMO presento las siguientes limitaciones:

- ❖ La versión demo solo permite capturar el trafico Wi-Fi por 10 minutos, después de dicho tiempo la información se perderá y se debe reiniciar una nueva captura.
- ❖ El periodo de evaluación del programa tiene un límite de tiempo de 72 horas y el software no puede ser reinstalado en el mismo computador dos veces.
- ❖ Alguna de las aplicaciones más representativas del Software están limitadas en la versión de prueba.

A pesar de dichas limitaciones, se intentaron aprovechar las ventajas que ofrecía el programa manipulando las variables del equipo donde fue instalado

previamente, por ejemplo: con respecto al tiempo limitado que se tiene para evaluar el Software, se optó por cambiar la hora en la BIOS del equipo cada vez que se encendía antes de iniciar en sistema operativo y de esta forma "engañar" el tiempo de caducidad de la versión de prueba del programa. Los resultados fueron favorables.

Sin embargo, el mayor inconveniente después del tiempo de caducidad del Software, fue el tiempo que se tenía para realizar el análisis y recolección de datos, ya que para iniciar el proyecto Survey era necesario cargar un archivo del plano del sitio a estudiar en el formato de "Autocad". El tiempo de carga de dichos plano es aproximadamente de 2 minutos por cada archivo, al cargar 4 mapas que se requieren para el estudio aplicado en la universidad, da como resultado un total de 8 minutos, otorgando así un tiempo restante de 2 minutos para ingresar datos tales como dimensiones del sitio, número de AP, recolección, reporte y análisis de resultados; tiempo extremadamente reducido. Finalmente se decide renunciar a la aplicación del Software mencionado.

- **"Air Magnet Wi-Fi Analyzer"**

Este software diseñado para el monitoreo, supervisión y corrección de redes inalámbricas permite acceder a un entorno gráfico mas amplio, con posibilidades de interpretación y análisis, es una herramienta bastante útil en la aplicación de entornos WIFI. Pues de forma rápida y versátil proporciona un conjunto de recursos para medir y valorar el desempeño de un entorno WLAN.

Razón por la cual fue interesante y necesario tener un aporte adicional con datos específicos a variables analizables en este trabajo, este software de la familia Fluketworks adiciona al análisis de espectro radioeléctrico, los porcentajes de uso, niveles de ocupabilidad e identificación de los diferentes dispositivos en la red y las características técnicas a tener en cuenta.

No obstante, en su versión demo presenta limitaciones en cuanto a tiempo de uso ya que esta limitado a 3 días de prueba. En cuanto a la configuración de parámetros y registro de capturas proporciona un tiempo de 7 minutos. No permite generar informes, ni guardar registros.

Los costos de este superan los 30 millones de pesos, en tanto su adquisición se hace compleja.

Sin embargo la version demo, permite en determinados tiempos, realizar importantes aplicaciones en vivo con algunas visualizaciones que permiten caracterizar un ambiente de este tipo.

"Air Magnet Wi-Fi Analyzer" hace parte de los Software seleccionados para el estudio de la red Inalámbrica de la Universidad Santo Tomás.

- **“InterpretAir WLAN Survey”**

Continuando con la exploración de las versiones demo, Fluke Networks presenta una herramienta con características similares a AirMagnet Suvey. Dicha herramienta es **“InterpretAir WLAN Survey”** la cual a pesar de ser una versión de prueba ofrece mayores posibilidades de aplicación, el tiempo de caducidad es de 30 días, tiene compatibilidad con archivos JPEG o PNG de esta manera se importan las imágenes de los planos del sitio que se desea analizar. El principal inconveniente es que no permite guardar el proyecto que se realice.

“InterpretAir WLAN Survey” hace parte de los Software seleccionados para el estudio de la red Inalámbrica de la Universidad Santo Tomas.

- **” AirView Spectrum Analyzer”**

Dentro de la lista de Software de los cuales no es necesario pagar licencia para acceder a su versión completa, se encuentra **AirView Spectrum Analyzer** el cual consiste en un pequeño modulo USB fabricado por UBIQUITI Networks, que al ser instalado en un computador común y descargando el Software suministrado en la página web UBIQUITI, se obtiene un práctico y funcional analizador de espectro.

Dadas las características que presenta este producto se decidió adquirirlo y aplicarlo como herramienta de análisis en el presente estudio. Dichas características y la descripción general del funcionamiento de AirViwe2 se mencionan en el numeral 9.2, página 58 de marco teórico.

11.3 ETAPA IV: Selección de Antena.

Como se mencionó anteriormente, la aplicación de software requiere de un soporte de hardware compatible, representado por los adaptadores de red inalámbricos (antenas) y las cuales se deben adquirir por separado.

La lista de adaptadores para cada uno de los software están disponibles en la página web de sus fabricantes; este recurso significó el punto de partida para la búsqueda del adaptador más conveniente.

A continuación, se describen los criterios de selección según los requerimientos del software y del equipo donde se instalaron previamente.

11.3.1 Adaptador de red inalámbrico para AirMagnet Wi-Fi Analyzer

La lista de adaptadores compatibles con AirMagnet Wi-Fi Analyzer se encuentra disponible en el link: <http://www.flukenetworks.com/enterprise-network/wireless-network/airmagnet-wifi-analyzer>

AirMagnet admite dos categorías de adaptadores inalámbricos:

Categoría 1: Adaptadores preferidos: Adaptadores que han sido probados de manera exhaustiva por AirMagnet y se recomiendan para el uso con los productos de AirMagnet.

Categoría 2: Adaptadores con compatibilidad limitada: Los adaptadores que trabajan con los productos, en los cuales el fabricante AirMagnet no realiza pruebas exhaustivas y no garantiza su fiabilidad con el uso de los mismos. AirMagnet recomienda el uso de adaptadores probados y certificados según se menciona en la categoría 1.

Como primera medida, se tomó la decisión de adquirir un adaptador de categoría 2 por razones de accesibilidad económica primordialmente. Desafortunadamente, y como se podía esperar, al no ser un adaptador recomendado por el fabricante del software, su funcionamiento y total compatibilidad no fue el más adecuado.

La referencia del mencionado adaptador es DWA-160 XTREME N DUAL BAND USB ADAPTER.

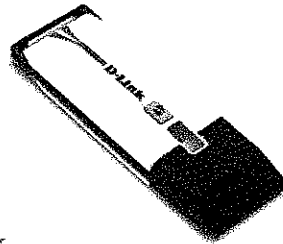


Figura 48. DWA-160 XTREME N DUAL BAND USB ADAPTER
Fuente: <http://www.dlink.com>

Teniendo en cuenta la necesidad de obtener el mayor rendimiento posible del software, se adquirió un adaptador categoría 1, que cuenta con el respaldo y la confiabilidad de la recomendación de AirMagnet. A pesar de tener mayor costo con respecto al primer adaptador adquirido, se aseguró el correcto funcionamiento tanto de software como del hardware.

El dispositivo fue comprado a través de la empresa SEISA quienes son los representantes y distribuidores de AirMagnet en Colombia.



Figura 49. PROXIM ORiNOCO® 802.11 a/b/g/n USB Adapter

Fuente: www.proxim.com

Las ⁴⁶características de la antena. *PROXIM ORiNOCO® 802.11 a/b/g/n USB Adapter* cumplió con los requerimientos necesarios para la aplicación del software con Airmagnet Wi-Fi Analyzer, por lo tanto fue uno de los dispositivos seleccionados para el desarrollo del presente estudio.

11.3.2 Adaptador de red inalámbrico para InterpretAir.

InterpretAir requiere de sistemas operativos relativamente antiguos como son Windows® XP, 2000, Vista, además los adaptadores compatibles tiene disponibilidad de drivers para 32bit.

La lista de adaptadores compatibles con InterpretAir se encuentra disponible en el link: <http://www.flukenetworks.com/.../interpretairsuptmsup>

Al revisar la lista de dispositivos recomendados por el fabricante en la hoja técnica del software, se dedujo que los adaptadores disponibles, en su gran mayoría son tarjetas PCMCIA, las cuales eventualmente han sido reemplazadas en el mercado por adaptadores USB, lo que significa que actualmente no son muy comunes en el mercado; por esta razón, la fabricación de computadores laptop con el puerto correspondiente a tarjetas PCMCIA ya no son ampliamente comerciales.

A lo largo del proceso de búsqueda, y tomando en cuenta las opciones disponibles, se contó con el recurso de una Laptop hp pavillion D-V 1411, el cual posee el puerto PCMCIA.

El siguiente paso a seguir, consistió en explorar el mercado considerando las posibilidades de acceder a dispositivos PCMCIA, que como se mencionó anteriormente ya no son muy comerciales. En Colombia no fue posible encontrar ejemplares disponibles, por lo que se vio la necesidad de importar la antena

⁴⁶ ANEXO 7

desde su país de fabricación, China. A continuación ahondaremos en la especificación de la tarjeta señalada.

⁴⁷*BUFFALO AirStation WLI-CB-AMG54 Wireless PCMCIA Card*, es la referencia del adaptador de red inalámbrico necesario para el soporte del software InterpretAir y con el cual se trabajó para realizar parte del presente estudio.

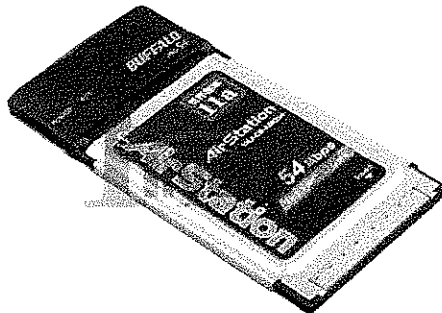


Figura 50. PCMCIA Card BUFFALO AirStation

Fuente: <http://www.1stincity.com/en/pc-networking-accessories/1708-new-buffalo-airstation-wli-cb-amg54-wireless-pcmcia-card-cnt186.html>

⁴⁷ ANEXO - 8

12 RESULTADOS

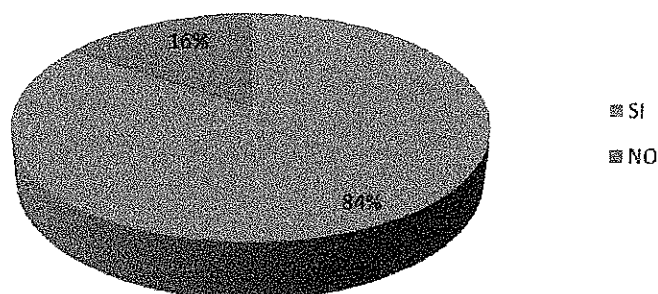
12.1 Etapa II

12.1.1 Resultados de la Encuesta

Luego del respectivo proceso de tabulación y caracterización de opiniones al respecto se obtienen los siguientes resultados.

La muestra fue de 300 usuarios.

1. Usa usted frecuentemente el servicio de internet inalámbrico que ofrece la Universidad Santo Tomas sede Centro?

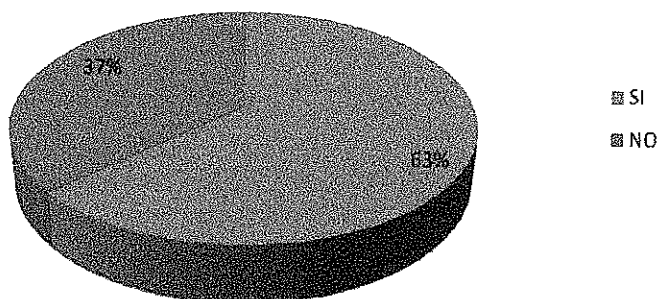


Gráfica 4. Pregunta # 1 encuesta

Fuente: Autores

La deducción con respecto a la información presentada por la gráfica 4, es que la gran mayoría de población encuestada hace uso frecuente de la red. Lo cual genera el fundamento que justifica la necesidad de realizar el presente estudio.

2. Tiene usted acceso a internet por algún medio o proveedor desde el lugar donde vive?

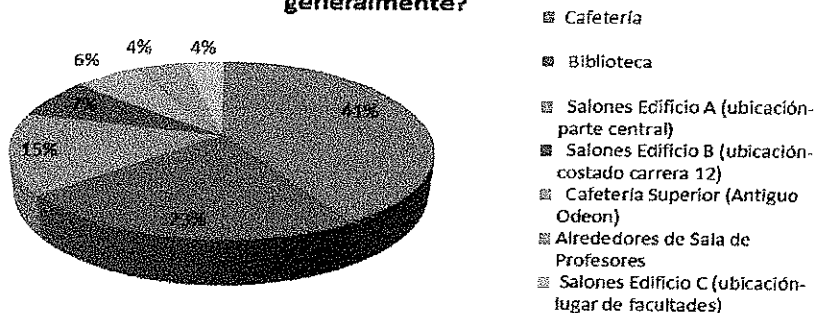


Gráfica 5. Pregunta # 2 encuesta

Fuente: Autores

Según los resultados arrojados por la grafica 5, más de la mitad de la población encuestada, representada por el 63%, tiene acceso a Internet desde su lugar de domicilio. Sin embargo, un porcentaje representativo no cuenta con las mismas condiciones, por lo tanto sigue existiendo la inquietud de analizar el comportamiento de la red inalámbrica presente en la Universidad ya que es un recurso que se ofrece gratuitamente y por lo tanto puede representar la posibilidad mas opcionada para el acceso a internet del porcentaje de población correspondiente al 37%.

3. Cuando hace uso de la red inalámbrica de internet en la Universidad, desde que punto o lugar lo hace generalmente?



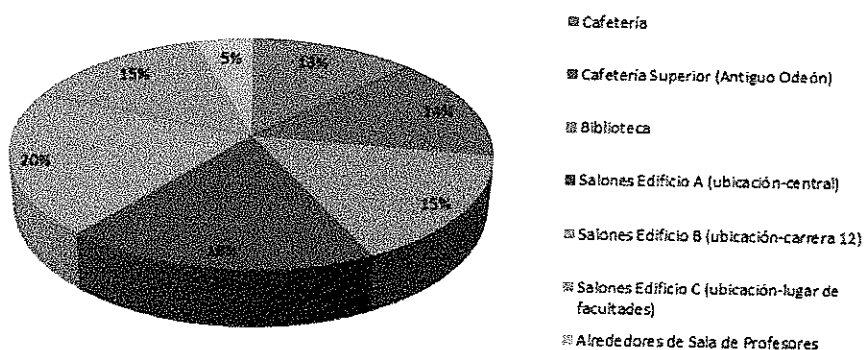
Grafica 6. Pregunta #3 encuesta

Fuente: Autores

El lugar más concurrido para establecer conexión con la red, según la gráfica 6 es la cafetería de la Universidad con un porcentaje de 41%.

En un segundo lugar en la gráfica la biblioteca, se presenta un porcentaje importante de 23%, seguido por los salones del edificio A con un porcentaje del 15% de la población muestra. Estos resultados generan un punto de partida para realizar un estudio un poco más detallado de estos lugares, sin dejar de darle relevancia a las áreas representadas por los porcentajes restantes.

4. Cual cree usted que es el lugar donde el servicio de Internet presenta más inconvenientes para establecer una conexión optima?

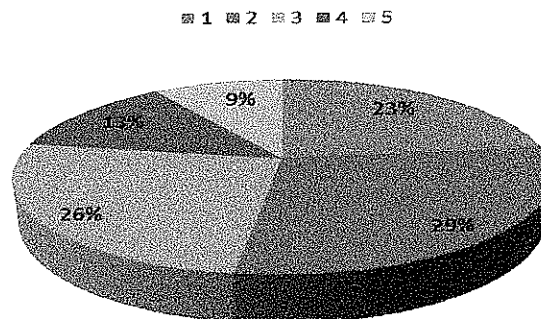


Grafica 7. Pregunta # 4 encuesta

Fuente: Autores

De acuerdo a los resultados presentados por la gráfica 7, se deduce que los lugares donde el servicio de Internet posiblemente presenta inconvenientes para establecer una conexión óptima, son, en un mayor porcentaje respectivamente, la cafetería, salones de edificio, salones de edificio A y la biblioteca de la Universidad. Esta información es útil para realizar énfasis en el análisis del comportamiento de la red en estas zonas, y de esta manera determinar si efectivamente existe algún tipo de inconveniente técnico que pueda estar afectando el correcto funcionamiento de la red.

5. En un Rango de 1 a 5 (donde 1:regular,2: aceptable, 3:buena, 4: muy buena, 5: excelente) cuál sería su calificación respecto al servicio de internet inalambrico que presta la USTA sede Centro?



Gráfica 8. Pregunta # 5 encuesta
Fuente: Autores

La calificación del servicio de Internet inalámbrico de la Universidad, de acuerdo a la información de la gráfica 8, en términos generales es buena, promediando los porcentajes mayoritarios del 29% para una calificación de aceptable y del 26% para una calificación de buena. Sin embargo, surge la inquietud con respecto al porcentaje correspondiente al 23%, lo que da lugar a indagar sobre lo que esté ocurriendo con el real desempeño de la red.

12.2 Etapa III: Aplicación de Software

Finalmente se decide hacer uso del software InterpretAir Wlan Site Survey versión 4.5 (demo), Airview2 como analizador de espectro, Airmagnet WIFI Analyzer versión 8 (demo) y Airmagnet Laptop Analyzer versión 7,5 (demo); ya que luego de una serie de pruebas, descargas y averiguaciones respecto al uso de este tipo de analizadores de redes WLAN, se identificaron ventajas y desventajas que finalmente fueron definitivas a la hora de tomar decisiones por parte del equipo de trabajo.

12.2.1 InterpretAir WLAN Site Survey

Teniendo en cuenta los parámetros de uso, las herramientas y características que se describieron anteriormente (numeral 9.3 del marco teórico) de este software, se procede a realizar el análisis de la aplicación de esta herramienta en el estudio de la red inalámbrica de la Universidad Santo Tomas Tunja sede centro.

Al conocer previamente las características físicas de la Universidad, las especificaciones técnicas de los Access Point y su configuración, es posible aplicar el procedimiento necesario para establecer los requerimientos solicitados en cada uno de los 4 planos que corresponden a los 4 niveles del edificio; antes de iniciar con el análisis del comportamiento de la red inalámbrica. El procedimiento de ejecución consistió en:

- 1) **Cambiar formato de los planos:** Originalmente los ⁴⁸planos fueron adquiridos en formato de dibujo de AutoCAD y a color. Ya que InterpretAir no es compatible con este tipo de archivo fue necesario darle formato de imagen JPG. Desde AutoCAD se modificó el fondo y el color para obtener una imagen en blanco y negro, de esta forma no existirían confusiones con las visualizaciones en color que presenta InterpretAir en sus diagramas de radiación.
- 2) **Calibrar dimensiones sobre planos:** Como medida de referencia se tomaron las dimensiones en metros de la cafetería con el uso de un GPS GARMIN Colorado 300. Con este patrón se calibro las dimensiones de cada uno de los 4 planos a utilizar. Este procedimiento se realizó con la herramienta de medición del software la cual se usa para medir distancias sobre el mapa y crear una escala de medición.
- 3) **Simulación de materiales de construcción:** InterpretAir permite dibujar y simular paredes de diferentes materiales sobre el mapa. Los materiales pueden atenuar intensidad de la señal en diferentes niveles. Los principales materiales que se encuentran en la construcción de la universidad son: paredes de concreto, paredes de ladrillo, vidrios, muebles y puertas. La figura 51 muestra la ubicación de materiales representado en trazos de diferentes colores y la lista de estos que presenta el software.
- 4) **Ubicación de Access Point:** Se determinó la ubicación real de los APs sobre cada uno de los 4 planos. Además se seleccionaron las especificaciones técnicas y sus configuraciones respectivas.
- 5) **Determinar requerimientos de la red:** las condiciones seleccionadas para la simulación de la red son los requerimientos para una conexión básica y se muestran en la figura 52.

⁴⁸ Anexo 4

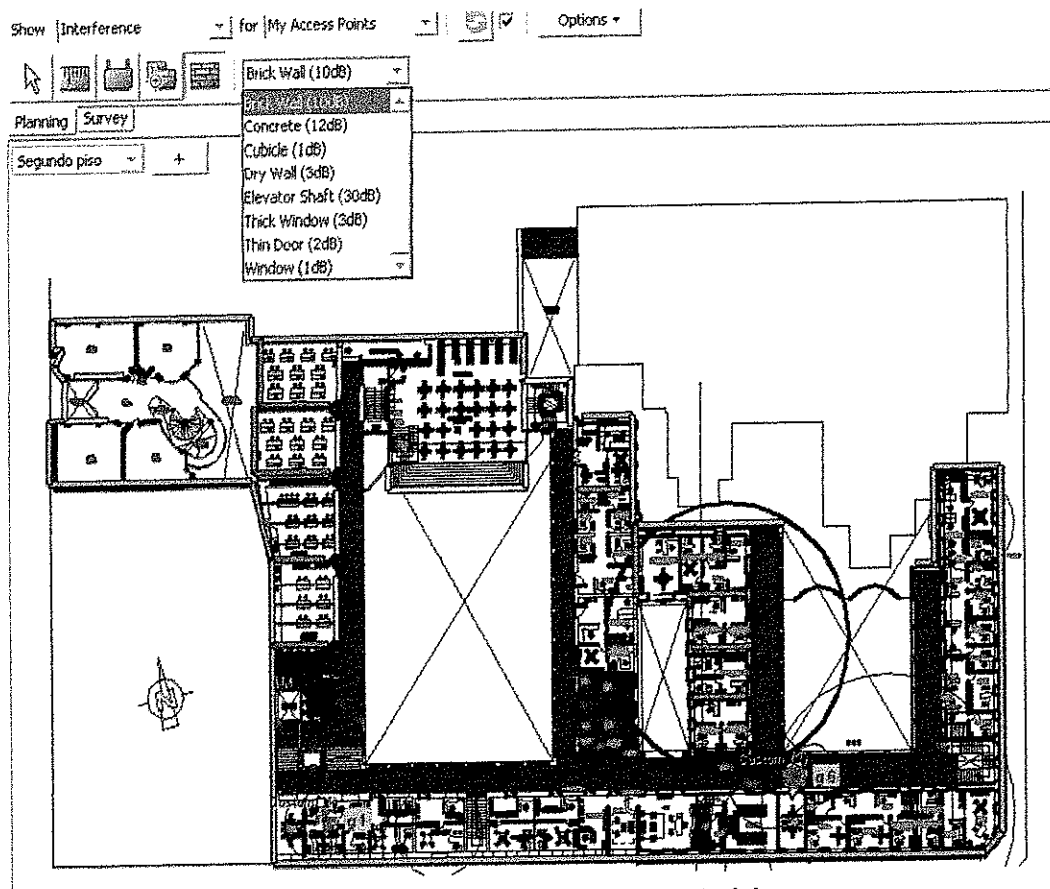


Figura 51. Ubicación y lista de materiales

Fuente: Autores

Requirement: Basic Connectivity New

Criteria

Signal strength	at least	-85 dBm
Signal-to-noise ratio	at least	5 dB
Data rate	at least	1 Mbps
Number of access points	at least	1

Figura 52. Requerimientos seleccionados

PRIMER PISO

Los resultados del análisis para el **primer piso** de la Universidad se describen a continuación:

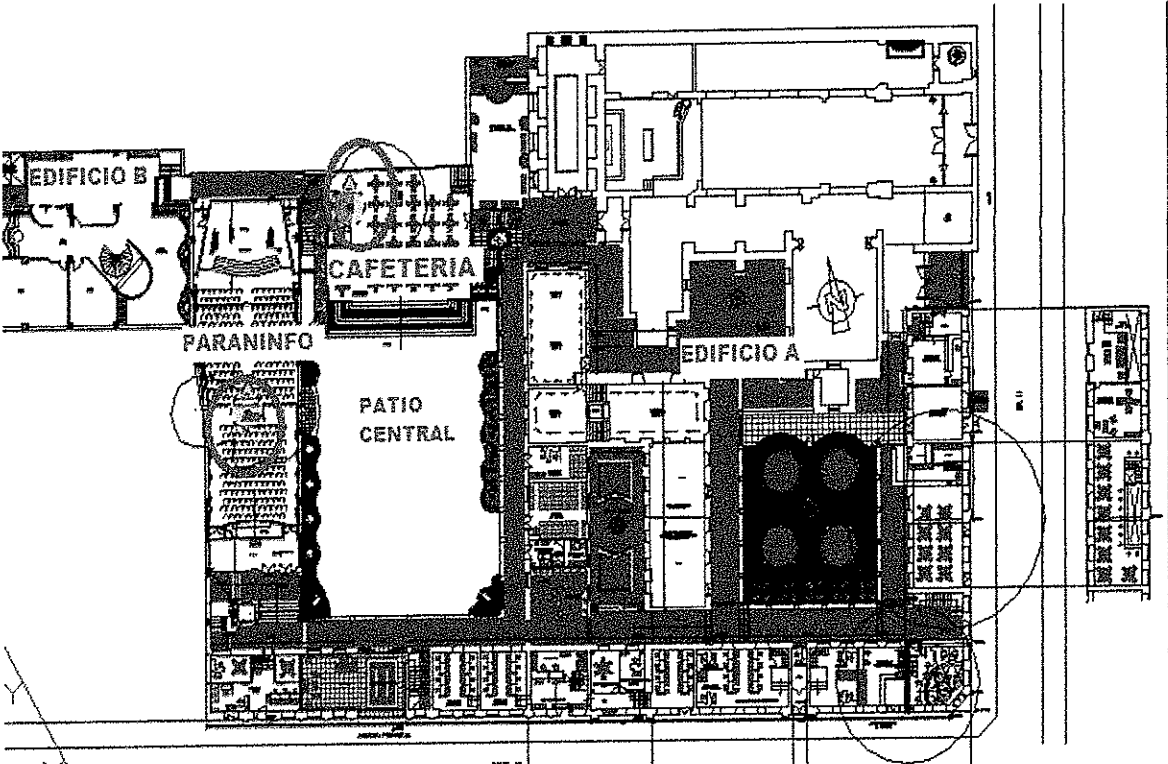


Figura 53. Plano primer piso ubicación APs
Fuente: Autores

#	Access Point			
1	Aruba AP-61 CAFETERIA			
	802.11g	1	50.0 mW	Aruba AP-61 2.4GHz
2	Aruba AP-61 PATANINFO SAN ALBERTO MAGNO			
	802.11g	6	50.0 mW	Aruba AP-61 2.4GHz

Tabla 10. Access Point primer piso
Fuente: Autores

La figura 53 muestra el plano de la planta del primer piso de la Universidad y su respectiva distribución. Además se especifica la ubicación de los Access Point que se encuentran en este nivel, que corresponden a la cafetería y el paraninfo San Alberto Magno. La tabla 10 contiene las configuraciones correspondientes a cada APs.

- Signal Strength (Cobertura de la señal)

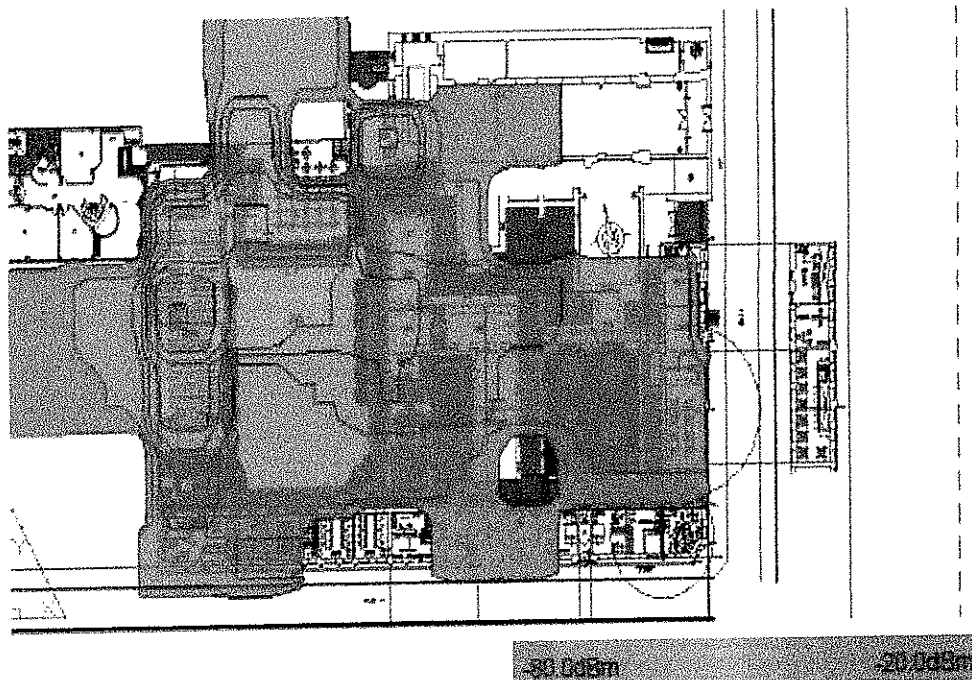


Figura 54. Cobertura de la señal primer piso

Fuente: Autores

En la figura 54 se aprecia la cobertura que alcanzan los APs desde sus respectivas ubicaciones. Las zonas sombreadas en tonos verdes representan los lugares donde existe una mayor calidad de cobertura, mientras que las zonas sombreadas en tonos naranja y rojo hacen referencia a los lugares donde la intensidad de la señal es notablemente menor. Las zonas sin mancha son lugares donde la Intensidad de la señal es literalmente nula.

En este orden de ideas la cafetería y el paraninfo son los lugares más privilegiados con respecto a mayor intensidad de señal entre -30 y -20dBm, por lo tanto el servicio en estos espacios no presenta mayor complicación de acceso a la red. La señal tiene un alcance relativamente bueno en zonas adyacentes al patio central. Mientras que en el edificio A y edificio B principalmente, la intensidad de la señal es nula con menos de -80dBm.

- Signal To Noise Ratio (relacion señal-ruido)

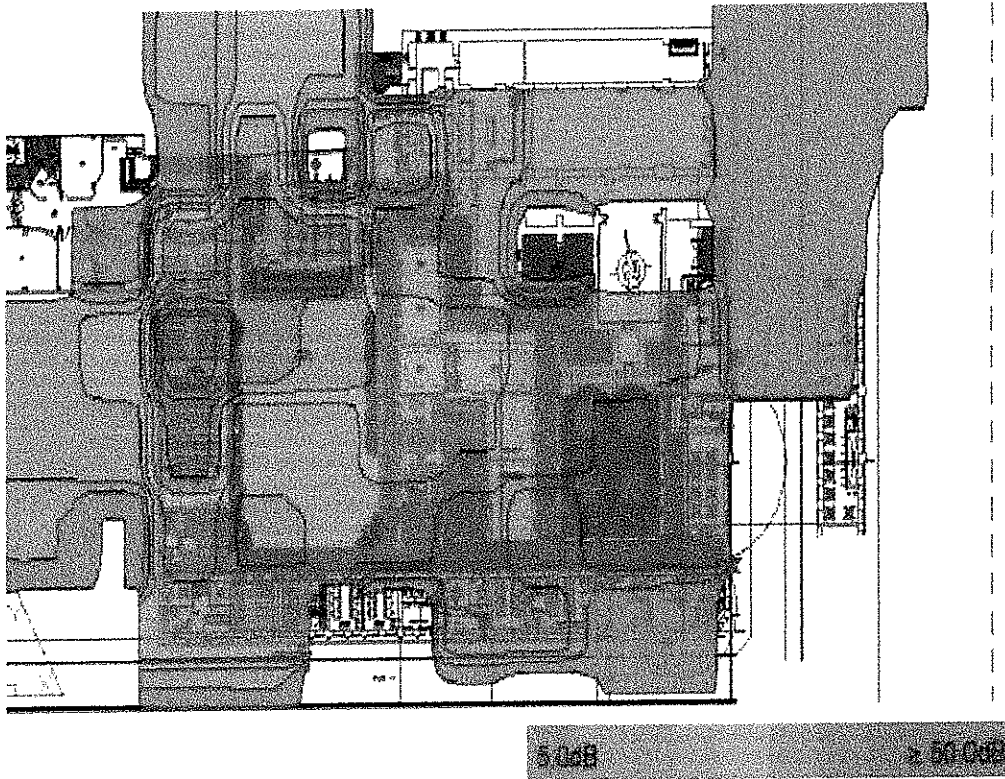


Figura 55. Relación señal ruido primer piso

Fuente: Autores

La figura 55 muestra la relación señal-ruido existente en el primer nivel de la Universidad. La SNR indica que tanto la intensidad de la señal es mayor al ruido. En esta ocasión la señal no presenta ruido en las áreas sombreadas en tonos verdes, cercanos a las ubicaciones de los APs, es decir, en la cafetería y el paraninfo la potencia de señal es mayor considerablemente al ruido. En el caso de algunas áreas sombreadas en rojo y naranja hacen referencia a lugares donde la señal es afectada por el ruido y en consecuencia a conexión puede presentar interrupciones.

- Data Rate (tasa de datos)

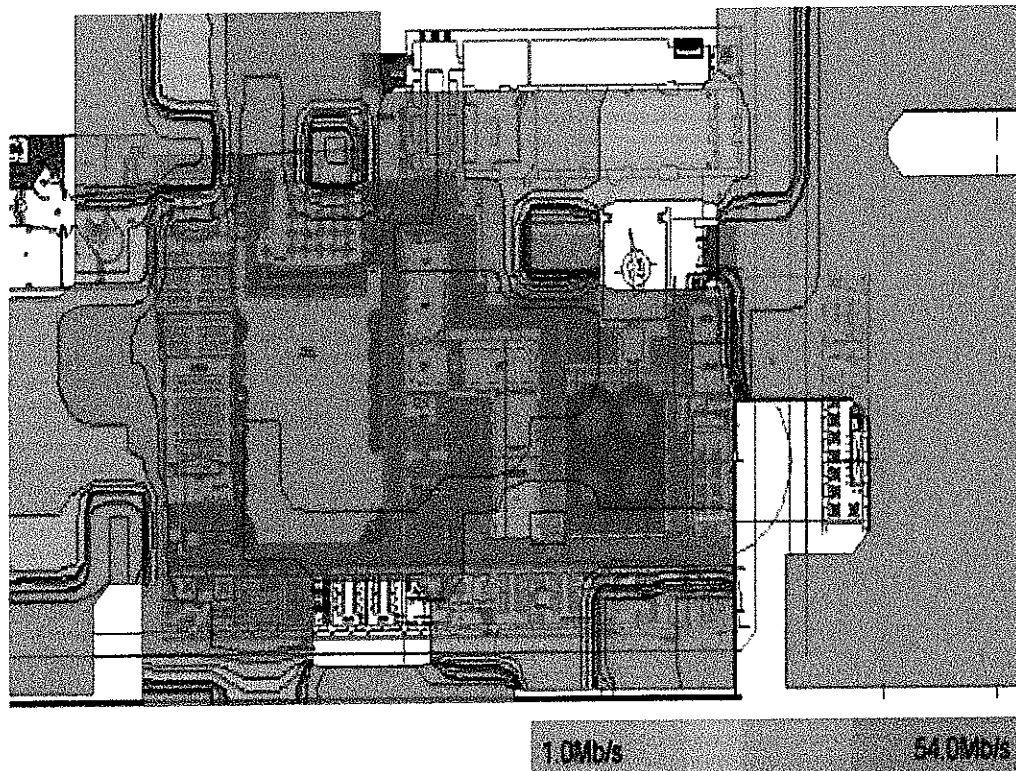


Figura 56. Tasa de datos primer piso

Fuente: Autores

La tasa de datos o velocidad de transmisión de datos se representa en la figura 56. El área de color verde representa los lugares donde es posible transmitir datos a una velocidad cercana a los 54 Mb/s, velocidad que es relativa, ya que se toma como en un caso ideal, sin embargo la velocidad real esta aproximadamente cercana a los 27 Mbps. Los lugares más privilegiados con respecto a lo anterior se ubican en la zona central del primer nivel, es decir, el patio central, parte de la cafetería y el Paraninfo San Alberto Magno. La tasa de datos se reduce en un poco más de la mitad en el resto de los lugares.

- Interferencia

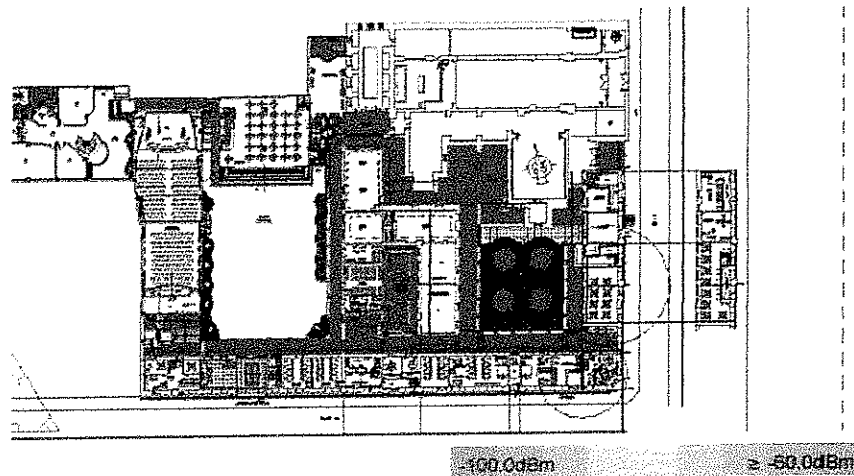


Figura 57. Interferencia primer piso
Fuente: Autores

En la figura 57 se representa la interferencia entre canales existente en el primer piso. Debido a que los APs están configurados en canales muy distantes no se presenta ninguna interferencia co-canal.

- Numero de Access Point

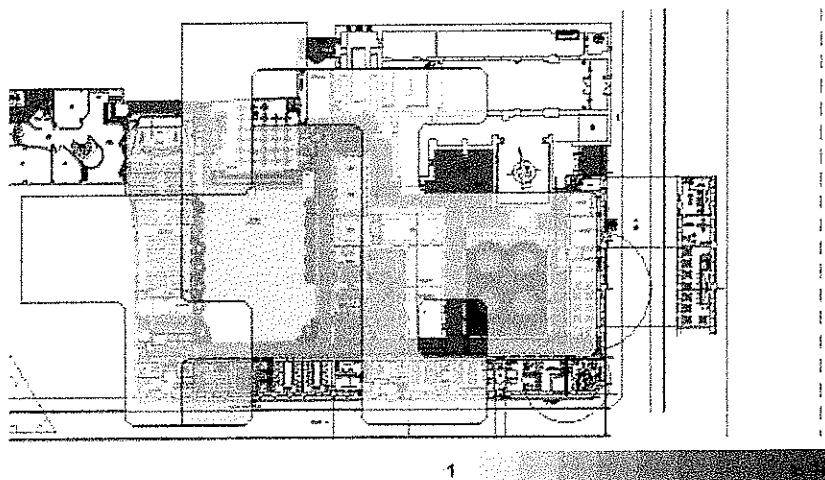


Figura 58. Numero de Access Point primer piso
Fuente: Autores

La figura 58 muestra el número de APs y las zonas en que cada uno es audible. La suma de los dos cubre la mayor parte del nivel, con excepción a la parte frontal de la Universidad e indiscutiblemente todo el edificio B.

- **Network Health (salud de la red)**

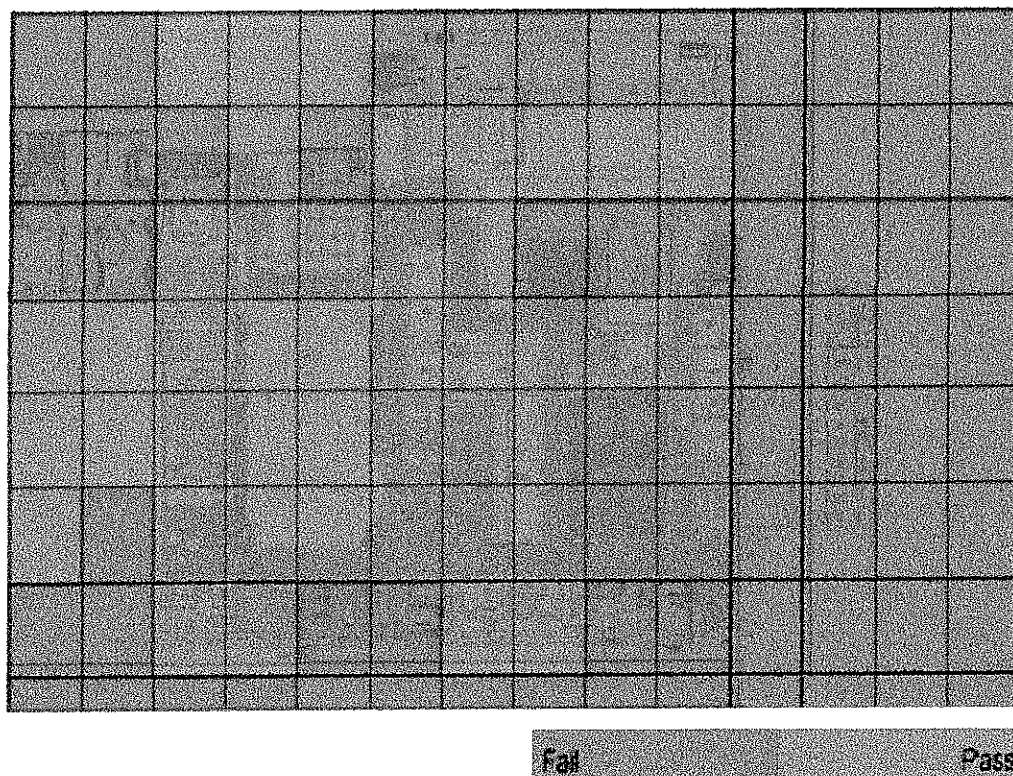


Figura 59. Salud de la red primer piso

Fuente: Autores

La figura 59 representa en qué lugares la red cumple los requerimientos de conexión básica establecidos inicialmente y son identificados con la mancha de color verde, en esta zona la red presenta un comportamiento aceptable.

La sección roja hace referencia a los lugares donde la red definitivamente falla, es decir no cumple con por lo menos uno de los requerimientos. La Gráfica coincide con la mancha identificada en la figura 59.

SEGUNDO PISO

Los resultados del análisis para el **segundo piso** de la Universidad se describen a continuación:

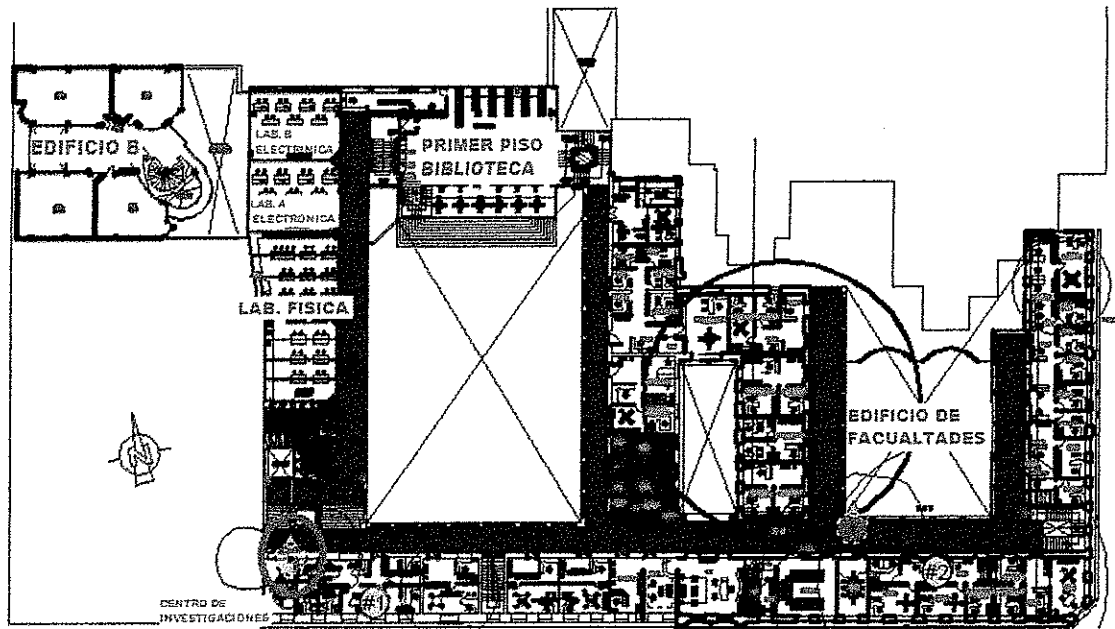


Figura 60. Ubicación APs segundo piso
Fuente: Autores

ID	Access Point			
	Modelo	Cantidad	Potencia	Frecuencia
1	Aruba AP-61 (1)			
	802.11g	1	70.0 mW	Aruba AP-61 5.25GHz
2	Aruba AP-61 (2)			
	802.11g	6	70.0 mW	Aruba AP-61 5.25GHz

Tabla 11. Access Point segundo piso
Fuente: Autores

La figura 60 muestra el plano de la planta del segundo piso de la Universidad y su respectiva distribución. Además se especifica la ubicación de los Access Point que se encuentran en este nivel, que corresponden al centro de investigaciones y la sala de consejo. La tabla 11 contiene las configuraciones correspondientes a cada APs.

- SignalStrength (Cobertura de la señal)

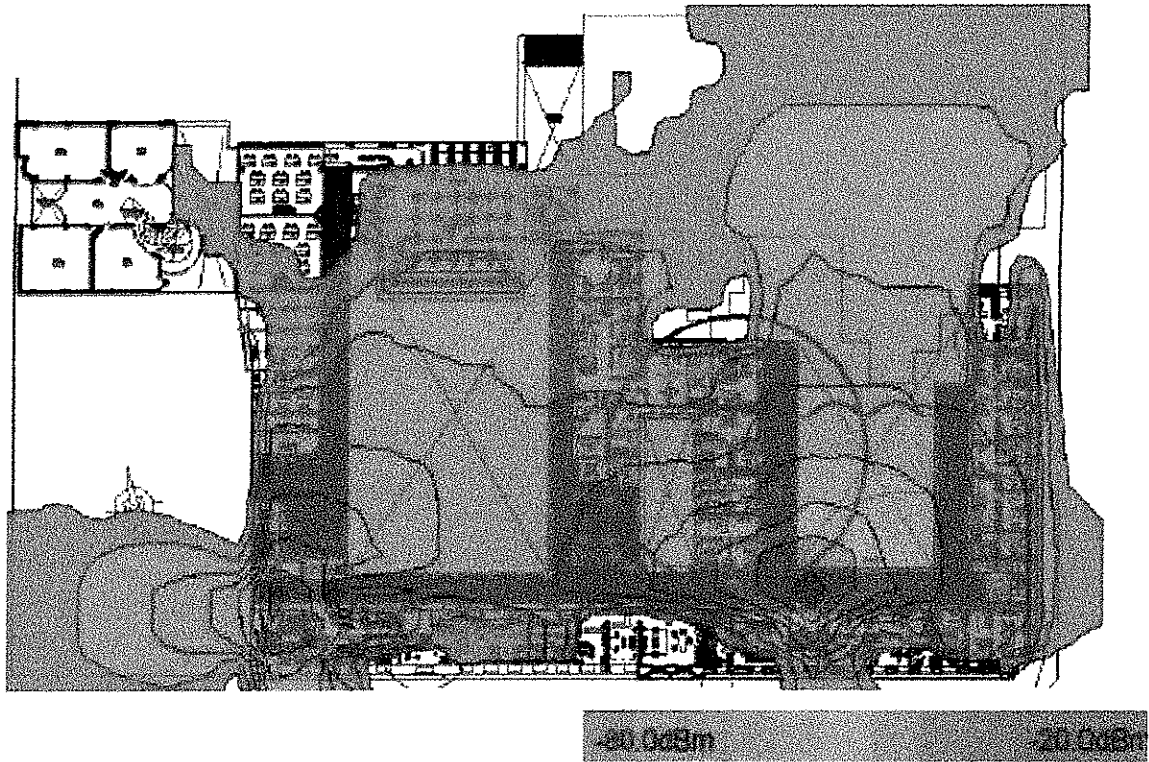


Figura 61. Cobertura de la señal segundo piso

Fuente: Autores

En la figura 61 se aprecia la cobertura que alcanzan los APs desde sus respectivas ubicaciones. Las zonas sombreadas en tonos verdes representan los lugares donde existe una mayor calidad de cobertura, mientras que las zonas sombreadas en tonos naranja y rojo hacen referencia a los lugares donde la intensidad de la señal es notablemente menor. Las zonas sin mancha son lugares donde la Intensidad de la señal es literalmente nula.

En este orden de ideas el centro de investigaciones y la sala de concejo son los lugares más privilegiados con respecto a mayor intensidad de señal entre -30 y -20dBm, por lo tanto el servicio en estos espacios no presenta mayor complicación de acceso a la red.

La señal tiene un alcance relativamente bueno en zonas adyacentes al patio central y una parte considerable en el edificio de facultades. Mientras que en la cafetería y el edificio B principalmente, la intensidad de la señal es casi nula con menos de -80dBm.

- **Signal To Noise Ratio (relacion señal-ruido)**

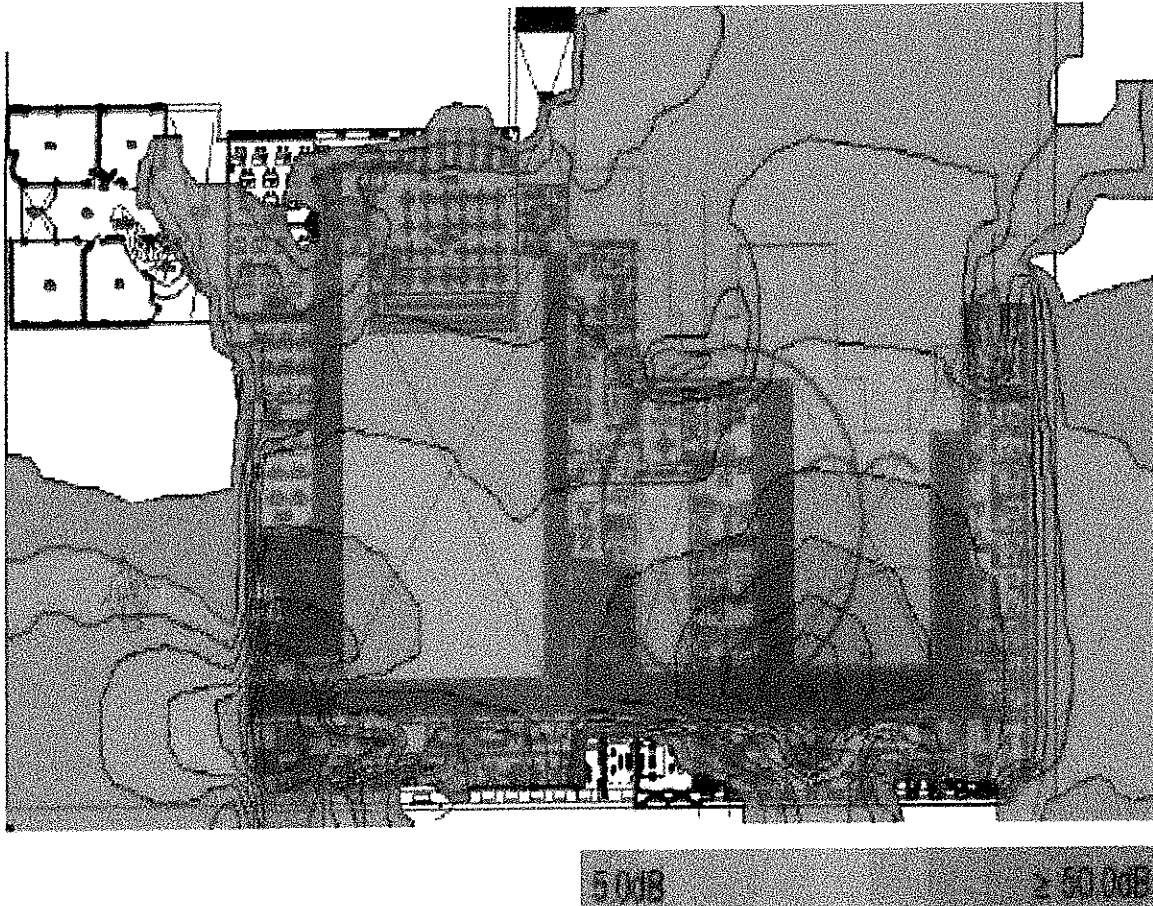


Figura 62. Relación señal ruido segundo piso

Fuente: Autores

La figura 62 muestra la relación señal-ruido existente en el segundo nivel de la Universidad. La SNR indica que tanto la intensidad de la señal es mayor al ruido.

En esta ocasión la señal no presenta ruido en las áreas sombreadas en tonos verdes, cercanos a las ubicaciones de los APs, es decir, en el centro de investigaciones y en la sala de consejos la potencia de señal es mayor considerablemente al ruido. En el caso de algunas áreas sombreadas en rojo y naranja hacen referencia a lugares donde la señal es afectada por el ruido y en consecuencia la conexión puede presentar interrupciones en estas zonas.

- Data Rate (tasa de datos)

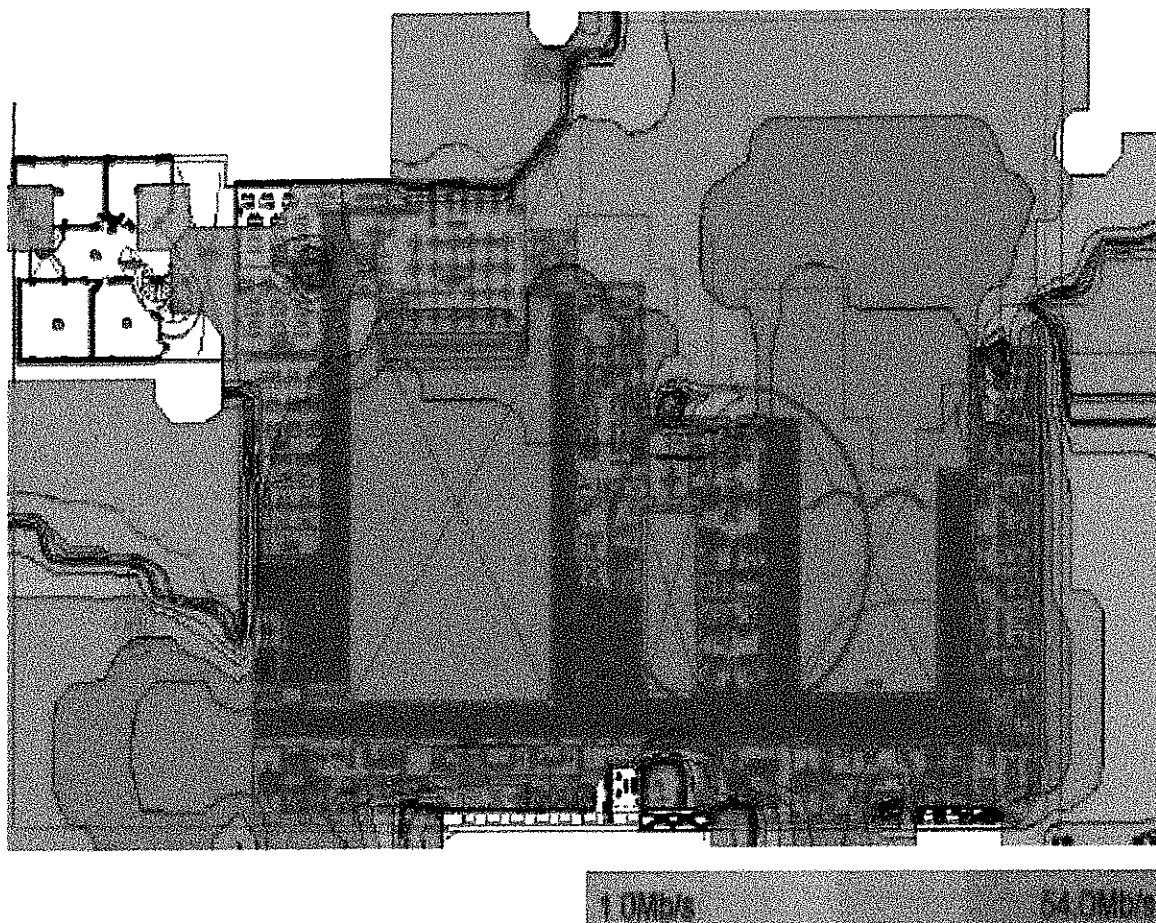


Figura 63. Tasa de datos segundo piso

Fuente: Autores

La tasa de datos o velocidad de transmisión de datos se representa en la figura 63 de color verde indican áreas donde el cliente de la red va a transmitir datos a una velocidad cercana a los 54 Mb/s. Mancha que cubre principalmente las zonas más centrales del segundo nivel de la Universidad, donde se encuentran ubicados los APs. La tasa de datos se reduce en un poco más de la mitad en el resto de los lugares con una velocidad aproximadamente menor a 25 Mb/s.

- Interferencia

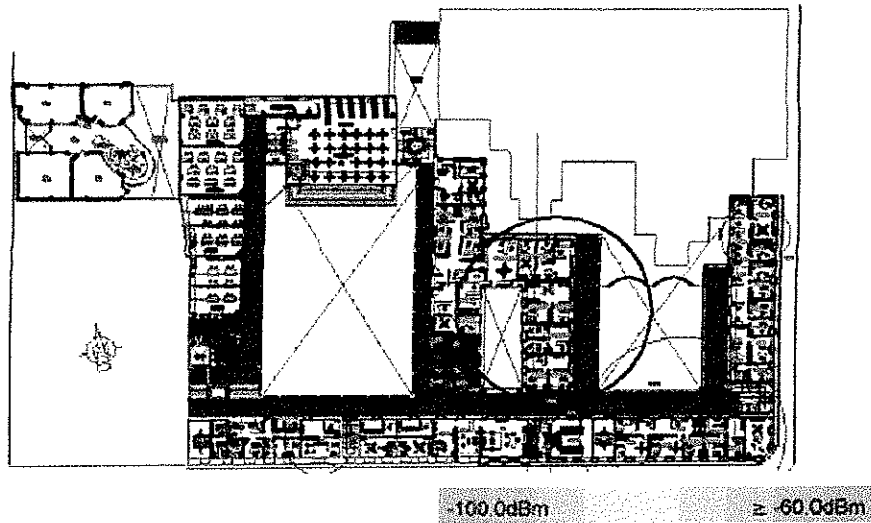


Figura 64. Interferencia segundo piso

Fuente: Autores

En la figura 64 se representa la interferencia entre canales existente en segundo piso. Debido a que los APs están configurados en canales muy distantes no se presenta ninguna interferencia co-canal.

- Numero de Access Point

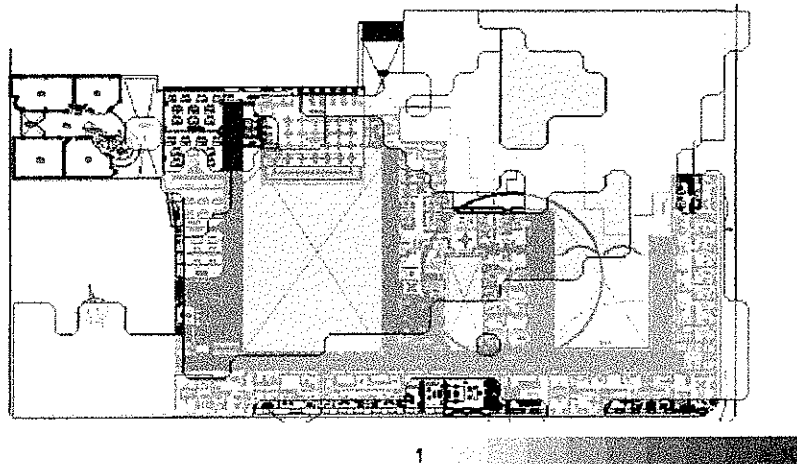


Figura 65. Numero de Access Point segundo piso

Fuente: Autores

La figura 65 muestra el número de APs y las zonas en que cada uno es audible. La suma de los dos cubre la mayor parte del nivel, con excepción a la parte frontal de la Universidad e indiscutiblemente todo el edificio B y parte de los laboratorios de electrónica A y B.

- **Network Health (salud de la red)**

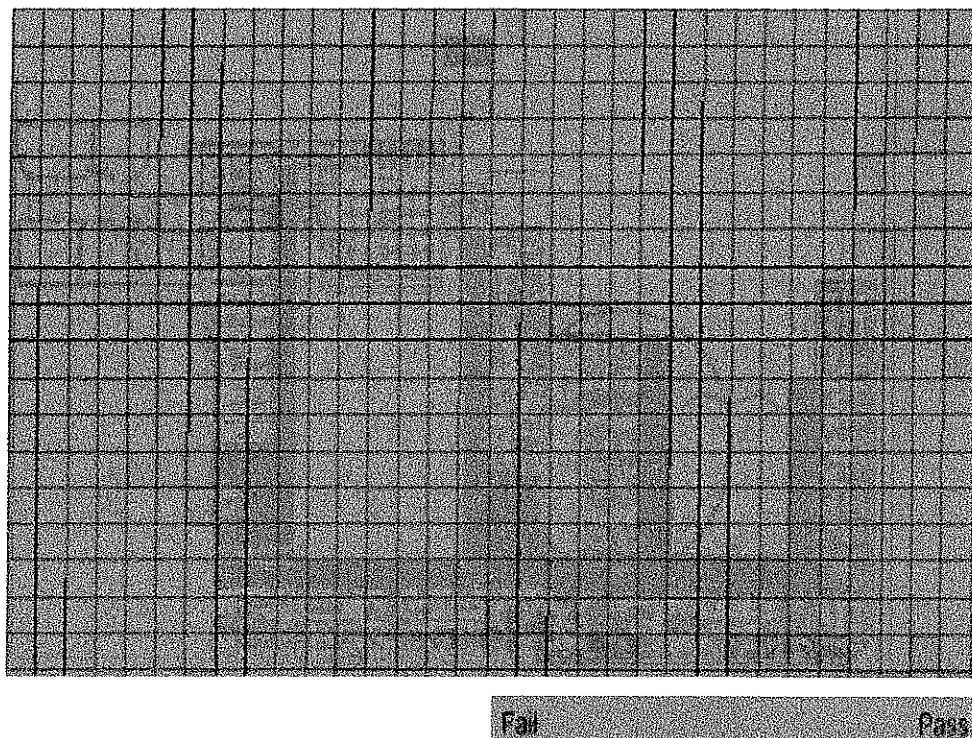


Figura 66. Salud de la red segundo piso

Fuente: Autores

La figura 66 representa en qué lugares la red cumple los requerimientos de conexión básica establecidos inicialmente y son identificados con la mancha de color verde, en esta zona la red presenta un comportamiento aceptable.

La sección roja hace referencia a los lugares donde la red definitivamente falla, es decir no cumple con por lo menos uno de los requerimientos. La grafica coincide con la mancha identificada en la figura 66.

TERCER PISO

Los resultados del análisis para el **tercer piso** de la Universidad se describen a continuación:

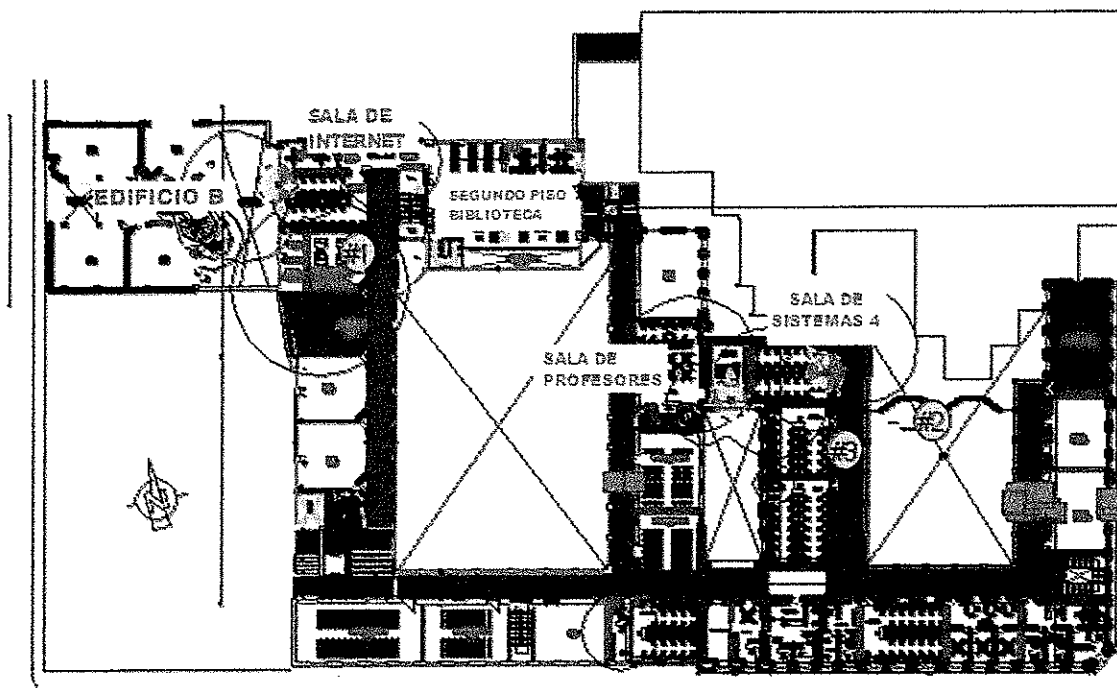


Figura 67. Ubicación APs tercer piso

Fuente: Autores

#	Access Point			
1	SALA DE INTERNET			
	802.11g	1	50.0 mW	Aruba AP-61 2.4GHz
2	SALA DE SISTEMAS 4			
	802.11g	6	50.0 mW	Aruba AP-61 2.4GHz
3	SALA DE PROFESORES			
	802.11g	6	50.0 mW	Aruba AP-61 2.4GHz

Tabla 12. Access Point tercer piso

Fuente: Autores

La Figura 67 muestra el plano de la planta del tercer piso de la Universidad y su respectiva distribución. Además se especifica la ubicación de los Access Point que se encuentran en este nivel, que corresponden a la sala de Internet, la sala de profesores y por último la sala de sistemas 4. La tabla 12 contiene las configuraciones correspondientes a cada APs.

- **Signal Strength (Cobertura de la señal)**

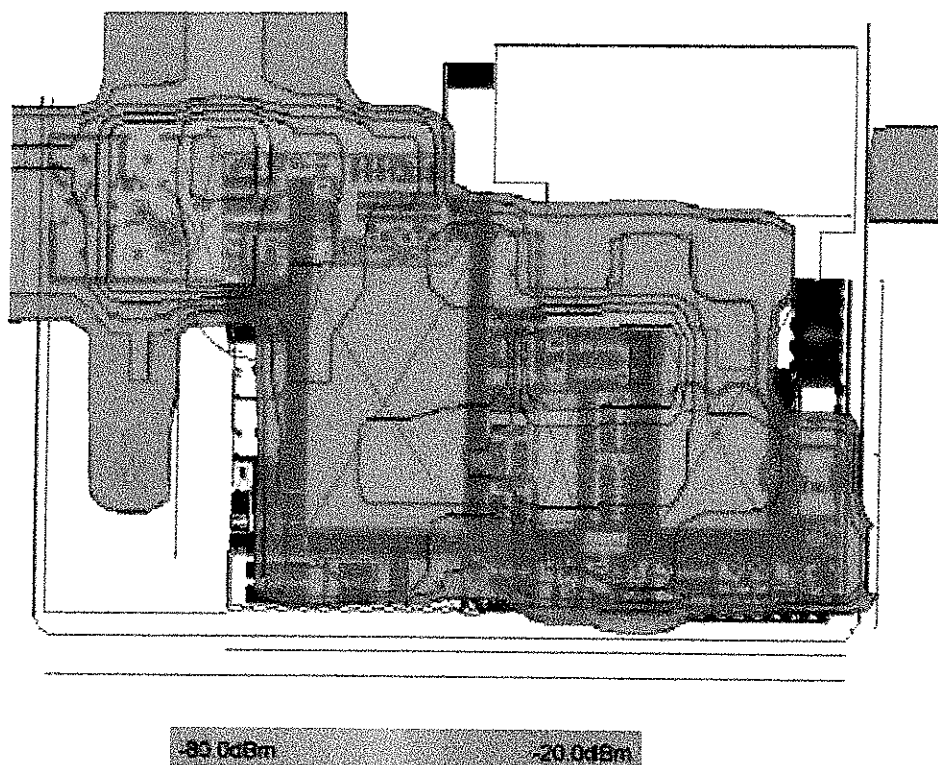


Figura 68. Cobertura de la señal tercer piso
Fuente: Autores

En la figura 68 se aprecia la cobertura que alcanzan los APs desde sus respectivas ubicaciones. Las zonas sombreadas en tonos verdes representan los lugares donde existe una mayor calidad de cobertura, mientras que las zonas sombreadas en tonos naranja y rojo hacen referencia a los lugares donde la intensidad de la señal es notablemente menor. Las zonas sin mancha son lugares donde la Intensidad de la señal es literalmente nula.

En este orden de ideas la sala de internet , el edificio B, la sala de profesores, la sala de sistemas 4 y sus alrededores son los lugares más privilegiados con respecto a mayor intensidad de señal entre -30 y -20dBm, por lo tanto el servicio en estos espacios no presenta mayor complicación de acceso a la red.

La señal tiene un alcance relativamente bueno en zonas adyacentes al patio en el edificio de facultades. Mientras que en patio central, la intensidad de la señal es casi nula con menos de -80dBm.

- **Signal To Noise Ratio (relacion señal-ruido)**

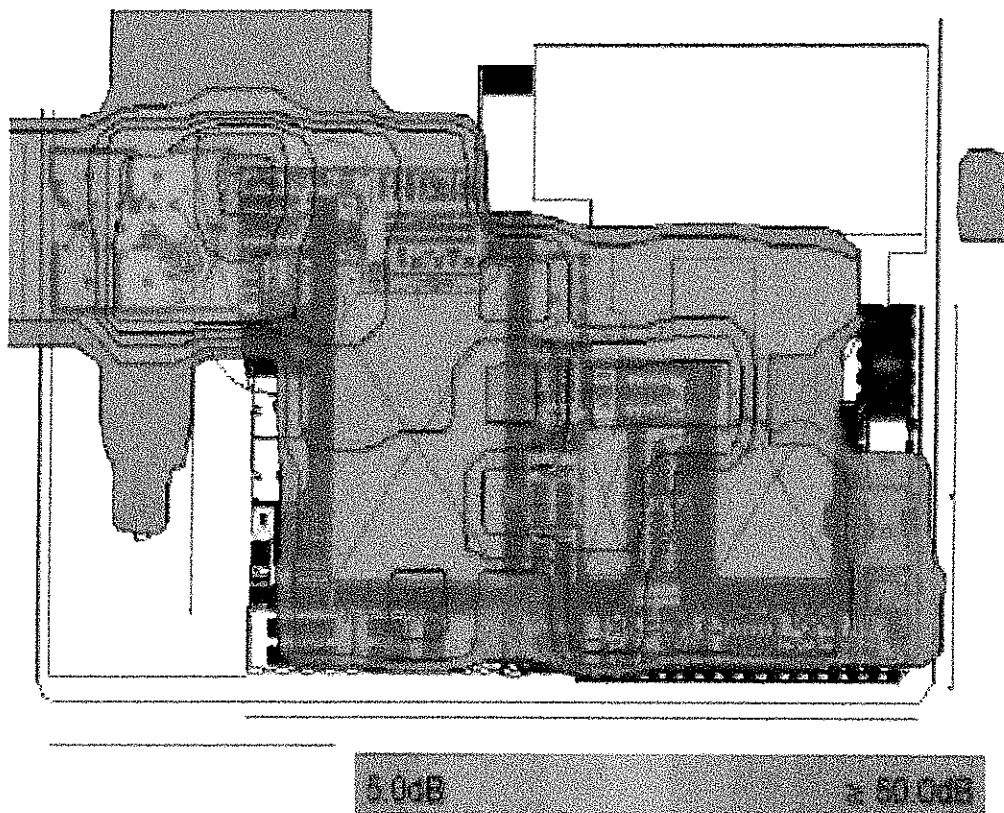


Figura 69. Relación señal ruido tercer piso

Fuente: Autores

La figura 69 muestra la relación señal-ruido existente en el tercer nivel de la Universidad. El SNR indica que tanto la intensidad de la señal es mayor al ruido.

En esta ocasión la señal no presenta ruido en las áreas sombreadas en tonos verdes, cercanos a las ubicaciones de los APs, es decir, en la sala de internet, la

sala de profesores y la sala de sistemas 4 la potencia de señal es mayor considerablemente al ruido. En el caso de algunas áreas sombreadas en rojo y naranja hacen referencia a lugares donde la señal es afectada por el ruido y en consecuencia la conexión puede presentar interrupciones en estas zonas.

- **Data Rate (tasa de datos)**

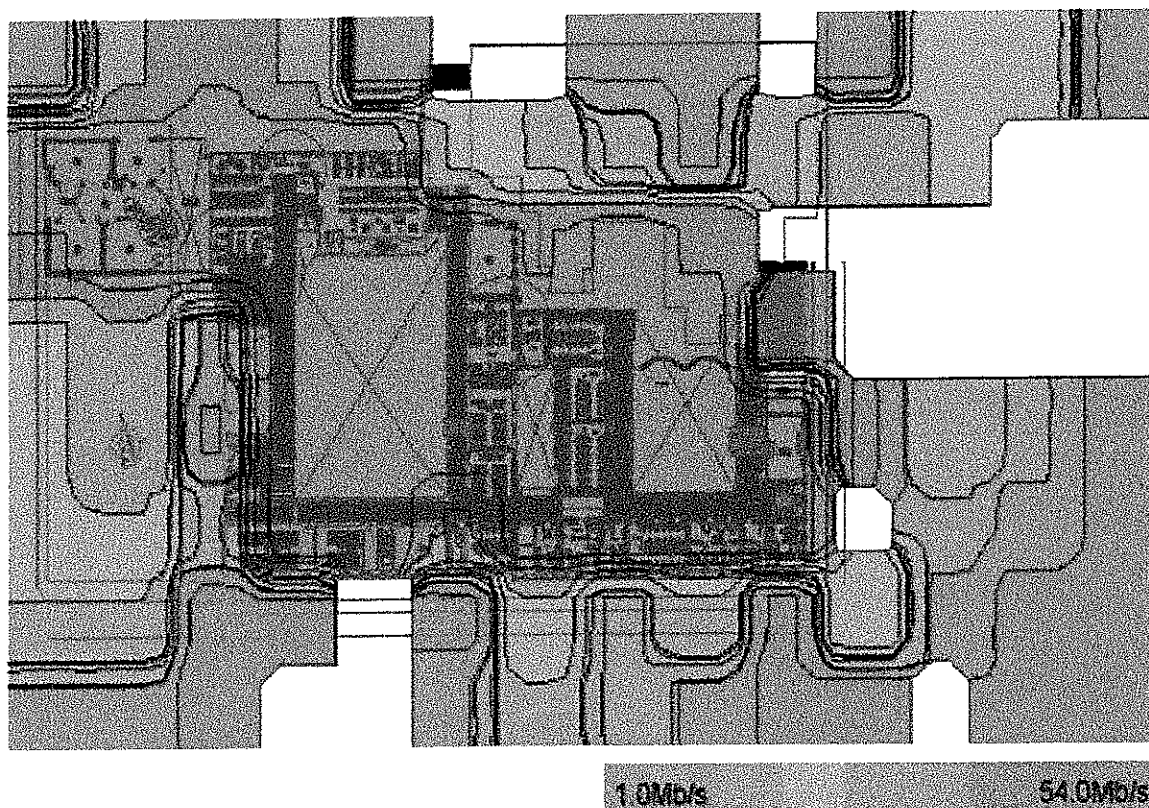


Figura 70. Tasa de datos tercer piso

Fuente: Autores

La tasa de datos o velocidad de transmisión de datos se representa en la mancha de color verde Figura 70 y hacen referencia a las áreas donde el cliente de la red va a transmitir datos a una velocidad cercana a los 54 Mb/s. De acuerdo a esta mancha se puede deducir que la velocidad de tasa de datos en este piso es muy buena ya que abarca la gran mayoría de este nivel de la Universidad. Esto es debido a que numero de APs instalados son suficientes para ofrecer una calidad apropiada en cuanto a tasa de datos. La tasa de datos se reduce en un poco más de la mitad en el resto de los lugares con una velocidad aproximadamente menor a 25 Mb/s pero son áreas adyacentes a la edificación.

- Interferencia

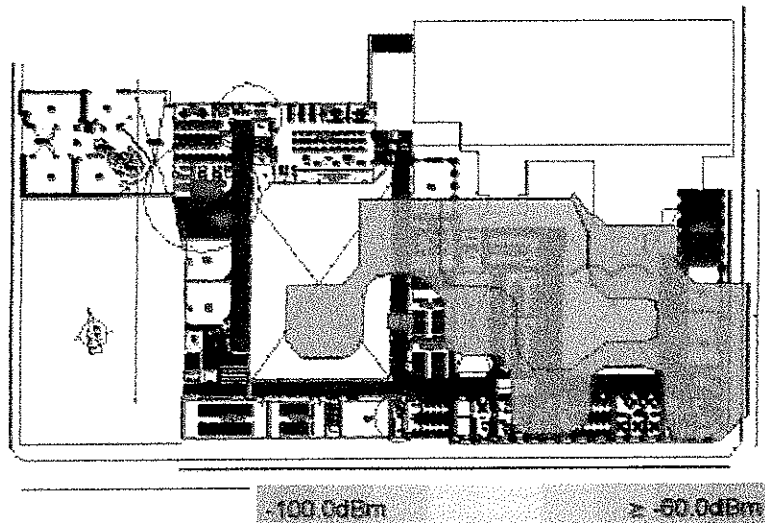


Figura 71. Interferencia tercer piso

Fuente: Autores

En la figura 71 se representa la interferencia entre canales existente en el tercer piso. A pesar de tener una muy buena cobertura, el hecho de tener varios APs relativamente cercanos, puede producir en cierta medida algo de interferencia, como ocurre en este caso. Los APs correspondientes a la sala de profesores y sala de sistemas 4 están configurados en el canal 6, razón por la cual existe la presencia de interferencia co-canal. Afortunadamente la intensidad de dicha interferencia no es mayor a -80 dBm y no deberá presentar mayores inconvenientes.

- **Numero de Access Point**

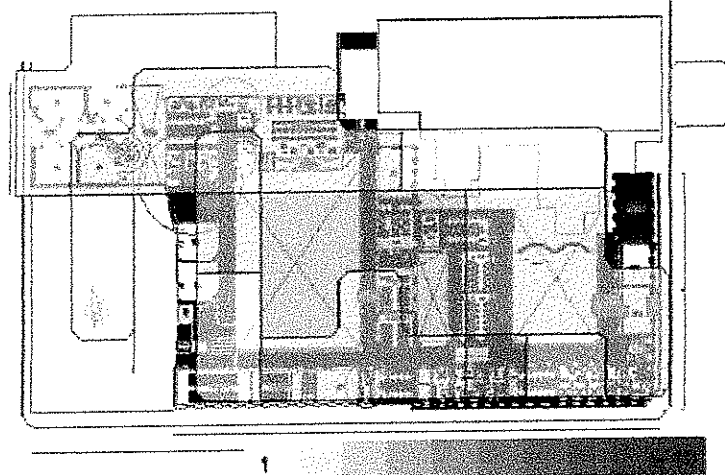


Figura 72. Numero de Access Point tercer piso

Fuente: Autores

La figura 72 muestra el número de APs y las zonas en que cada uno es audible.

La suma de los tres cubre la mayor parte del nivel, con algunas mínimas excepciones.

- **Network Health (salud de la red)**

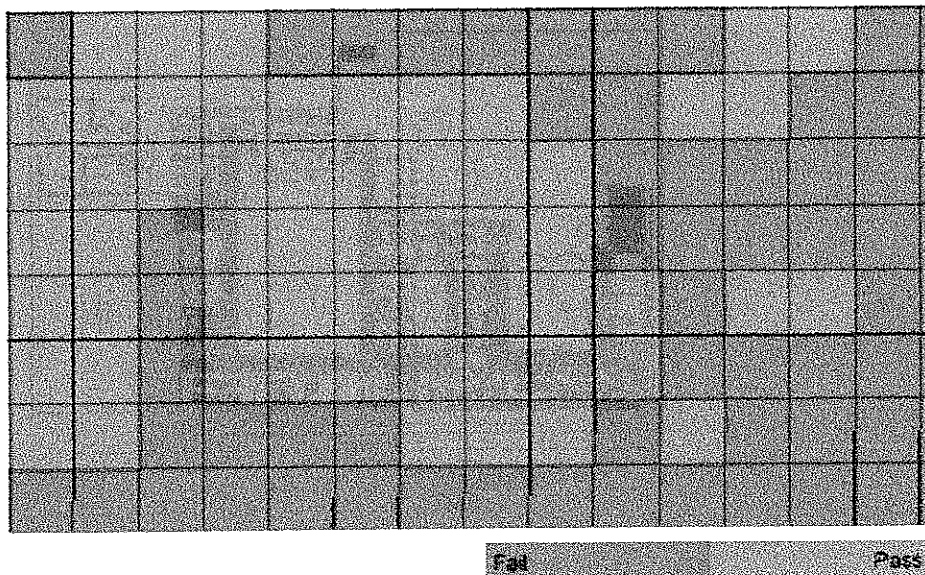


Figura 73. Salud de la red tercer piso

Fuente: Autores

La figura 73 representa en qué lugares la red cumple los requerimientos de conexión básica establecidos inicialmente y son identificados con la mancha de color verde, en esta zona la red presenta un comportamiento aceptable.

La sección roja hace referencia a los lugares donde la red definitivamente falla, es decir no cumple con lo requerido.

CUARTO PISO

Los resultados del análisis para el cuarto piso de la Universidad se describen a continuación:

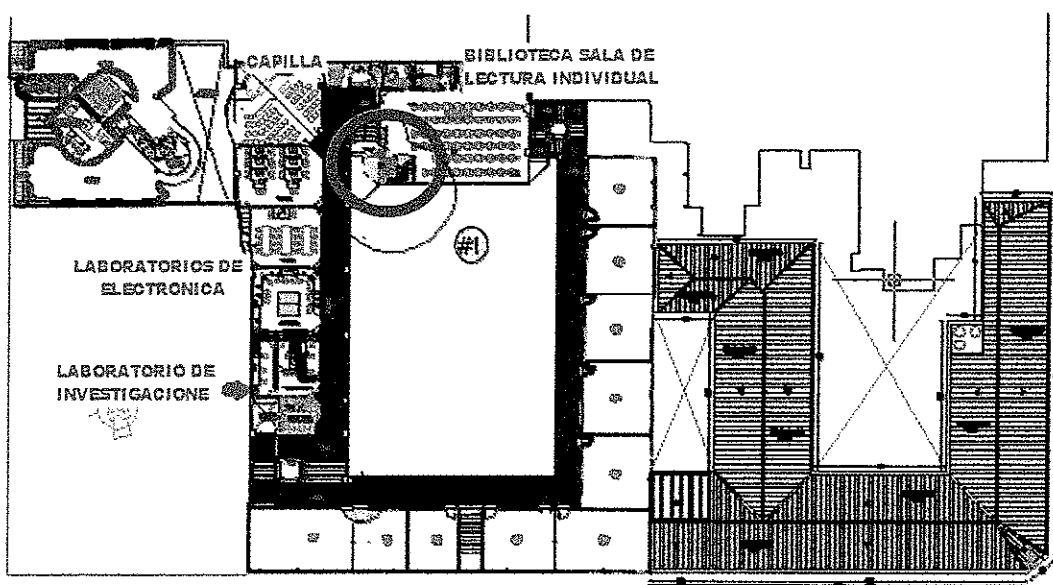


Figura 74. Ubicación APs cuarto piso

Fuente: Autores

#	Access Point			
1	BIBLIOTECA			
	802.11g	1	50.0 mW	Aruba AP-61 2.4GHz

Tabla 13. Access Point cuarto piso

Fuente: Autores

La figura 74 muestra el plano de la planta del tercer piso de la Universidad y su respectiva distribución. Además se especifica la ubicación del Access Point que se encuentra en este nivel, que corresponden al tercer nivel de la biblioteca conocido como la sala de lectura individual La tabla 13 contiene las configuraciones correspondientes al AP.

- **Signal Strength (Cobertura de la señal)**

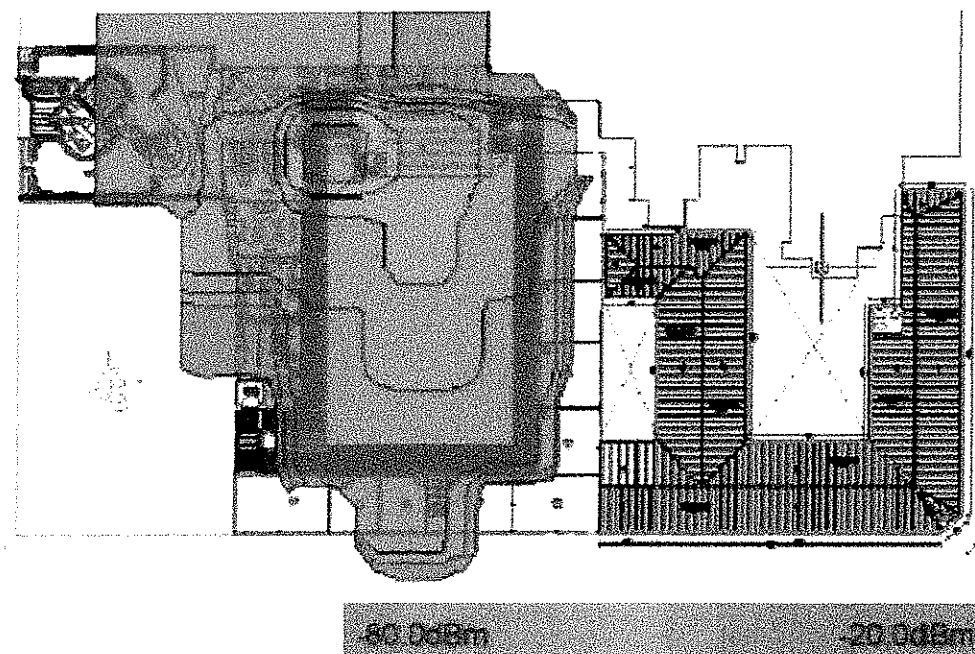


Figura 75. Cobertura de la señal cuarto piso

Fuente: Autores

En la figura 75 se aprecia la cobertura que alcanza el AP desde sus respectivas ubicaciones. Las zonas sombreadas en tonos verdes representan los lugares donde existe una mayor calidad de cobertura, mientras que las zonas sombreadas en tonos naranja y rojo hacen referencia a los lugares donde la intensidad de la señal es notablemente menor. Las zonas sin mancha son lugares donde la intensidad de la señal es literalmente nula.

En este orden de ideas el área de la biblioteca y sus alrededores son los lugares más privilegiados con respecto a mayor intensidad de señal entre -30 y -20dBm, por lo tanto el servicio en estos espacios no presenta mayor complicación de acceso a la red.

La señal tiene un alcance relativamente bueno en zonas adyacentes a los laboratorios de electrónica con aproximadamente -40dBm.

- **Signal To Noise Ratio (relacion señal-ruido)**

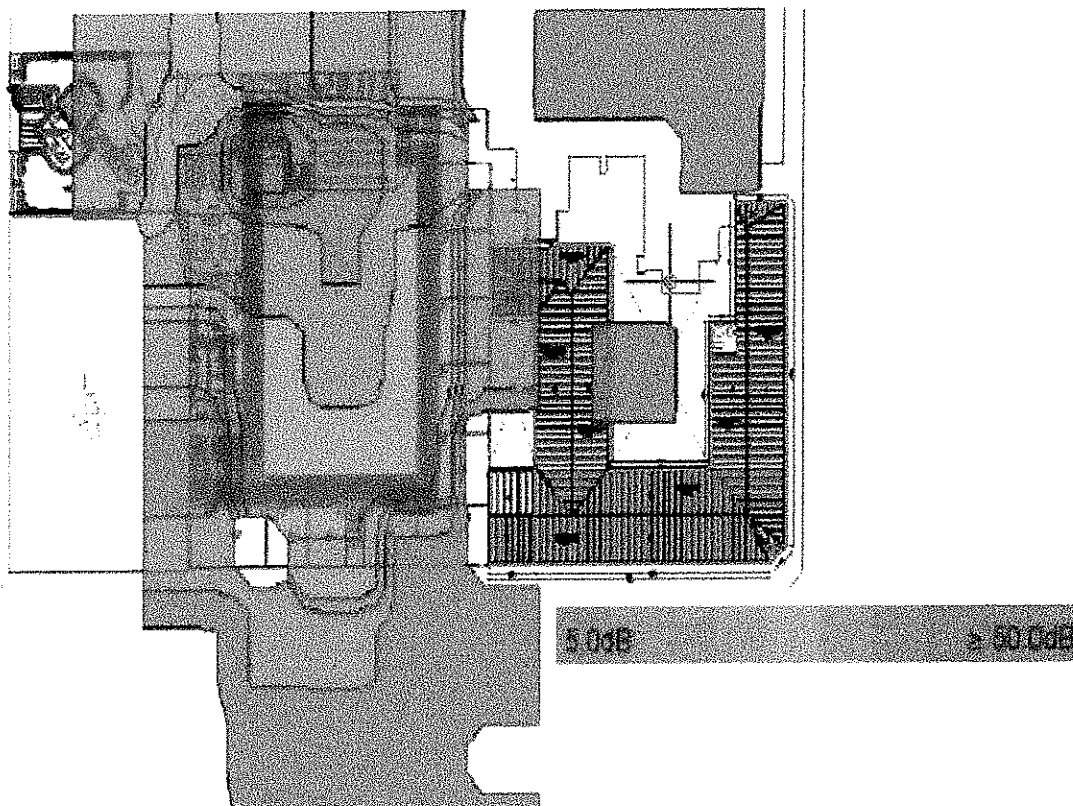


Figura 76. Relación señal ruido cuarto piso
Fuente: Autores

La figura 76 muestra la relación señal-ruido existente en el cuarto nivel de la Universidad. La SNR indica que tanto la intensidad de la señal es mayor al ruido.

En esta ocasión la señal no presenta ruido en las áreas sombreadas en tonos verdes, cercanos a las ubicaciones del AP, es decir, la sala de lectura individual de la biblioteca, la potencia de señal es mayor considerablemente al ruido. En el caso de algunas áreas sombreadas en rojo y naranja hacen referencia a lugares donde la señal es afectada por el ruido y en consecuencia la conexión puede presentar interrupciones en estas zonas.

- **Data Rate (tasa de datos)**

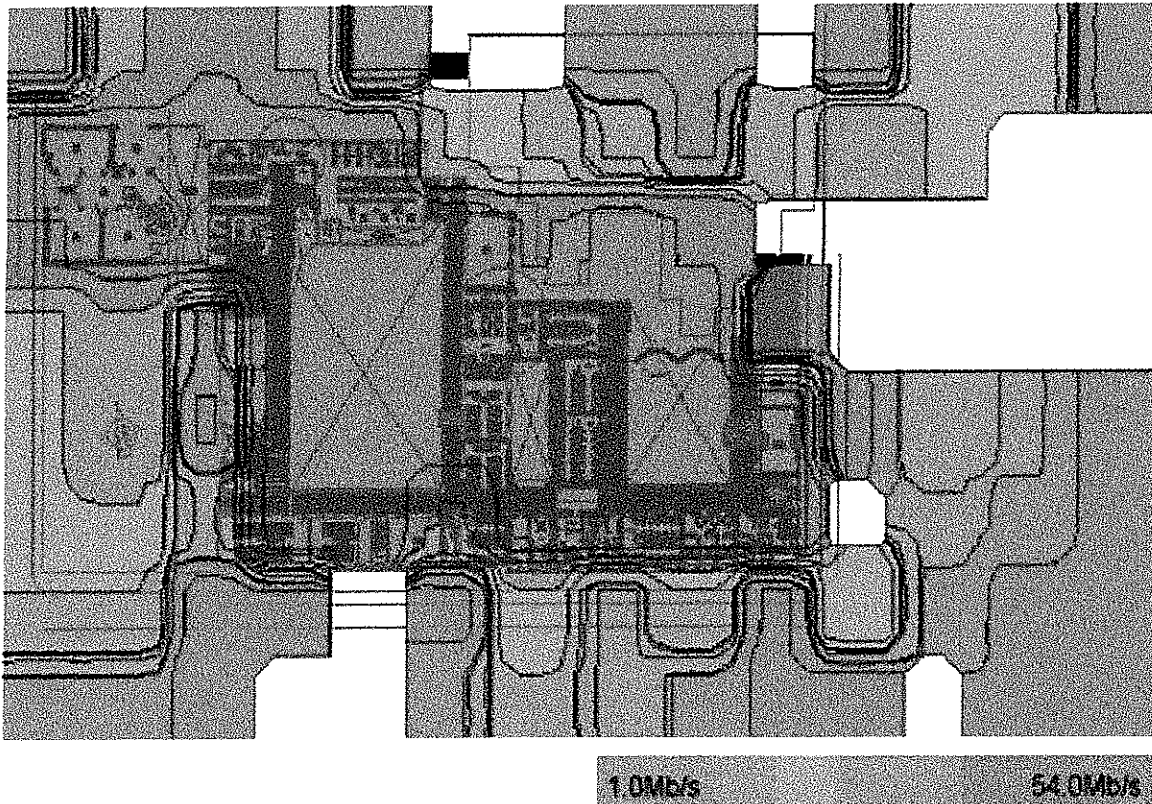


Figura 77. Tasa de datos tercer piso
Fuente: Autores

La tasa de datos o velocidad de transmisión de datos se representa en la mancha de color verde Figura 77, son áreas donde el cliente de la red va a transmitir datos a una velocidad cercana a los 54 Mb/s. De acuerdo a esta mancha se puede deducir que la velocidad de tasa de datos en este piso es muy buena ya que abarca la gran mayoría de este nivel de la Universidad. Esto es debido a que numero de APs instalados son suficientes para ofrecer una calidad apropiada en cuanto a tasa de datos. La tasa de datos se reduce en un poco más de la mitad en el resto de los lugares con una velocidad aproximadamente menor a 25 Mb/s pero son áreas adyacentes a la edificación.

- Interferencia

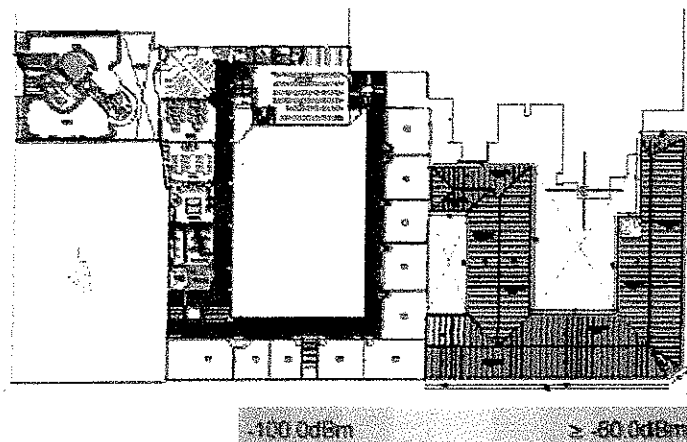


Figura 78. Interferencia tercer piso

Fuente: Autores

En la Figura 78 se representa la interferencia entre canales existente en el cuarto piso. Debido a que en este piso solo se encuentra un AP no es posible la existencia de interferencia co-canal.

- Numero de Access Point

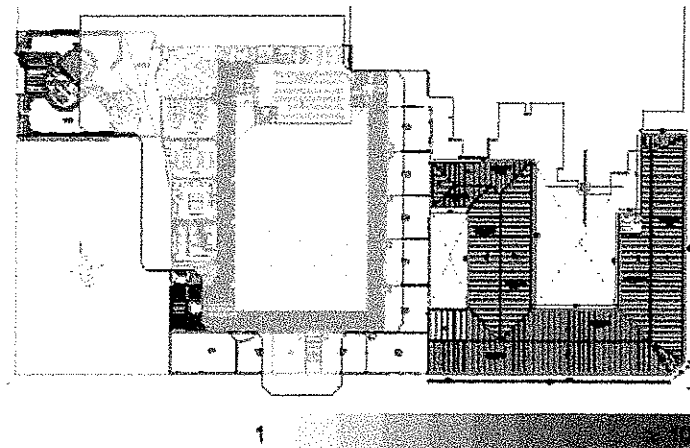


Figura 79. Numero de Access Point cuarto piso

Fuente: Autores

La figura 79 muestra el número de APs y las zonas en que cada uno es audible. La presencia del único AP es audible desde el edificio B hasta gran parte del área que conforma el edificio central incluyendo los laboratorios de electrónica.

- **Network Health (salud de la red)**

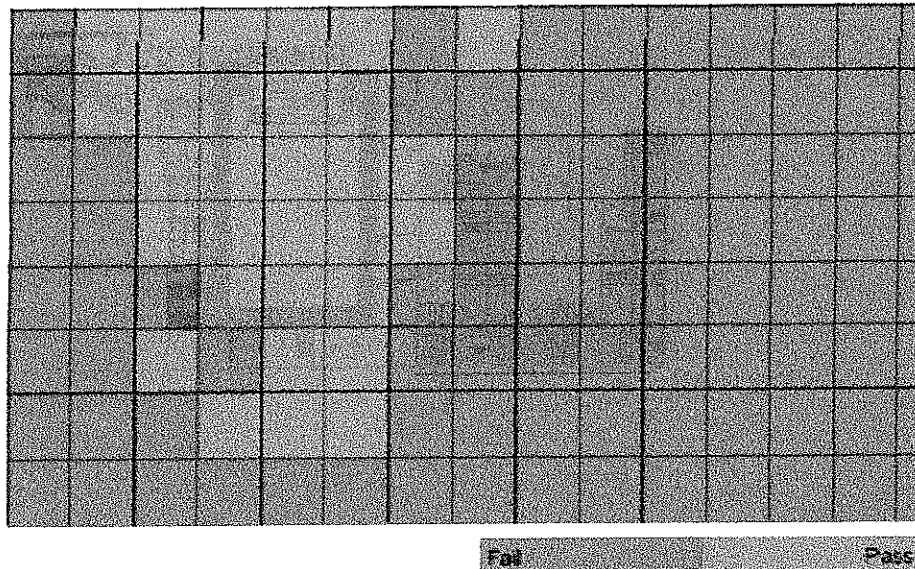


Figura 80. Salud de la red cuarto piso
Fuente: Autores

La figura 80 representa en qué lugares la red cumple los requerimientos de conexión básica establecidos inicialmente y son identificados con la mancha de color verde, en esta zona la red presenta un comportamiento aceptable.

La sección roja hace referencia a los lugares donde la red definitivamente falla, es decir no cumple con por lo menos uno de los requerimientos. La gráfica coincide con la mancha identificada en la figura 80.

12.2.2 AirView2 Spectrum Analyzer 2.4GHz

Luego de realizar el reconocimiento de la red inalámbrica por medio de planos y software de diseño, se realizaron pruebas como chequeo de uso de canales por medio de un analizador de espectro, en cada uno de los 8 AP presentes en la Universidad, con una distancia de captura PC – AP calibrada y registrada con un GPS.

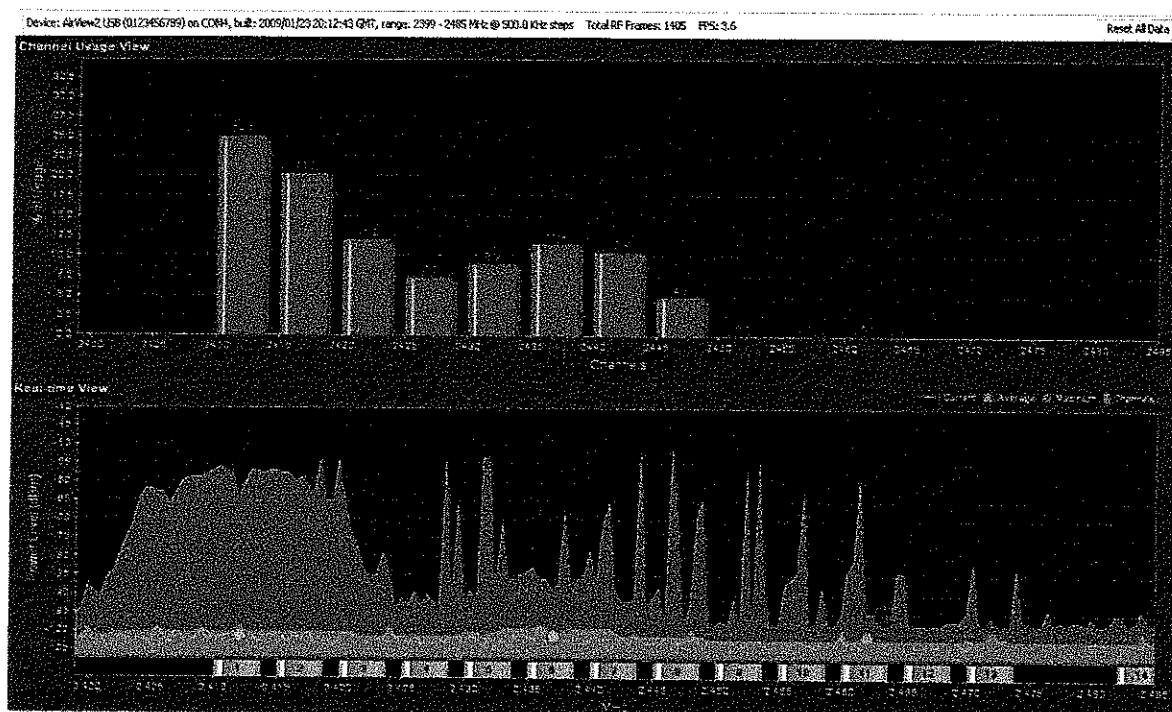
El número de toma de Datos varió entre 6 y 9 intentos, ya que se considera que para tener cercanía a la hora de lanzar un criterio en este tipo de mediciones es importante realizar varias capturas de información, y poder definir por medio de promedios, similitudes entre gráficos, porcentajes de uso de canal, logrando acercarse a un criterio frente al registro que esté proceso.

Cada una de estas tomas tuvo un tiempo de inicio entre 1 o 2 min, para el reconocimiento del espectro electromagnético según el lugar a analizar. Luego se tuvo un tiempo estimado de análisis de espectro de 6 min 20 seg en cada captura, ya que por criterio de fabricante del software, se determina que para realizar diferentes capturas y registros en vivo se pueden hacer tomas en este intervalo de tiempo y para casos especiales se realizan tomas de 30 min aproximadamente.

Adicionalmente se realizaron tomas en diferentes puntos cercanos a cada AP, con varias repeticiones, con lo que se pudo evidenciar interferencias entre canales, porcentajes de uso y niveles de potencia en dBm, según sea el punto de captura.

Los resultados de la aplicación de AirView2 se muestran a continuación:

❖ Analizador de Espectro Airview2: Primer Piso Edificio Biblioteca “AP Cafetería



Grafica 9. Análisis AirView cafetería
Fuente: Autores

Tiempo de Duración de Sesión: 6 min 24 seg
Número Total de Tramas en RF Analizados: 1405

Gráfico Porcentaje de Uso de canales

La gráfica 9 determina un porcentaje de uso para cada canal. Luego que ha transcurrido un tiempo estimado de 6 min 24 seg, tiempo suficiente y recomendado en especificaciones del software, se puede determinar:

CANAL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
% USO	24,8	20,2	11,9	7,2	8,9	11,4	10,4	4,8	0,1	0,1	0,1	-	-	-

Tabla 14. Uso de Canales AP Cafetería

Fuente: Autores

Por medio de la Tabla 14, se puede decir que el canal más usado para este lugar es el canal 1. El AP perteneciente a la cafetería registra mayor pertenencia a este canal.

Gráfico Vista en Tiempo Real

En la gráfica 9 se pretenden resaltar los canales 1,6 y 11, ya que se considera que con las diferentes repeticiones realizadas con este software, se puede observar la frecuencia en la cual operan estos canales con un nivel de potencia referente a una escala de -100 a -40.

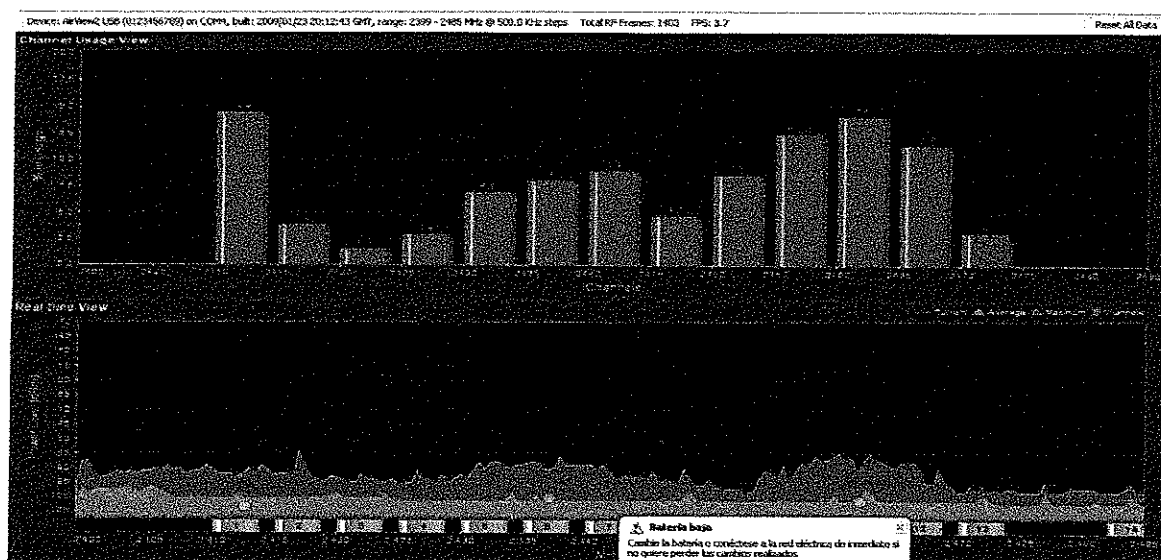
CANAL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
MHz	2412	-	-	-	-	2437	-	-	-	-	2462	-	-	-
dBm	-101	-	-	-	-	-101	-	-	-	-	-101	-	-	-

Tabla 15. Vista en Tiempo Real AP Cafetería

Fuente: Autores

De la Tabla 15 se puede decir que luego de haber observado los resultados obtenidos, se puede verificar en el canal 1 una frecuencia de 2412 con una potencia de -101 dBm, lo que permite deducir según la mancha de picos de potencia reconocida por el color azul en la gráfica, que el AP ubicado en la cafetería podría pertenecer al canal 1.

❖ Analizador de Espectro Airview2: Primer Piso Edificio Santo Domingo Nuevo "Auditorio Mayor"



Grafica 10. Análisis AirView AP Paraninfo San Alberto Magno

Fuente: Autores

Tiempo de Duración de Sesión: 6 min 22 seg

Número Total de Tramas en RF Analizados: 1403

Gráfico Porcentaje de Uso de canales

La Gráfica 10 permite encontrar el porcentaje de utilidad de cada canal, para lo cual se muestra un cuadro con los porcentajes de los canales 1 al 14.

CANAL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
% USO	14,4	3,8	1,5	2,9	6,9	8	8,9	4,7	8,5	12,3	14	11,3	3	-

Tabla 16. Uso de Canales AP P. S. Alberto Magno

Fuente: Autores

Según los registros de la Tabla 16 se puede concluir que el canal 1 registra mayor porcentaje de uso con un 14,4% en la sesión realizada en el AP del Auditorio Mayor San Alberto Magno. Se dice que la razón probable acerca de este porcentaje de uso de canal se debe al grado de uso que puede presentar este canal en este lugar específico.

Gráfico Vista en Tiempo Real

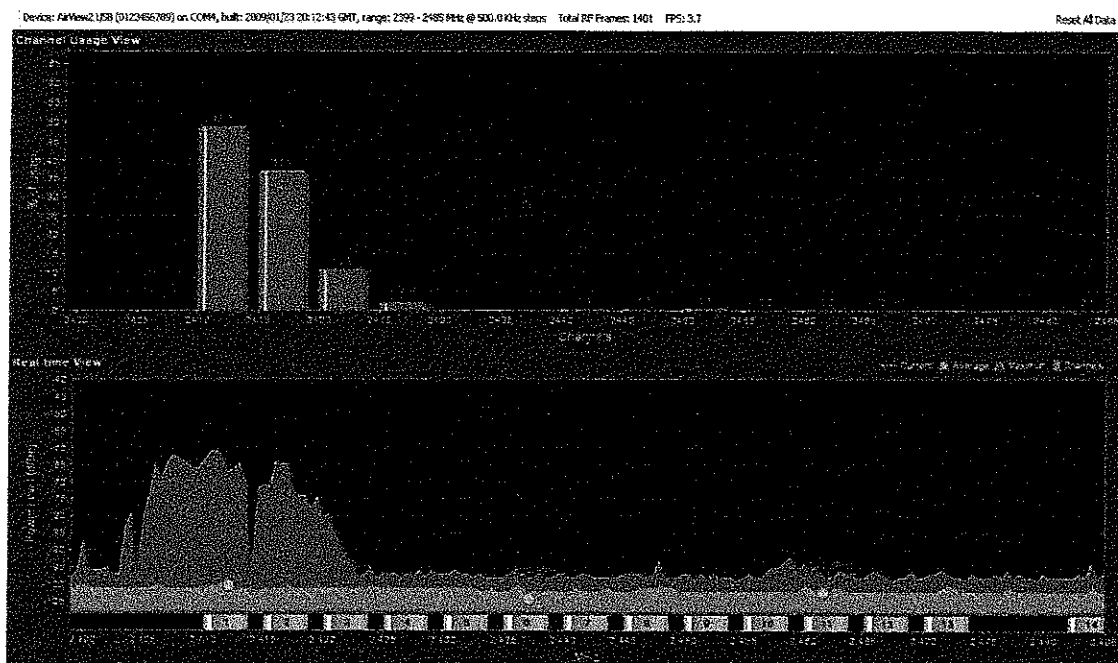
CANAL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
MHz	2412,5	-	-	-	-	2437	-	-	-	-	2462	-	-	-
dBm	-103	-	-	-	-	-100	-	-	-	-	-101	-	-	-

Tabla 17. Vista en Tiempo Real AP P. S. Alberto Magno

Fuente: Autores

Al visualizar la gráfica 10 en tiempo real y detallar la mancha azul y comparar con los resultados en la Tabla 17, permite identificar los picos de potencia, se puede deducir que el AP perteneciente al Auditorio mayor presenta mayor pertenencia al canal 11 con una frecuencia de 2462 MHz mayor, respecto a los demás canales.

❖ Analizador de Espectro Airview2: Segundo Piso Edificio Antiguo Convento Santo Domingo “Sala de Consejos”



Gráfica 11. Análisis AirView AP Sala de consejos

Fuente: Autores

Tiempo de Duración de Sesión: 6 min 20 seg
Número Total de Tramas en RF Analizados: 1401

Gráfico Porcentaje de Uso de canales

El Gráfico 11 de Porcentaje de uso de Canales muestra que para este lugar “Sala de Consejos”, el canal más utilizado es el 1.

CANAL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
% USO	48,7	36,9	10,8	2	-	-	0,3	0,3	0,5	0,2	0,2	0,1	-	0,1

Tabla 18. Uso de Canales AP Sala de Consejos

Fuente: Autores

Se puede deducir de la Tabla 18, que luego de haber definido la pertenencia de mayor uso de canales, se verifica en el canal 1 un 48,7%.

Gráfico Vista en Tiempo Real

El Gráfico 11 permite conocer en tiempo real lo que está ocurriendo en el rango de este espectro de frecuencias.

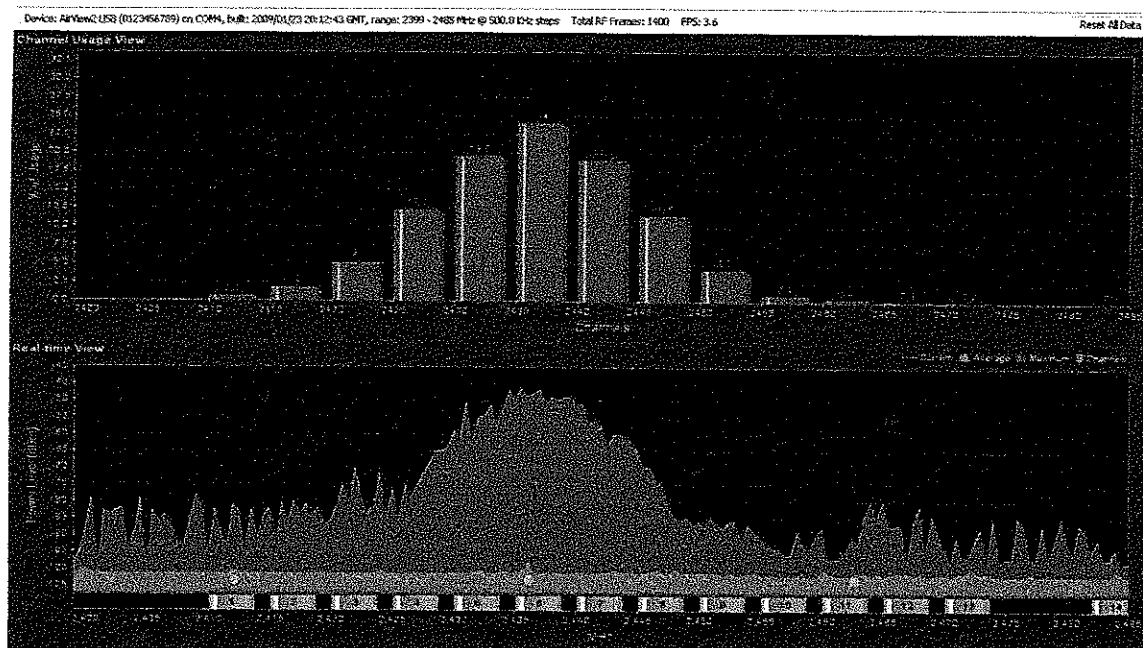
CANAL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
MHz	2412	-	-	-	-	2437	-	-	-	-	2461,5	-	-	-
dBm	-100	-	-	-	-	-104	-	-	-	-	-102	-	-	-

Tabla 19. Vista en Tiempo Real AP Sala de Concejos

Fuente: Autores

Según la Tabla 19 se puede sintetizar que según el nivel de potencia y la mancha de espectro resaltada y reconocida con el color azul, el AP perteneciente a Sala de Concejos se registra según el software en el canal 1 con una frecuencia de 2412 y una potencia de -100 dBm.

❖ Analizador de Espectro Airview2: Segundo Piso Edificio Antiguo Liceo Santo Domingo “Centro de Investigaciones”



Grafica 12. Análisis AirView AP Centro de Investigaciones

Fuente: Autores

Tiempo de Duración de Sesión: 6 min 20 seg

Número Total de Tramas en RF Analizados: 1400

Gráfico Porcentaje de Uso de canales

En la Gráfica 12 se puede resaltar el uso de canales, lo que permite definir el nivel de ocupabilidad de cada canal.

CANAL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
% USO	0,6	1,8	5	12,2	19,6	24	19,1	11,5	4,3	0,9	0,4	0,2	0,2	0,1

Tabla 20. Uso de Canales AP C. de Investigaciones

Fuente: Autores

En la Tabla 20 se visualiza que luego de haber tabulado el porcentaje de uso de cada canal, se puede definir que el canal con mayor porcentaje es el 6.

Gráfico Vista en Tiempo Real

La Gráfica 12 permite verificar en tiempo real, lo que está ocurriendo en el espectro de frecuencias.

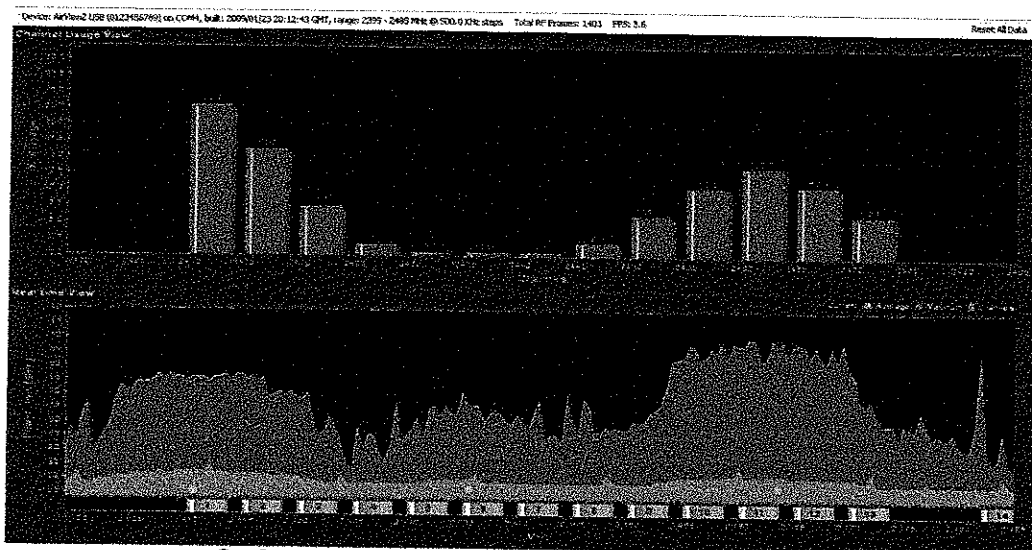
CANAL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
MHz	2412	-	-	-	-	2436	-	-	-	-	2462,5	-	-	-
dBm	-103	-	-	-	-	-103	-	-	-	-	-103	-	-	-

Tabla 21. Vista en Tiempo Real AP C. de Investigaciones

Fuente: Autores

Según la Tabla 21, se puede deducir respecto a esta gráfica el nivel de potencia reflejado por la mancha azul, resaltada con mayor proporción en el canal 6. Lo que quiere decir que el AP perteneciente a Centro de Investigaciones opera en este canal.

❖ Analizador de Espectro Airview2: Tercer Piso Edificio Antiguo Liceo Santo Domingo "Sala de Profesores"



Grafica 13. Análisis AirView AP Sala de Profesores

Fuente: Autores

Tiempo de Duración de Sesión: 6 min 22 seg
 Número Total de Tramas en RF Analizados: 1403

Gráfico Porcentaje de Uso de canales

De acuerdo a la Gráfica 13 se puede tener una idea acerca del porcentaje de uso de cada canal, capturado por este software "Analizador de Espectro" y con la presencia del dispositivo hardware USB, que permite realizar este tipo de análisis.

CANAL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
% USO	22,9	16,2	7,4	1,7	0,5	0,6	0,6	2,1	6,2	10,6	13,7	10,9	6,4	0,1

Tabla 22. Uso de Canales AP Sala de Profesores

Fuente: Autores

Según la Tabla 22 el canal con mayor nivel de ocupabilidad, es el canal 1 con 22,9%, respecto a los demás.

Gráfico Vista en Tiempo Real

La Gráfico 13 permite conocer los valores en frecuencia (MHz) y potencia (dBm), en la sesión de captura del canal 1 hasta el 14.

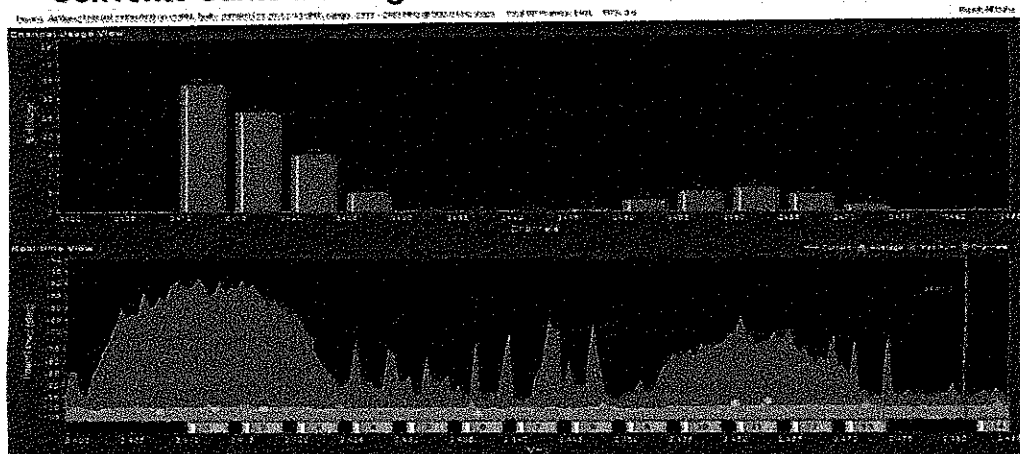
CANAL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
MHz	2410,5	-	-	-	-	2435,5	-	-	-	-	2403,5	-	-	-
dBm	-104	-	-	-	-	-103	-	-	-	-	-102	-	-	-

Tabla 23. Vista en Tiempo Real AP Sala de Profesores

Fuente: Autores

Luego de verificar los resultados obtenidos en la Tabla 23 a través del software, se deduce por medio del análisis gráfico que brinda la herramienta del Gráfico en Tiempo Real, que el canal que refleja mayor potencia reflejado con la mancha azul que se dibuja desde el inicio de la sesión es el 11. Lo que permite destacar que el AP perteneciente al lugar de Sala de Profesores opera en este canal.

❖ Analizador de Espectro Airview2: Tercer Piso Edificio Antiguo Convento Santo Domingo “Sala de Sistemas 4”



Gráfica 14. Análisis AirView AP Sala de Sistemas 4

Fuente: Autores

Tiempo de Duración de Sesión: 6 min 20 seg

Número Total de Tramas en RF Analizados: 1401

Gráfico Porcentaje de Uso de canales

La Gráfica 14 permite conocer el nivel en porcentaje que ocupa cada canal dentro del espectro de frecuencias ya conocido.

CANAL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
% USO	33,3	20,1	14,9	4,8	0,2	0,2	0,2	0,5	2,0	5	6	4,4	1	-

Tabla 24. Uso de Canales AP Sala de Sistemas 4

Fuente: Autores

Según la Tabla 24 el canal con mayor porcentaje es el 1, con un 33,3%, respecto a los demás.

Gráfico Vista en Tiempo Real

La Gráfica 14 permite identificar frecuencia (MHz) y potencia (dBm), de los canales que acá se nombran, con ayuda de las herramientas de diagnóstico que brinda el software para hacer estos análisis en tiempo real.

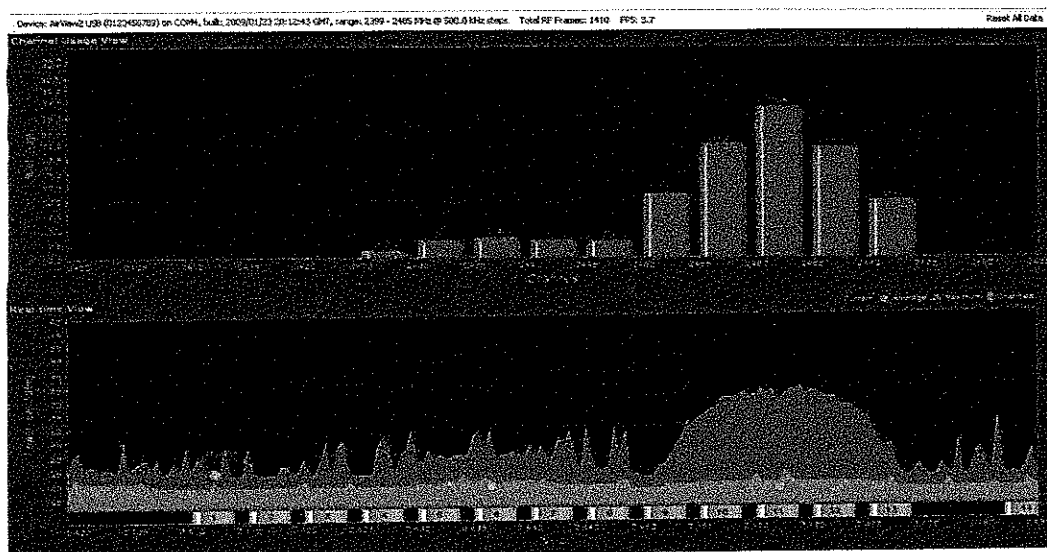
CANAL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
MHz	2412,5	-	-	-	-	2436,5	-	-	-	-	2460	-	-	-
dBm	-101	-	-	-	-	-104	-	-	-	-	-100	-	-	-

Tabla 25. Vista en Tiempo Real AP Sala de Sistemas 4

Fuente: Autores

Según la Tabla 25 se puede deducir, que el canal con mayor nivel de mancha de potencia reflejado a través del color azul es el 1. Adicionalmente se puede decir que según la sesión realizada para el lugar de este AP ubicado en Sala de Sistemas 4, éste pertenece al rango de frecuencias enmarcadas en el canal 1.

❖ Analizador de Espectro Airview2: Tercer Piso Edificio Santo Domingo Nuevo "Sala de Internet"



Gráfica 15. Análisis AirView AP Sala de Internet

Fuente: Autores

Tiempo de Duración de Sesión: 6 min 24 seg
Número Total de Tramas en RF Analizados: 1410

Gráfico Porcentaje de Uso de canales

La gráfica 15 permite tener una cercanía de porcentajes de uso de canales, a través del inicio de una sesión de este analizador de espectro.

CANAL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
% USO	-	-	-	1,3	3	3,4	3	2,9	11	10,8	25,4	19,3	9,9	-

Tabla 26. Uso de Canales AP Sala de Internet

Fuente: Autores

Luego de realizar la captura y toma de datos, se define por medio de la Tabla 26 que el canal con mayor porcentaje de uso es el 11 con un 25,4%.

Gráfico Vista en Tiempo Real

La Gráfica 15 permite realizar una captura en tiempo real, respecto a frecuencias y potencias en las unidades respectivas.

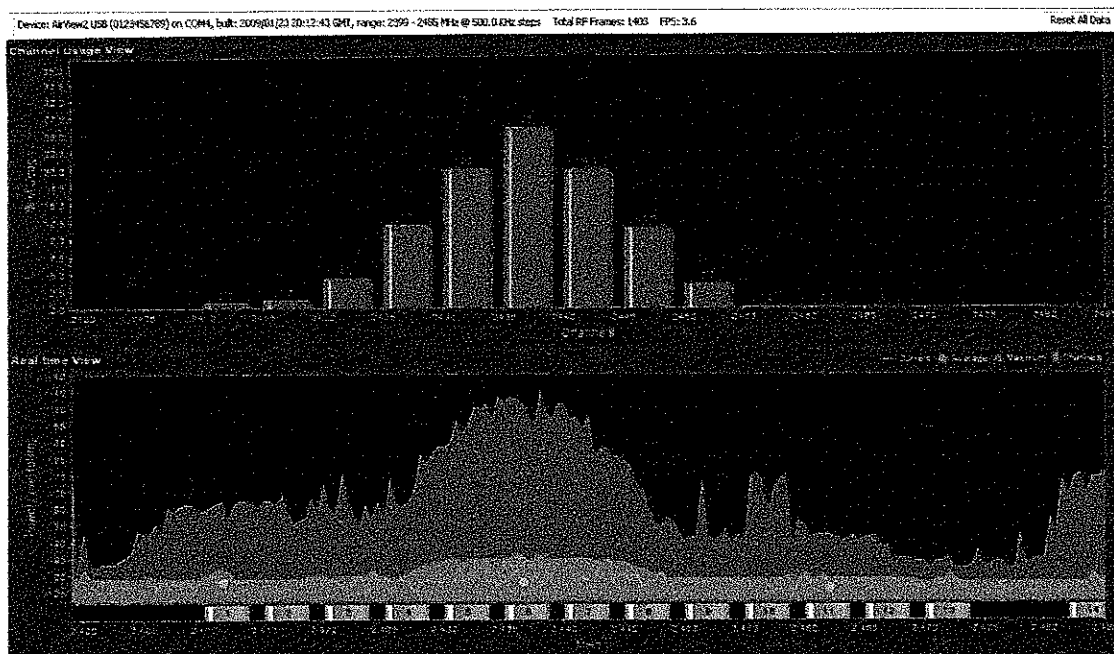
CANAL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
MHz	2412	-	-	-	-	2436,5	-	-	-	-	2462,9	-	-	-
dBm	96	-	-	-	-	-101	-	-	-	-	-102	-	-	-

Tabla 27. Vista en Tiempo Real AP Sala de Internet

Fuente: Autores

Se puede decir de la Tabla 27, que el canal que registra mayor señal de potencia reflejada por medio de una mancha azul, es el 11. Adicionalmente se encuentra que este canal opera en una frecuencia de 2462,9 MHz y un nivel de potencia de -102 dBm. Según el AP destacado como análisis para este lugar perteneciente a Sala de Internet, corresponde y registre estar ubicado en el canal 11.

❖ Analizador de Espectro Airview2: Tercer Nivel Edificio Biblioteca "Biblioteca"



Gráfica 16. Análisis AirView AP Biblioteca

Fuente: Autores

Tiempo de Duración de Sesión: 6 min 21 seg
Número Total de Tramas en RF Analizados: 1403

Gráfico Porcentaje de Uso de canales

La Gráfica 16 permite deducir el porcentaje de uso de cada canal, listados de forma ascendente del 1 al 14.

CANAL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
% USO	0,8	1,2	4,3	12	20	28	19,9	11,6	3,5	0,2	0,2	0,1	-	-

Tabla 28. Uso de Canales AP Biblioteca

Fuente: Autores

La Tabla 28 representa el canal con mayor porcentaje de uso, que corresponde al canal 6, con un 28%.

Gráfico Vista en Tiempo Real

La Gráfica 16 permite visualizar el canal con mayor nivel de potencia con su respectiva ubicación de frecuencia por cada canal que se requiera analizar.

CANAL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
MHz	2411,5	-	-	-	-	2436,5	-	-	-	-	2462	-	-	-
dBm	-102	-	-	-	-	-102	-	-	-	-	-104	-	-	-

Tabla 29. Vista en Tiempo Real AP Biblioteca

Fuente: Autores

Según la Tabla 29 se dice que el canal 6 presenta un mayor incremento en la *señal de potencia, ya que la mancha azul nos indica este nivel. Adicionalmente* este canal presenta una frecuencia de 2462 MHz con un nivel de potencia de -104 dBm. Se puede constatar que el AP correspondiente a la Biblioteca opera en el canal 6 registrando características de mayor desempeño en este canal. La frecuencia a la que opera es la que ya se mencionó.

12.2.3 AirMagnet Wi-Fi Analyzer

Luego de haber realizado un análisis de las herramientas más aplicables para el desarrollo del proyecto, se procedió a aplicar el software e identificar parámetros inmersos en el tema y relacionados con el entorno inalámbrico.

En busca de poder filtrar la información perteneciente a los canales 1, 6 y 11, determinados con anterioridad por el analizador de espectro los principales canales en donde se encuentran ubicados los dispositivos inalámbricos AP dentro del espectro de frecuencias de 2,4GHz. Adicionalmente se identificaron sus respectivos SSID: WIFI, WIFI ADMIN, SALAS WIFI.

Se indagó la forma para realizar este tipo de filtrados por medio de los iconos presentes en el software, (ver descripción de pantalla de inicio WiFi Analyzer Figura 83, página 135) y como herramienta de soporte para identificar diferentes características como tipos de ocupabilidad y permanencia de canales, ausencia de señal, tipo de seguridad, nombre de los dispositivos, duración de análisis; entre otros aspectos. Se realizaron pruebas diagnósticas y repetitivas con el software tomando como referencia las ubicaciones de medición en donde se realizó la toma de datos para el resto de software utilizados (Airview Spectrum Analyzer, Interpret Air).

El tiempo promedio de duración de cada toma de datos aplicando el software, fue en un intervalo entre 22 y 25 minutos, luego de realizar diferentes repeticiones se verificó que era el tiempo suficiente para realizar la toma de información.

Adicionalmente, se verificó por medio de recomendaciones del fabricante del software que los tiempos podrían variar entre 20 y 30 minutos dependiendo del lugar y cantidad de APs, a ser objeto de análisis.

El orden de la toma de datos fue la misma con la cual se realizaron las pruebas con los demás software AirView Spectrum Analyzer e InterpretAir, comenzando por el AP ubicado en la cafetería y continuando de la siguiente manera:

- ❖ *Primer Piso Edificio Biblioteca "AP Cafetería"*
- ❖ *Primer Piso Edificio Santo Domingo Nuevo "Auditorio Mayor"*
- ❖ *Segundo Piso Edificio Antiguo Convento Santo Domingo "Sala de Consejos"*
- ❖ *Segundo Piso Edificio Antiguo Liceo Santo Domingo "Centro de Investigaciones"*
- ❖ *Tercer Piso Edificio Antiguo Liceo Santo Domingo "Sala de Profesores"*
- ❖ *Tercer Piso Edificio Antiguo Convento Santo Domingo "Sala de Sistemas 4"*
- ❖ *Tercer Piso Edificio Santo Domingo Nuevo "Sala de Internet"*
- ❖ *Tercer Nivel Edificio Biblioteca "Biblioteca"*

Para estas aplicaciones se denotaron y describieron una serie de gráficas orientadas y desarrolladas bajo cada ubicación de AP de la Universidad, comenzando en el primer piso del edificio de la biblioteca "AP Cafetería".

No obstante, pese a la cantidad de gráficos, datos y número de AP a analizar, se aclara que el resto de aplicaciones WIFI Analyzer se dejaron plasmadas en los Anexos Digitales para las personas interesadas en profundizar en la caracterización de las pruebas realizadas; lo anterior se estructura en la forma de sintetizar el contenido de este documento para el cual se muestran aspectos relevantes y destacados luego de una serie de pruebas realizadas con este software.

De donde se puede definir lo que se pretenda filtrar, de lo contrario el filtrado se detendrá y tomara todo lo que considere necesario el analizador. Se debe marcar la casilla correspondiente en la parte superior de la pantalla.

Canal: Al habilitar el filtro del canal permite definir la inspección a canales específicos como lo son; 1,6 y 11, para poder visualizar datos específicos.

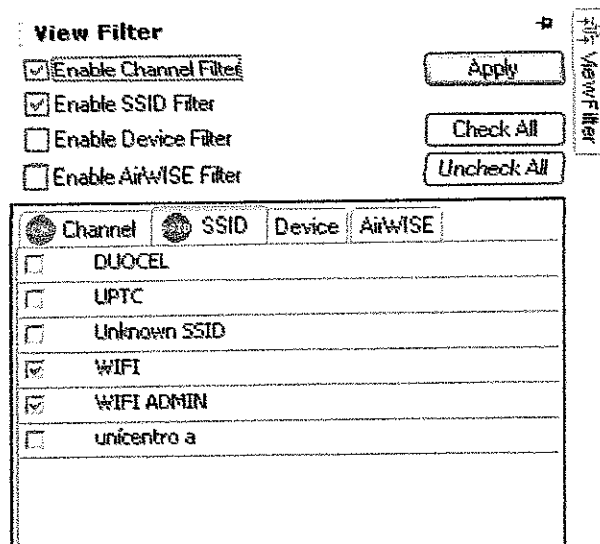


Figura 82. Vista de Filtro WiFi Analyzer

Fuente: Autores por medio de Software

SSID: Al habilitar este filtro, se eliminan datos innecesarios como nombres no pertenecientes a la red, que para el caso el punto de interés se ha concentrado en: WIFI, WIFIADMIN, SALAS WIFI.

De igual forma que para el filtro de canales, este se aplica solamente en la actual sesión, ya que al desactivarse, todos los datos volverán a aparecer, llenando la sesión de capturas espontáneas que ocurran y estén dentro del rango de frecuencias que son objeto de estudio.

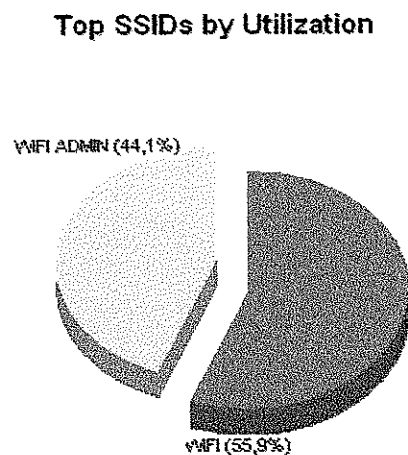
Dispositivos: Este permitirá definir los tipos de dispositivos que serán objeto de análisis durante la toma de datos, lo que ayudará a eliminar algunos que no se requieran o que se encuentren en conflicto. También es posible eliminar los que se encuentren inactivos durante un largo periodo de tiempo.

AirWISE: Este filtro permitirá especificar alarmas que sean previstas según el tiempo y toma de análisis.

INFORMACIÓN 802.11

Se presenta un resumen de la organización en infraestructura de la red inalámbrica, detectando dispositivos y componentes según sea la aplicación en tiempo real del software. Para esta toma de datos se tuvo como respuesta la siguiente información:

- **Porcentaje de Utilización de SSID**

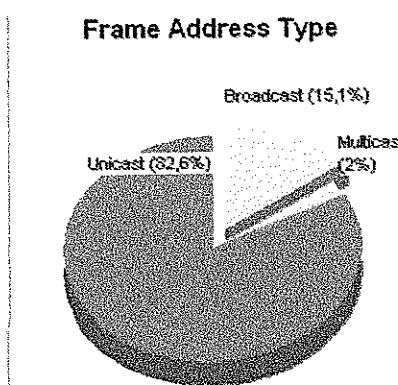


Gráfica 17. Porcentaje de Utilización SSID
Fuente: Autores por medio de Software WiFi Analyzer

Se puede visualizar en la Gráfica 17 el porcentaje de uso de cada SSID detectado por el analizador WIFI, teniendo en cuenta la aplicación realizada desde el mismo punto en el cual se realizaron el resto de aplicaciones de software plasmadas en este trabajo y ubicadas geográficamente según dispositivo GPS.

El porcentaje de uso en WIFI ADMIN, es de un 44,1 %, para WIFI 55,9%, de lo que se puede decir que en el AP ubicado en la cafetería se registra mayor conexión a la red por medio del identificador SSID WIFI.

- **Tipo de Direccionamiento en Tramas**



Grafica 18. Porcentaje de Utilizacion SSID
Fuente: Autores por medio de Software WiFi Analyzer

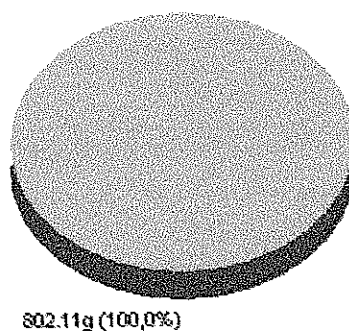
Según la Gráfica 18 se puede visualizar que el porcentaje de Unicast o sea la comunicación de datos desde un punto a otro es de un 82,6%.

El porcentaje de Broadcast o la comunicación de un punto (emisor) a todos los demás (receptores) es de un 15,1%.

El porcentaje de Multicast en la que un origen envía datos a un grupo destino de forma simultánea, es de un 2%.

- **Soporte Por AP**

APs by Media Type



Grafica 19. Soporte por AP
Fuente: Autores por medio de Software WiFi Analyzer

La Gráfica 19 refleja los protocolos 802.11 que esten siendo objeto de estudio. Para este caso los AP detectados en este punto de análisis son 802.11g, lo que quiere decir que efectivamente utiliza la banda de 2,4 GHz, al igual que el estandar 802.11b. y que la velocidad llegaría a un tope máximo de 54 Mbits/s de manera ideal que en realidad viene siendo 24,7 Mbits/s aproximadamente.

Además define que la transmisión a través de la capa física es basada en la multiplexación por división ortogonal de frecuencia (OFDM), en donde un conjunto de ondas portadoras de diferentes frecuencias transportan la información que se desea comunicar y se señala su fundamentación práctica y teórica dentro del marco teórico del presente documento.

• Identificación de AP, Canales y SSID

Device	MAC	.11				Security	SSID	SI	BI
: AP									
00:1A:1E:D1:7B:41	00:1A:1E:D1:7B:41	g	58	1	0	Open	N	WIFI ADMIN	R 100
00:1A:1E:D1:7B:40	00:1A:1E:D1:7B:40	g	61	1	0	Open	N	WIFI	R 100
00:1A:1E:D3:F8:01	00:1A:1E:D3:F8:01	g	9	1	0	Open	N	WIFI ADMIN	R 100
00:1A:1E:D3:F8:00	00:1A:1E:D3:F8:00	g	10	1	0	Open	N	WIFI	R 100
00:1A:1E:D5:04:50	00:1A:1E:D5:04:50	g	0	1	0	Open	N	WIFI	OK 100
00:1A:1E:D5:04:51	00:1A:1E:D5:04:51	g	0	0	0	Open	N	WIFI ADMIN	R 100

Figura 83. Identificación de AP, Canales y SSID

Fuente: Autores por medio de Software WiFi Analyzer

Acá se puede observar como el software identifica los diferentes dispositivos en la red inalámbrica, teniendo en cuenta los filtros que se aplicaron inicialmente. Esto permite identificar los dispositivos y su Mac (control de acceso al medio), que es la encargada de mantener las comunicaciones entre el entorno 802.11 e identificarse en el mismo. También se puede observar el tipo de norma, que para el caso, todo lo detectado por el software está en el protocolo IEEE 802.11g, la cual se establece dentro de este rango de frecuencias establecidas (2,4GHz), con una tasa real de transferencia de aproximadamente 24,7 Mbps/s.

Establece el porcentaje de la intensidad de la señal detectada en este punto, en el que se realiza la toma de información por parte del software, la cual se encuentra entre 0 – 60% respectivamente en cada dispositivo de acceso inalámbrico detectado y titulado en la anterior gráfica.

Los dispositivos se organizan en tres categorías:

- AP: (Puntos de Acceso)
- Ad-Hoc: que es el modo en el cual los dispositivos de red inalámbricos pueden comunicarse directamente entre sí sin necesidad de utilizar un punto de acceso, que también se puede conocer como modo peer-to-peer

- STA: que corresponde a cualquier dispositivo con una dirección MAC y una capa física PHY (interfaz entre la MAC y el medio inalámbrico), que cumplan con el estándar IEEE 802.11 llámese computador portátil, PDA (ordenador de bolsillo), entre otros.

También muestra un porcentaje de nivel de ruido, que en el peor de los casos y según lo manifestado por la gráfica es de 1% para algunos dispositivos de acceso.

Además muestra mecanismos de seguridad, que para el caso de todos los dispositivos inalámbricos están abiertos lo que quiere decir que tienen fácil acceso. Esta seguridad puede ser:

- WPA-P = WPA-Personal
- WPA-E = WPA-Enterprise:
- WPA2-P = WPA2-Personal
- WPA2-E = WPA2-Enterprise
- VPN = PPTP, IPsec, Secure Shell

Que significa Acceso Protegido Wi-Fi (Wi-Fi Protected Access), diseñado para proteger las redes WIFI.

Muestra también, el listado de los SSID que son los nombres con los cuales se identifica el dispositivo dentro de la red y los cuales también fueron filtrados para ser identificados como:

- WIFI
- WIFI ADMIN
- SALAS WIFI

Que para estas toma de datos y para este lugar puntual que fue la cafetería, se identificaron los dos primeros.

13 CONCLUSIONES

1. En términos generales, la comunidad de la Universidad Santo Tomas Tunja, considera que la red inalámbrica existente en sus instalaciones, es buena. Sin embargo, expresan que existen áreas donde ocasionalmente se encuentran inconvenientes para establecer una óptima conexión.
2. Los Software especializados en análisis y estudio para redes inalámbricas, son herramientas muy apreciadas a la hora de valorar el comportamiento de una red ya existente. De esta forma se puede identificar fortalezas y debilidades que puedan estar presentándose en términos técnicos.
3. De acuerdo al análisis obtenido con la aplicación de Software InterpretAir se pudo determinar que el motivo por el cual en algunas zonas de la Universidad la red no es muy óptima, se basa principalmente en la cobertura de la señal que puede ser determinada y caracterizada en función del posicionamiento inicialmente planteado de los AP.
4. Al trabajar las diferentes aplicaciones y toma de datos con el analizador de espectro Airview2 se verificó el uso y porcentaje de ocupabilidad de cada canal, lo que permite concluir que existen canales que presentan menor uso como es el caso del canal 11 en el que se podría implementar, ajustar o adicionar algún dispositivo inalámbrico AP, en búsqueda de mejorar el cubrimiento de la red WLAN.
5. El factor de pérdida de señal en determinadas locaciones se debe a la atenuación con la cual interactúa la propagación electromagnética con el obstáculo incidente encontrado en los vidrios y algunos otros materiales de construcción.
6. Para la aplicación de estos tipos de software, es importante seguir las recomendaciones del fabricante con respecto al adaptador inalámbrico; a pesar de su elevado costo garantizará un óptimo comportamiento en el software.
7. El uso de estas herramientas de análisis requieren de un previo conocimiento acerca del comportamiento de ambientes inalámbricos, para generar una adecuada interpretación de los datos que se obtienen en cada captura de información.
8. El estudio de sitio es de gran importancia para conocer el entorno en donde se desempeña la red, y por medio del uso de herramientas de software, se identificaran dispositivos que conforman esta red y que generan parámetros cuantificables al realizar interpretaciones al respecto.

9. Por medio de porcentajes reflejados en la aplicación de WiFi Analyzer se pudo identificar en algunos casos la saturación de canales que se presenta en determinados sitios, lo que puede generar posibles interrupciones en el manejo del tráfico de la información en la red.
10. Al realizar la toma de información por medio del Analizador de espectro Airview, se confirmó el gran uso que se le da a las frecuencias ubicadas en el espectro de 2,4 GHz por parte de la red inalámbrica propia de la Universidad y Otros dispositivos que operan en el mismo rango de frecuencias.
11. Los AP que conforman la red inalámbrica de la Universidad Santo Tomas Sede Centro están diseñados para trabajar bajo la norma IEEE 802.11 g, lo cual indica que pueden ser configurados para operar en la banda de 2,4 o 5,4 GHz lo que abre la posibilidad de configurarlo en las dos frecuencias y especialmente en las ubicadas en el rango de frecuencia de 5,4GHz, dado que presenta menos interferencias. Sin embargo, la utilización de esta banda también tiene sus desventajas ya que restringe el uso de los equipos únicamente en puntos en línea de vista, con lo que se hace necesario la instalación de un mayor número de puntos de acceso.
12. A pesar de no encontrar documentación publicada de estudios realizados en Colombia sobre la aplicación de los software descritos en el presente proyecto, la investigación con este tipo de herramientas se está implementando en otros países de Latinoamérica, como son Ecuador, México y Chile, lo que indica que el campo de desarrollo en nuestro país sobre esta temática no se ha explorado y puede ser una buena opción para generar nuevas técnicas de investigación en el área de las comunicaciones inalámbricas.

14 RECOMENDACIONES

1. Debido a la complejidad de algunos de los Software seleccionados para este estudio, no fue posible abarcar el potencial de sus aplicaciones en su totalidad.
2. Como marco de desarrollo en la fase II se pretende ahondar en las herramientas técnicas y la información que nos suministran estos componentes de análisis de red inalámbrica. Particularmente aquellas que se refieren al software AirMagnet Wi-Fi Analyzer.
3. El presente documento refleja el primer paso de consolidación de la información para estructurar un documento en la Fase II del proyecto que involucrara una propuesta técnica con el fin de optimizar el funcionamiento de la red inalámbrica presente en la Universidad.
4. El estudio presentado no involucra la sede campus de la Universidad: en función de esto se brindará la asesoría a aquellas personas que estén interesadas en trabajar y profundizar en el diseño, corrección y una puesta en funcionamiento óptima de una red WLAN.

BIBLIOGRAFÍA

a. Libros

- Gast Matthew. Redes Wireless 802.11g. 1ra edición español. Anaya multimedia s.a. España. (2006).
- Huidobro, Jose Manuel. Fundamentos de Telecomunicaciones. España. Paraninfo. (2001).
- ImasDe. "Redes Inalámbricas WLAN". Islas Canarias. España. (2005).
- Jara Werchau, Pablo. Estándar IEEE 802.11 X de las WLAN Argentina. Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional, (2008).
- Montico, Matías, Wireless: La revolución inalámbrica, Guía teórica y práctica. Editorial Users. (2005).
- Tanenbaum Andrew s. Redes de Computadoras 4ta Edición, Pearson Educación, México (2003).
- Use Guide InterpretAir™ WLAN Site Survey Software. Fluke Networks Corporation. 2009.
- Andreu, Fernando. Lesta, Amaia. Redes WLAN Fundamentos y aplicaciones de seguridad. Marcombo. España. (2006).
- Perez, Constantino. Zamanillo, José María. Casanueva, Alicia. Sistemas de Telecomunicaciones. Universidad de Cantabria. España. (2007).

b. Artículos

- Bolaños, Emilio Iván. Diseño de la Red Inalámbrica de área local para los edificios de la tribuna y villafuente de Petroproduccion bajo el Estándar de IEEE 802.11g y si interconectividad. Proyecto previo a la obtención del título de Ingeniero Electrónico y Redes de la Información. Escuela Politécnica Nacional. Quito. (2008).
- Contreras, Juan Carlos. Rodríguez, Miguel Ángel. Determinación de las condiciones óptimas para la instalación de una WLAN. Tesis para obtener el título de Ingeniero en Comunicaciones y Electrónica. Instituto Politécnico Nacional. México. 2008.
- Escalona, Yasania Joselyn. Ramos, Héctor Oscar. Aplicación para el control de comunicaciones en auditorios por medio de teléfonos celulares en redes Bluetooth. Tesis para obtener el título de Ingeniero en Comunicaciones y Electrónica. Instituto Politécnico Nacional. México. 2008.
- Hameng Instruments. Análisis espectral nos ofrece nuevas expectativas. (marzo 2010).
- Stephen Lawson, IDG News Service. El evaluador de redes Fluke Networks compra AirMagnet. (2009).
- Viveros, Patricia Susana. Implementación y soporte técnico de un sistema de monitoreo de red inalámbrica bajo la norma 8002.11. Proyecto de

titulación para optar al título de Ingeniero de Ejecución Electrónico.
Universidad Mayor. Chile. 2007

c. Infografía

- <http://www.gsmspain.com>
- <http://www.aeap.es/ficheros/f1033fd65faf50765481272d793a9328.pdf>
- <http://www-es.linksys.com>.
- <https://belenus.unirioja.es/~secarcam/redes/lan/inalambricas.html>
- <http://blogcmt.com/2010/04/30/conceptos-basicos-de-telecos-espectro-radioelectrico/>
- <http://www.canal-ayuda.org/a-informatica/inalambrica.htm>
- <http://www.netkrom.com>
- <http://standards.ieee.org/about/get/802/802.11.html>
- <http://ieeestandards.galeon.com/aficiones1573579.html>
- <http://www.wi-fi.org>
- <http://gtr.telecom.pupcp.edu.pe/wiki/index.php>
- <http://www.ciscosistemas.org/web/LA/netacad/.../inalambricas.html>
- <http://www.flukenetworks.com/.../interpretairsuptmsup-wlan-site-survey-software-russian>
- <http://www.cisco.com>
- [http:// www.airmagnet.com/products/survey/](http://www.airmagnet.com/products/survey/)

ANEXOS

ANEXO 1 – Encuesta aplicada

ENCUESTA

USO DE LA RED INALÁMBRICA PARA ACCESO A INTERNET EN USTA TUNJA SEDE CENTRO

1. Usa usted frecuentemente el servicio de internet inalámbrico que ofrece la Universidad Santo Tomas sede Centro?
 - ☐ SI
 - ☐ NO
2. Tiene usted acceso a internet por algún medio o proveedor desde el lugar donde vive?
 - ☐ SI
 - ☐ NO
3. Cundo hace uso de la red inalámbrica de internet en la Universidad, desde que punto o lugar lo hace generalmente?
 - ☐ Cafetería
 - ☐ Cafetería Superior (Odeón)
 - ☐ Biblioteca
 - ☐ Salones Edificio A (ubicación central)
 - ☐ Salones Edificio B (ubicación carrera 12)
 - ☐ Salones Edificio C (ubicación facultades)
 - ☐ Alrededores de Sala de Profesores
4. Cual piensa usted que es el lugar donde el servicio de Internet presenta más inconvenientes para establecer una conexión optima y hacer uso de esta red?
 - ☐ Cafetería
 - ☐ Cafetería Superior (Antiguo Odeón)
 - ☐ Biblioteca
 - ☐ Salones Edificio A (ubicación-central)
 - ☐ Salones Edificio B (ubicación-carrera 12)
 - ☐ Salones Edificio C (ubicación-facultades)
 - ☐ Alrededores de Sala de Profesores
5. En un rango de 1 a 5 (donde 1 se establece como menor o sea difícil acceso y 5 como mayor o un óptimo acceso) cuál sería su calificación respecto al servicio de Internet inalámbrico que presta la USTA sede centro.
 - ☐ 1
 - ☐ 2
 - ☐ 3
 - ☐ 4
 - ☐ 5

ANEXO 2 – Solicitud Departamento de Sistemas

Tunja November 12 de 2010

SEÑOR
DAVID GERONIMO SOLER GÓMEZ
Director Departamento de Sistemas
Ciudad

Respetado Ingeniero:

Muy cordialmente nos dirigimos a usted con el fin de darle a conocer nuestro propósito para en el desarrollo del proyecto titulado: *Estudio Para la Optimización Y Uso De Frecuencias En La Banda De 2.4 GHz Para Redes De Acceso Inalámbrica Local En USTA*, el cual se encuentra actualmente en desarrollo con la tutoría del Ingeniero William Chaparro docente de la facultad de Ingeniería Electrónica y con la participación de Ana María SÁCHICA y Javier Andrés Vargas como desarrolladores del proyecto y aspirantes a obtener el título de Ingenieros Electrónicos.

En primera instancia quisiéramos solicitarle nos colabore en lo posible con todo lo relacionado a la ubicación de la red inalámbrica, características de los dispositivos utilizados en el funcionamiento de dicha red, y de ser posible los planos, en donde se encuentra actualmente cada dispositivo con sus respectivas características de posición y lugar que ocupa dentro de cada nivel de la planta física en la Universidad Santo Tomás Cede Centro, con el fin de poder investigar y analizar sobre dicha red inalámbrica.

Adicionalmente quisiéramos solicitarle de manera muy respetuosa su colaboración en todo lo que considere usted útil para el desarrollo de nuestro proyecto y que se encuentre disponible en la Universidad.

Agradeciendo su atención prestada a la presente petición y en espera de su pronta respuesta.

Cordialmente:

ANA MARÍA SÁCHICA MATIZ
C.C: 1049603492 de Tunja

JAVIER ANDRÉS VARGAS BERNAL
C.C: 7184250

ANEXO 3 – Solicitud Departamento de Planta Física

Tunja diciembre 6 de 2010

SEÑORES
DEPARTAMENTO PLANTA FÍSICA
Ciudad

Muy comedidamente nos dirigimos a ustedes con el fin de darle a conocer nuestro propósito en el desarrollo del proyecto titulado: *Estudio Para La Optimización Y Uso De Frecuencias En La Banda De 2.4 GHz Para Redes De Acceso Inalámbrico Local En USTA*, el cual se encuentra actualmente en desarrollo con la tutoría del Ingeniero William Fabián Chaparro docente de la facultad de Ingeniería Electrónica y con la participación de Ana María Sachica y Javier Andrés Vargas como desarrolladores del proyecto y aspirantes a obtener el título de Ingenieros Electrónicos.

Quisiéramos solicitarle nos colabore en lo posible con todo lo relacionado a los planos de la Universidad Santo Tomás sede centro específicamente en AutoCAD o Archicad si es posible, ya que hace parte fundamental para la ubicación de los dispositivos de acceso inalámbrico como parte de desarrollo del proyecto mencionado anteriormente.

Agradeciendo su atención prestada a la presente petición.

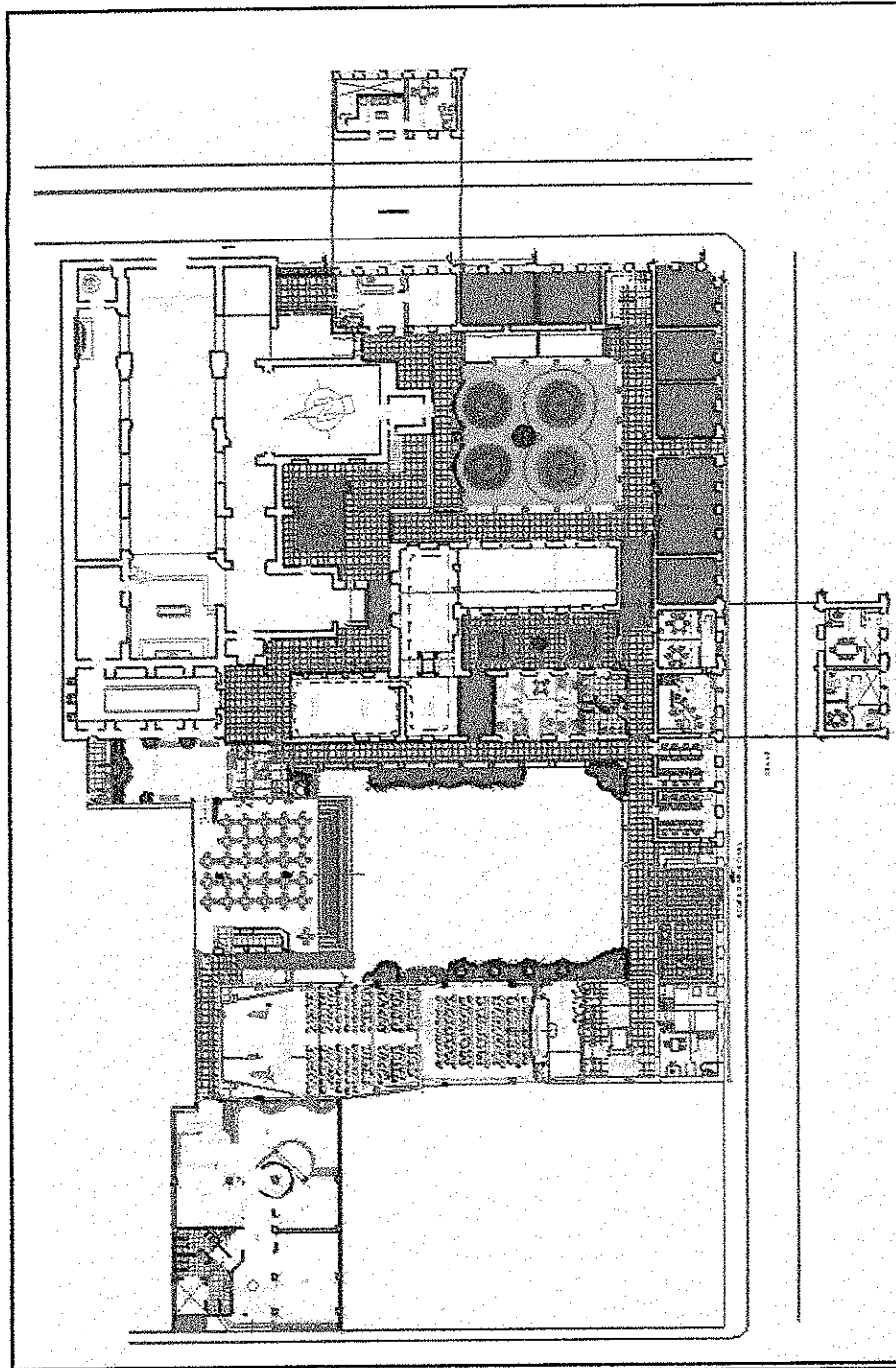
Cordialmente:

ANA MARÍA SÁCHICA MATZ
C.C: 1049603482 de Tunja

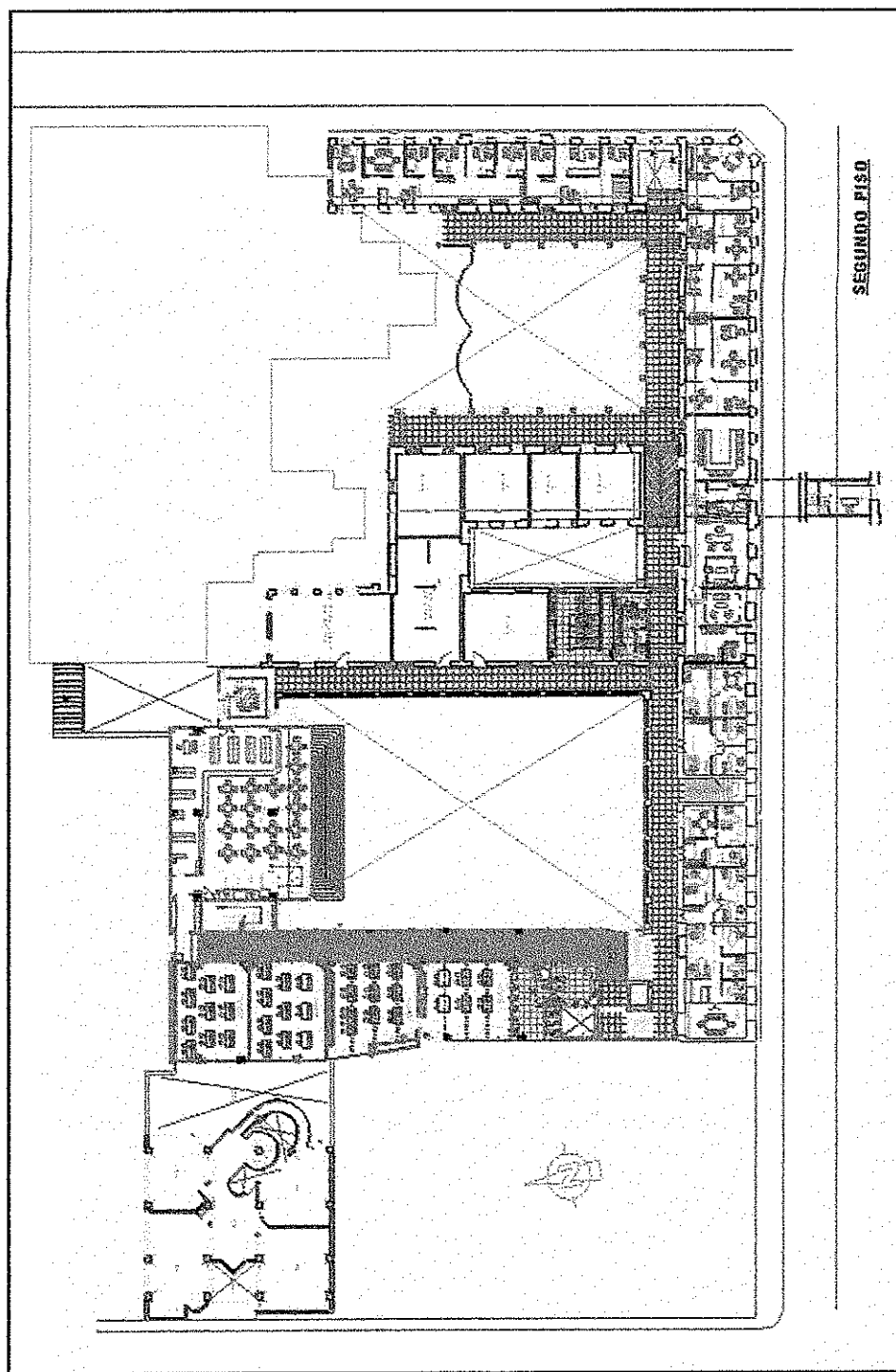
JAVIER ANDRÉS VARGAS BERNAL
C.C: 7184250

ANEXO 4 – Planos Físicos Universidad Santo Tomas Sede Centro

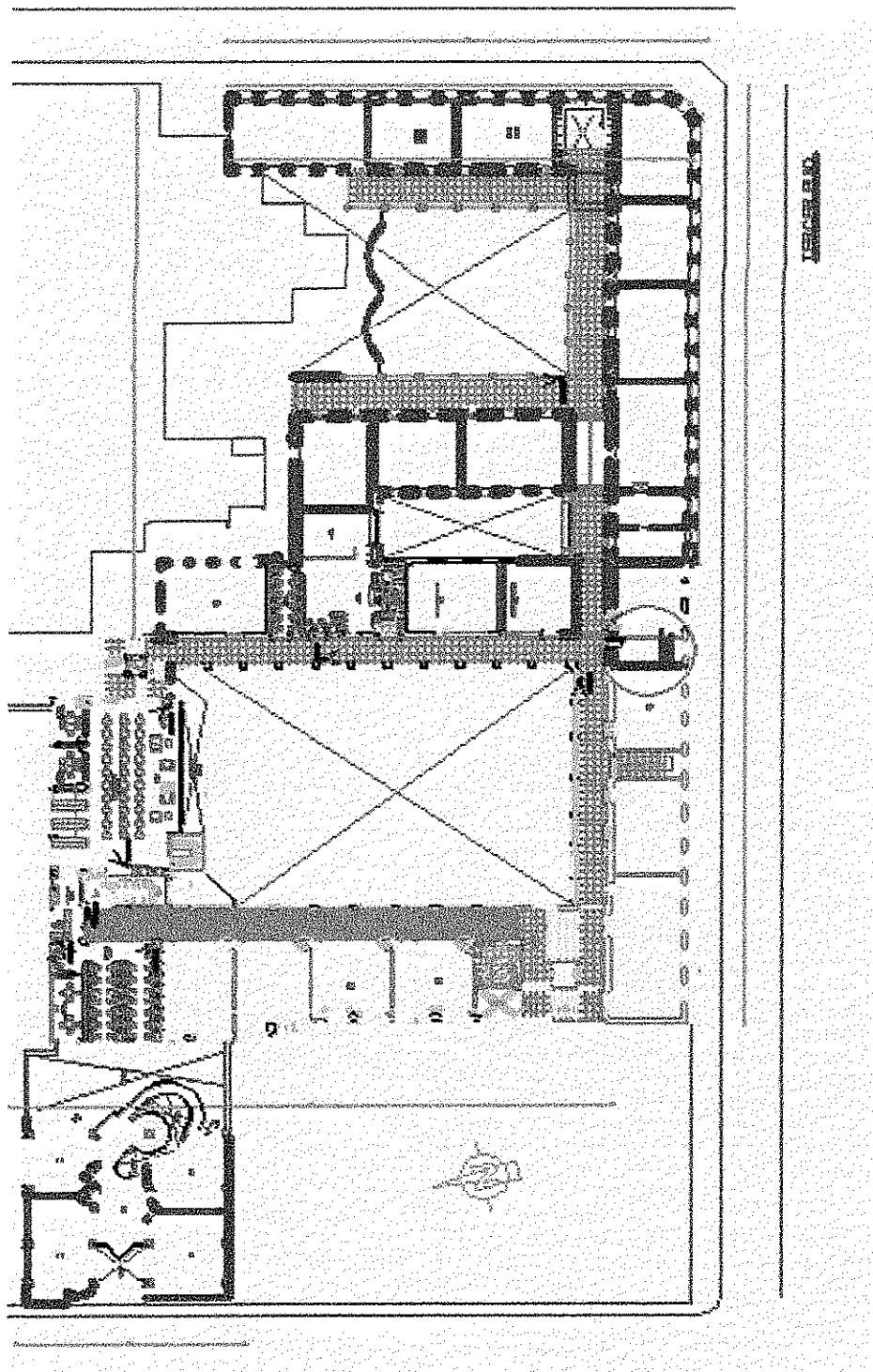
Plano Primer piso



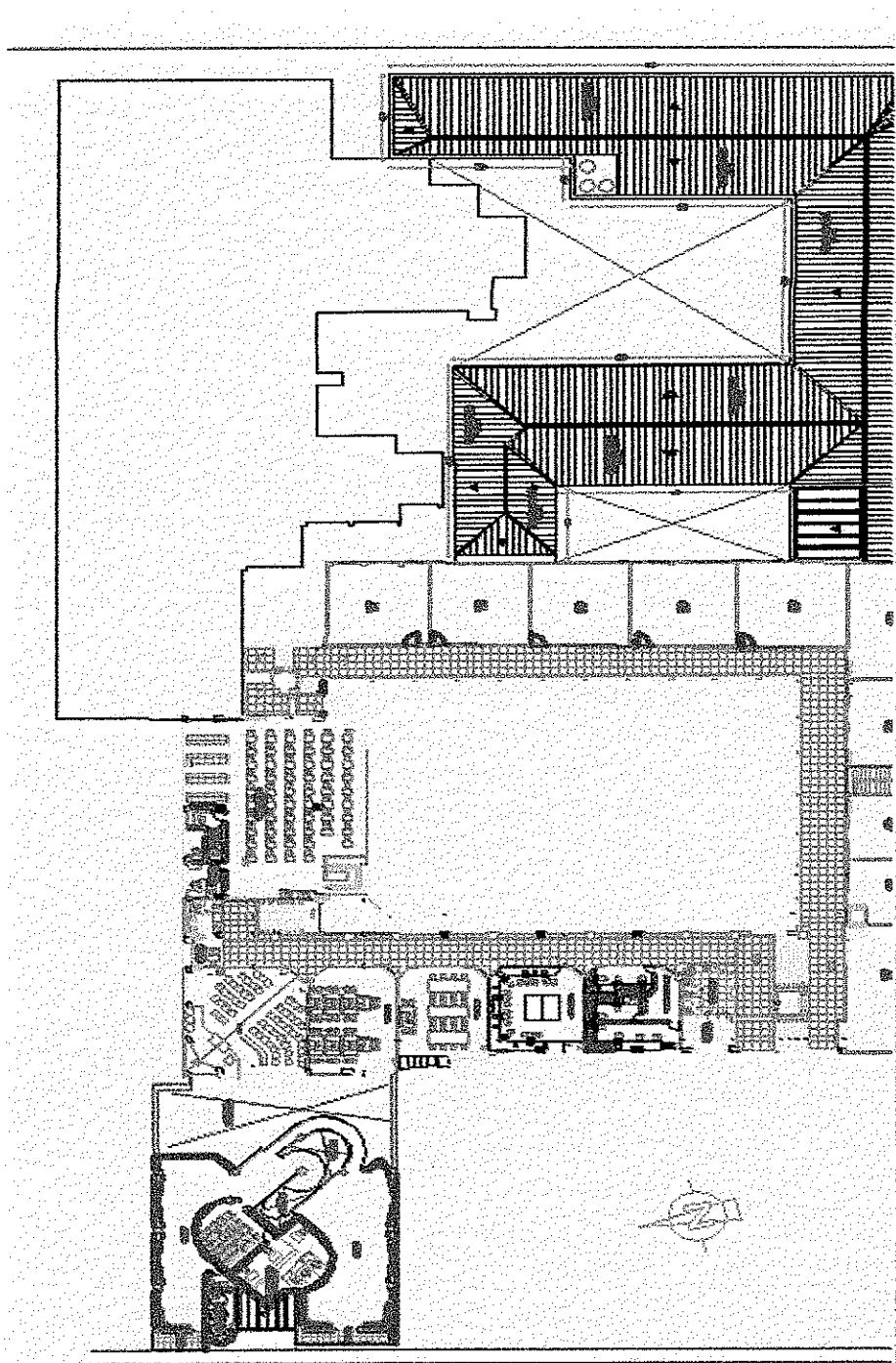
Plano segundo piso



Plano tercer piso



Plano cuarto piso



ANEXO 5 –Descripciones técnicas de AP's

Dispositivos de red inalámbrica de la universidad dispositivo controler Aruba air 800 el cual administra los siguientes sistemas inalámbricos:

Aruba AP 60

CARACTERÍSTICAS MEDIO AMBIENTALES

- En funcionamiento:
- Temperatura: de 0°C a 50°C (de 32°F a 122°F)
- Humedad: de 5 a 85% sin condensación

MODO DE FUNCIONAMIENTO

- WLAN multiservicio 802.11a/b/g, AirMonitor 802.11n/g, combinación híbrida de punto de acceso WLAN, AirMonitor y punto de acceso remoto

Radios

- Radio única; configurable por software para 802.11a o 802.11n/g

SERVICIOS DE MOVILIDAD

- Servicios de punto de acceso virtual
- Admite hasta 16 SSID por punto de acceso
- Portales de acceso múltiples por SSID
- Admite cualquier combinación de QoS de cifrado/autenticación por SSID
- QoS de nivel de sesión
- Redundancia de carga de WLAN
- Creación y gestión de enlaces de interfaz
- Servicios de voz
- QoS Wireless Multimedia (WMM)
- Esquema 802.1p y DSCP a WMM AC
- Priorización del tráfico de audio
- Control de admisión de llamadas (CAC)
- Clasificación de tráfico/transferencia de ancho de banda de sesión (TEPECTOLAB)
- Ahorro de energía automático no programado (U-APSD, Unscheduled power save delivery)
- Seguimiento status de sesiones (QoS de cliente de voz software)
- SIP
- NDE
- Cisco Skinny
- VoWLAN
- Spectralink Voice Priorization (SVP)
- Soporta de proxy ARP y filtrado de multicast
- Battery Boost
- QoS con prioridades
- Soporta de escaneo con reconocimiento de voz en ARM

ESPECIFICACIONES DE RADIO 802.11A

- Frecuencia de funcionamiento: 5.150 GHz – 5.850 GHz

- Canales disponibles: Gestionados por el controlador de movilidad, dependen del dominio regulatorio configurado
- Modulación: Multiplexado por división de frecuencia ortogonal (OFDM, Orthogonal Frequency Division Multiplexing)
- Potencia de transmisión: configurable en intervalos de 0.5 dBm
- Velocidades de asociación (Mbps): 54, 48, 36, 24, 18, 12, 9, 6 con fallback automático

ESPECIFICACIONES DE RADIO 802.11B

- Frecuencia de funcionamiento: 2.4 GHz – 2.5 GHz
- Canales disponibles: Gestionados por el controlador de movilidad, dependen del dominio regulatorio configurado
- Modulación: Direct-Sequence Spread-Spectrum (DSSS)
- Potencia de transmisión: configurable en intervalos de 0.5 dBm
- Velocidades de asociación (Mbps): 11, 5.5, 2, 1 con fallback automático

ESPECIFICACIONES DE RADIO 802.11G

- Frecuencia de funcionamiento: 2.4 GHz – 2.5 GHz
- Canales disponibles: Gestionados por el controlador de movilidad, dependen del dominio regulatorio configurado
- Modulación: Multiplexado por división de frecuencia ortogonal (OFDM, Orthogonal Frequency Division Multiplexing)
- Potencia de transmisión: configurable en intervalos de 0.5 dBm
- Velocidades de asociación (Mbps): 54, 48, 36, 24, 18, 12, 9, 6 con fallback automático

CANALES DISPONIBLES 802.11A/B/G

- Gestionados de forma centralizada por el controlador de movilidad en función del dominio regulatorio configurado

Antena

- AP-60: doble antena RF-SMA para antenas externas (compatible con diversidad espacial)
- AP-61: doble dipolo integrado, omnidireccional, multibanda (compatible con diversidad espacial)
- Ganancia:
 - 2.4 GHz-2.5 GHz / 2.8 dBi
 - 5.150 GHz-5.250 GHz / 2.8 dBi
 - 5.350 GHz / 4.0 dBi

ANEXO 6 – Ubicación de los Dispositivos

La ubicación de los dispositivos es la siguiente:

Edificio biblioteca primer nivel (cafetería) 1 AP

Edificio biblioteca tercer nivel (biblioteca) segundo nivel 1 AP

Edificio santo domingo nuevo (sala de infantiles) 1 AP

Edificio santo domingo nuevo (auditorio mayor) 1AP

Edificio antiguo liceo santo domingo (sala profesores) 1 AP

Edificio antiguo convento (sala de sistemas 4) 1AP

Edificio antiguo convento santo domingo de Guzmán (sala de concursos) 1AP

Edificio antiguo liceo santo domingo (centro de investigaciones) 1AP

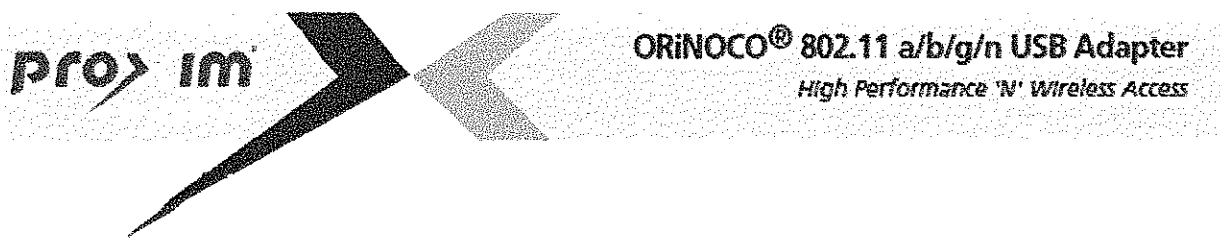
Los SSID correspondiente a la universidad son:

WIFI

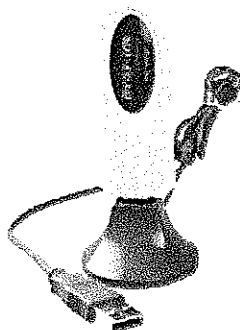
SALAS WIFI

WIFI ADMIN

ANEXO 7- Hoja técnica Orinoco USB Adapter



High Speed, Extended Range, Flexible and Secure 802.11n Wireless Connectivity for Laptop or Desktop Computers



ORINOCO® 802.11a/b/g/n USB

Highest Wi-Fi Security Standards

Like all ORINOCO® Wi-Fi solutions, the 802.11n USB Client Adapter provides the most advanced multi-level, enterprise-class security capabilities.

- Enterprise-class 802.1x authentication
- WEP, TKIP and AES encryptions
- Wi-Fi Protected Access (WPA2 and WPA) support

The ORINOCO® 802.11a/b/g/n USB Client Adapter enables a high performance, secure and reliable connection to a WLAN network from any laptop or desktop computer that supports a USB port. With wireless networking data rates reaching 300 Mbps using 802.11n technology, this dual band 802.11a/b/g/n adapter enables seamless roaming between 5GHz 802.11a and 2.4GHz 802.11b/g networks, allowing users to move between home, work and public Wi-Fi spaces with better range and throughput while giving maximum flexibility and backward compatibility with legacy 802.11a/b/g networks.

The ORINOCO® 802.11a/b/g/n USB Client Adapter sets new standards in throughput and range to deliver the ultimate wireless triple play experience for video, voice, and data transmission in the home, for the business, and on the road. Its 2x2 MIMO architecture maximizes link data rates up to 300Mbps and very effectively manages the 802.11n radio signal to optimize for higher throughputs over long range. Designed for versatile installations, the USB Client Adapter features a sleek design for laptop users and a base stand with an integrated USB cable for desktop users.

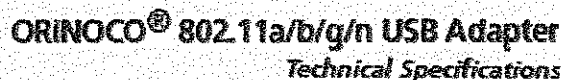
Higher Performance than Existing Wired LANs/WLANs

Promim's ORINOCO® 802.11n products enable enterprises of all size to finally unwind the wired LAN by providing greater performance than existing Ethernet networks.

- ORINOCO® 802.11 a/b/g/n adapter complements the extended throughput and range of the ORINOCO® AP-500 and AP-5000
- Best in class throughput exceeding 150 Mbps
- High reliability for quad play applications
- Certified to work for the entire 5 GHz spectrum worldwide.
- The Adapter supports WEP (64 and 128 bit), WPA and WPA2/802.11n wireless security protocols.

Features

- Dual mode 802.11a/b/g/n support
- USB Adapter and/or Base Stand plug directly into USB 2.0 compliant port
- Enables bandwidth of up to 300Mbps, six times the throughput of 802.11a and 802.11g
- QoS support based on Wi-Fi Multimedia (WMM) specifications
- Backward compatible with legacy IEEE 802.11a/b/g infrastructure
- Optimized for maintaining higher and reliable throughput over a wider range
- Supports Windows® 2000, XP and Vista
- Intuitive ORINOCO® client utility for easy, fast configuration
- Wi-Fi certified
- RoHS compliant



Applications

* **উদ্দেশ্য** -

Improved productivity with high performance, secure, reliable and long range wireless access for Internet email and WebEx. VSP reaches buildings and around the campus.

● **【例題】** 1. 下列何者為「非」字？

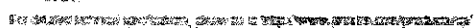
With added range and throughout connectivity in dorms, classrooms and offices will be flexible, immediate and more reliable than ever.

• Nitro Hotspot -

High performance steel interest
arises for sectors in public areas

• **Notes Used -**

Connect to a wireless access point with high reliability for quad play applications and high speed internet access.

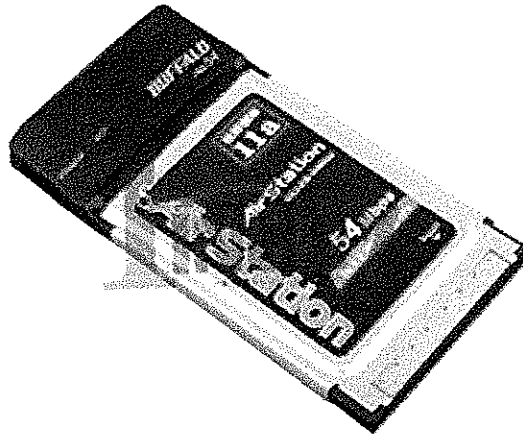


©2012 Fraxo Vascular Corporation. All rights reserved. Fraxio is a registered trademark and the Fraxio logo and VASCULOGEL are trademarks of Fraxo Vascular Corporation. All other trademarks mentioned herein are property of their respective owners. Specifications are subject to change without notice.

24 25 26 27 28 29



ANEXO 8 – Hoja tecnica Bufalo A-G 54 PCMCIA



AirStation WLI-CB-AMG54 Wireless PCMCIA Card

1

SKU: CNT136

General Features:

Easy installation

Dual-band Wireless A-G

Works in the un-crowded 5 GHz frequency range

Send multimedia files from your notebook to your router without any delays

Interface:

32-bit CardBus

Network Standards:

IEEE 802.11a

IEEE 802.11g

IEEE 802.11b

Wireless Data Rate:

108 Mbps

Security:

WPA, 64-bit WEP

128-bit encryption

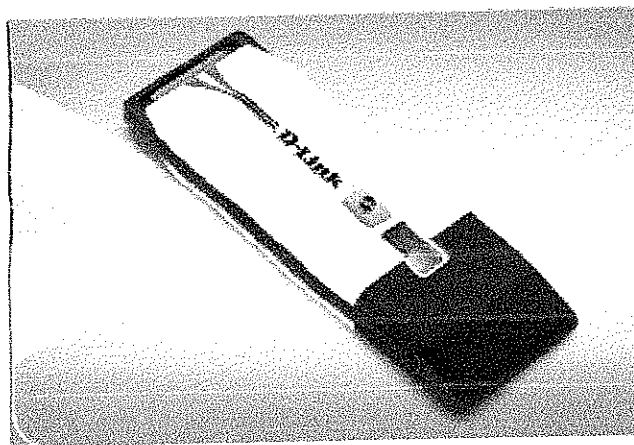
802.1x authentication

LEDs:

Power

Link/Activity

ANEXO 9 – D-LINK DWA 160



Standards

- IEEE 802.11n (draft)
- IEEE 802.11g
- IEEE 802.11a

Bus Type

- USB 2.0 (1.1 compatible)

Security

- WPA™/WPA2™ - Wi-Fi Protected Access (TKIP, MIC, IV Expansion, Shared Key Authentication)
- 802.1x
- WPS (PIN and PBC)

Media Access Control

- CSMA/CA with ACK

Frequency Range

- 2.4GHz to 2.462GHz (North America)
- 5.15GHz to 5.35GHz (North America)
- 5.725GHz to 5.825GHz (North America)

Power Consumption (802.11n)

- Tx: 500 mA
- Rx: 235 mA

Modulation Technology

- Orthogonal Frequency

Division Multiplexing (OFDM)

- Complementary Code Keying (CCK)

Transmitter Power Output

- 16 dBm (802.11g/n)
- 15 dBm (802.11a)

Operating Voltage

- 5 VDC $\pm$ 10%

Operating Temperature

- 32°F to 104°F (0°C to 40°C)

Operating Humidity

- 10% to 90% maximum (non-condensing)

Dimensions

- 1.1" x 3.4" x 0.5"

Weight

- 0.06 lbs (27.22g)

Certifications

- FCC Class B
- IC

Warranty

- 1 Year